

3
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



**SOLUCION INTEGRAL DE LA GLORIETA
POTRERO PARA LA IRA, ETAPA DE LAS
OBRAS DE AMPLIACION DEL METRO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JORGE ERNESTO AGUILAR BENITEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Indice

	páginas
I. Introducción	1
II. Antecedentes y Planeación	
II.1.a. Principios fundamentales	3
II.1.b. Descripción de los trazos elegidos	7
II.2.a. El plan integral de transporte Metropolitano	8
II.3.a. 1a. etapa de ampliación del Sistema de transporte colectivo metro y costo	9
III. Descripción de la Solución	
III.1. Solución integral de la construcción de cajon de metro, obras inducidas y desvfos de tránsito	14
III.2. Estructura Subterránea	
III.2.a. Ubicación	14
III.2.b. Zonificación de acuerdo a programa de obra	16
III.2.c. Procedimiento Constructivo	16
III.3. Desvfos de Obras Hidráulicas	
III.3.a. Ubicación de los desvfos de obras hidráulicas	21

	páginas
III. 3. b. Procedimientos constructivos	
Tunel de unión entre lumbrera II y I en la glorieta potrero	22
Lumbrera II para desvfo del colector 11 en la glorieta potrero	26
Lumbrera I para el desvfo del colector 11 en la glorieta potrero	31
Lumbrera V en la glorieta potrero	38
Caja de Conección 1	45
Caja de conección 2	51
Hincado del tubo que comunicará la lumbrera II con la caja de captación en la glorieta potrero	58
III. 4. Desvfos	
III. 4. a. Procedimientos constructivos	65
III. 5. Programas	
III. 5. a. Programa de obra civil, obras inducidas y desvfos de tránsito	76
IV. Costos y Presupuesto	
IV. 1. a. Comentarios sobre costos	79
IV. 1. b. Integración de los costos	82
V. Recomendaciones y Conclusiones	97
Bibliografía	99

I. INTRODUCCION

La red existente del Sistema de Transporte Colectivo, nos demuestra inmejorables características de eficiencia y seguridad, que operando en vía libre y con frecuencia reducidas posee el índice más alto del mundo de pasajeros transportados por carro y por kilómetro.

El Distrito Federal junto con los municipios del Estado de México, suman aproximadamente 12 millones de habitantes, formando una de las mayores concentraciones humanas y acarreado desde luego el grave congestionamiento que se padece. Y si además agregamos su crecimiento del 5.6% anual, del cual un 2% corresponde a la inmigración de estados circunvecinos creando graves problemas de asentamientos irregulares, no viene más que a corroborar la creciente demanda insatisfecha de este medio de transporte urbano.

En el área metropolitana el transporte urbano ha tenido un crecimiento enorme, generándose 20.4 millones de viajes - persona - día, correspondiendo:

Autobuses urbanos	43 %
Autobuses suburbanos y foráneos	8 "
Autobuses particulares	2 "
Automóviles	21 "
Metro	11 "
Taxis y peseros	10 "
Tranvías y trolebuses	3 "
Motocicletas y bicicletas	2 "

La desproporcionada movilidad de nuestra población, obedece a que la planificación de la ciudad y sus alrededores que ha sido prácticamente nula, obliga al capitalino a realizar largos recorridos. A su vez el deficiente transporte público ha propiciado la explosión automovilística que alcanza ya el millón y medio con un incremento anual del 12%.

Las consecuencias las sufrimos todos: contaminación, congestionamiento de tránsito, intolerable nivel de ruido, irritabilidad de los conductores, velocidades que en ciertas áreas y en horas críticas son inferiores al paso normal del peatón, así como la pérdida de muchos millones de horas - hombre en transporte.

Todo esto de antemano nos conduce a que, la solución es el transporte colectivo METRO.

II. ANTECEDENTES Y PLANEACION

II.1.a. Principios Fundamentales

II.1.b. Descripción de los trazos elegidos

II.2.a. El plan integral de Transporte Metropolitano.

II.3.a. 1a. Etapa de ampliación del Sistema de Transporte Colectivo Metro y Costos.

II.1.a. Principios Fundamentales

El transporte no tiene soluciones inmediatas y para darle solución se ha elaborado un plan de viabilidad y transporte que contempla el mejorar las condiciones en que actualmente se presta el servicio de transporte colectivo como una manera eficiente de desalentar el uso del vehículo de transporte individual. El metro tiende a ser la columna vertebral del sistema de transporte urbano y como tal debe contar con un programa de ampliaciones sistemático y continuo.

Los trazos ideales para ubicar las ampliaciones y nuevas líneas están sujetas a cambios, siendo producto de experiencias tanto en proyecto, como en construcción y operación; también se toman en cuenta los tipos de suelo, interferencias o afectación de monumentos.

Para la selección de ésta etapa de ampliación del metro se determinaron los siguientes principios fundamentales:

1. Tender a cubrir las zonas de mayor densidad demográfica y servir a los estratos de bajos ingresos principalmente.
2. Permitir a los usuarios un ahorro de tiempo por medio de rutas e intercomunicaciones múltiples.
3. Intercomunicar los principales centros de actividad.

4. Identificación con las carreteras establecidas de tránsito masivo de pasajeros.
5. Permitir la restructuración progresiva de los transportes de superficie en coordinación con el metro.
6. Descongestionar las arterias de la ciudad.
7. Las líneas no excederán una distancia de 18 km para tener una óptima operación.
8. El trazo de las líneas no perjudicará o anulará la viabilidad existente.
9. El trazo de las líneas debe dar servicio en los lugares donde la demanda sea mayor de 10,000 pasajeros/hr.
10. Evitar la entrada de autobuses foráneos y suburbanos al centro de la ciudad.

Tomando los principios anteriores y complementando éstas con los estudios de origen y destino, estratos de ingresos y demográficas se llegó a la elección definitiva del trazo.

En la 1a. etapa de ampliación se logró que el 69% estén en zonas donde el ingreso familiar es inferior a los \$ 5,000.00; y que de la longitud total el 60% se ubique en zonas cuya densidad es superior a los 250 habitantes/ha., siendo de los más altos en la ciudad.

La red del sistema del "Metro" de la ciudad de México al concluir la ampliación tendrá 85 Km y será capaz de transportar 4,300,000 pasajeros en día laborable requiriendo 138 trenes.

POBLACION POR INGRESOS

Líneas	Hasta \$ 5,000.00	De \$ 5,000.00 A \$10,000.00	Más de \$ 10,000.00
1	62%	11 %	27 %
2	32%	57 %	12 %
3	59%	14 %	26 %
4	100%	-	-
5	91%	9 %	-
6	87%	13 %	-
Total	69%	18 %	13 %

POBLACION POR INGRESOS.



- Zona Industrial.
- Ⓐ hasta \$ 5,000.-
- Ⓑ \$ 5,000.- - 10,000.-
- Ⓒ más de \$ 10,000.-

II.1.b. Descripción de los trazos elegidos

Línea 3 Norte. La longitud actual de la línea 3 im-
pide su máxima utilización, esto ha obligado a prolongarla
hacia el norte en un tramo de 5.4 Km., de los cuales 2.17
son subterráneos y 3.25 superficiales, con 4 estaciones a par-
tir de la terminal provisional de Tlatelolco, con trazo sobre
las calles de Héroes e Insurgentes Norte.

Las estaciones de la prolongación norte son:

La Raza. Que es una estación subterránea de co-
rrespondencia con la línea 5 y de transferencia con otros me-
dios, para lo cual cuenta con los paraderos necesarios a efec-
to de facilitar el intercambio.

Posteriormente el metro inicia su transición a línea
superficial, lo que se logra después de la glorieta Potrero,
para así llegar a la estación superficial Potrero de anden
central.

Le sigue la estación basílica que a futuro será de co-
rrespondencia con la línea 6, habiéndose dejado las prepara-
ciones para tal efecto.

La última, estación terminal Zacatenco, localizándo-
se sobre Insurgentes Norte en camellón central, pasando la
Av. Acueducto. Le siguen los talleres de pequeña y gran re-
visión, naves de depósito, etc.

II. 2. a. Plan Integral de Transporte Metropolitano

Este contiene horizontes de planeación a 30 años debiendo cumplir los siguientes objetivos básicos:

Abatir los tiempos de recorrido, mejorando la seguridad y comodidad.

Dar auge a la reestructuración urbana y el ordenamiento del uso del suelo.

Optimizar el uso de los distintos medios de transporte y de la infraestructura existente.

Tratar de que la infraestructura vial para los medios de transporte con motores de combustión sea lo más eficiente y expédita posible con el fin de disminuir la contaminación ambiental.

Para integrar el plan de Transporte Metropolitano será necesario desarrollar los subsistemas que lo componen, de los cuales el "Metro" por sus características de operación, constituye la columna vertebral del sistema.

Línea	Prioridad	Longitud por			Kilometro		No. de Trenes	Costo en Millones
		Longitud por Const.	Tipo de Subterráneo	Superf.	Línea Elevado	Longitud en Serv.		
3N		5.20	2.50	2.70		5.20	2	2,526
3S		4.20	4.20			4.00	13	2,730
4		11.00			11.00	10.00	15	5,605
*5		21.90	2.80	7.40	11.70	21.00	29	10,002
Amp.		42.30	9.50	10.10	22.70	40.20	59	20,863
Red actual		41.50	31.60	9.90		37.40	79	
Total		83.80	41.10	20.00	22.70	77.60	138	20,863

NOTA: Modificación * L-5 Col. Netzahualcoyotl-Terminal Autobuses del Norte

L-6 T.A.N. Parque Vía Las armas

PARQUE DE LAS ARMAS

ZACATENCO E. TEPEYAC

MARTIN CARRERA.

NEZAHUALCOYOTL.

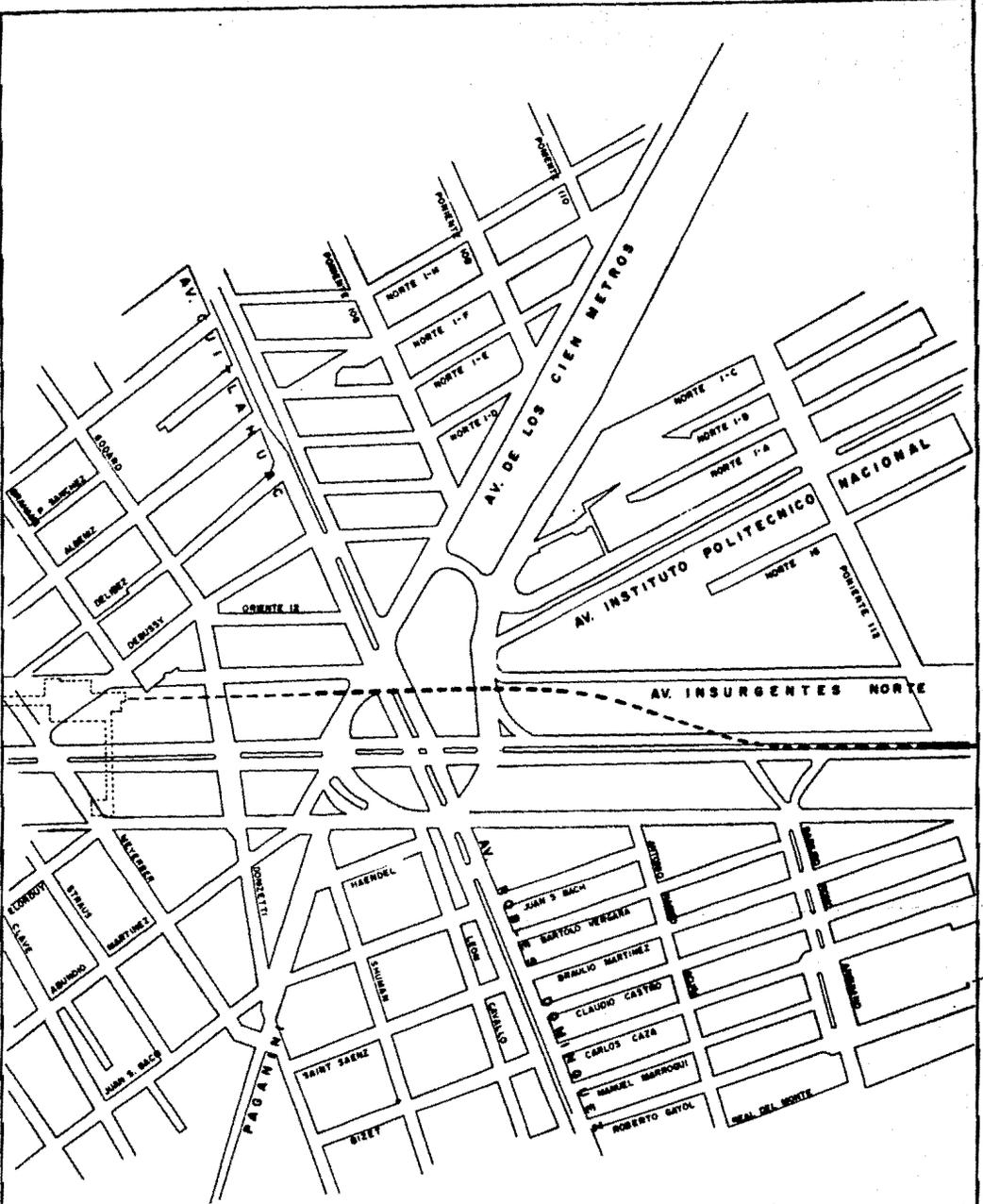
P. E. CALLES

FCO. VILLA

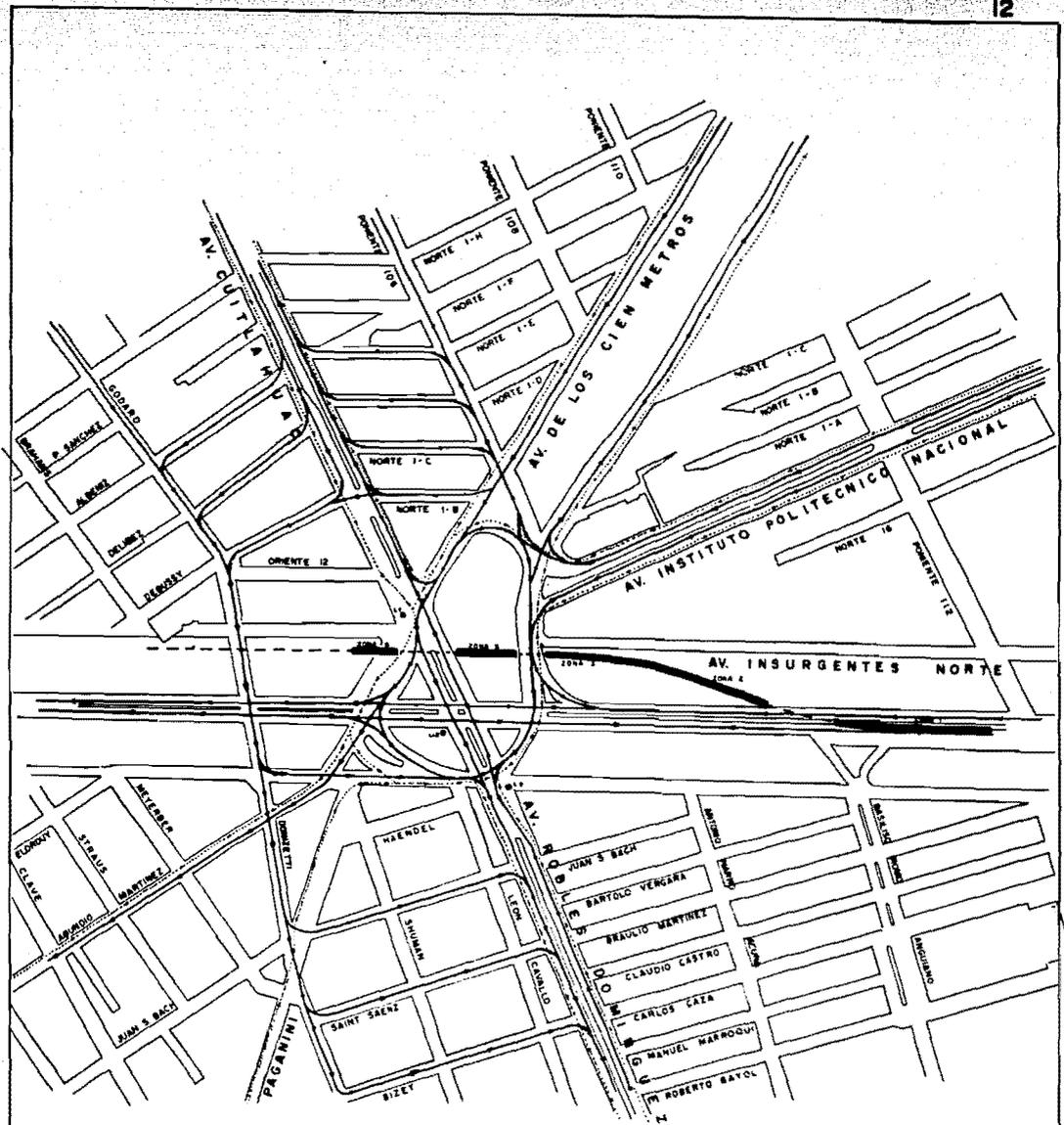
---	Línea subterránea		
—	" superficial		
—	" elevada		
—	" periférica		
○	Estación de paso	46	10
○	" correspondencia	2	
○	" terminal	—	
○	Correspondencia futura	22	
●	Terminal provisional	8	

total 90

lámina no. 1

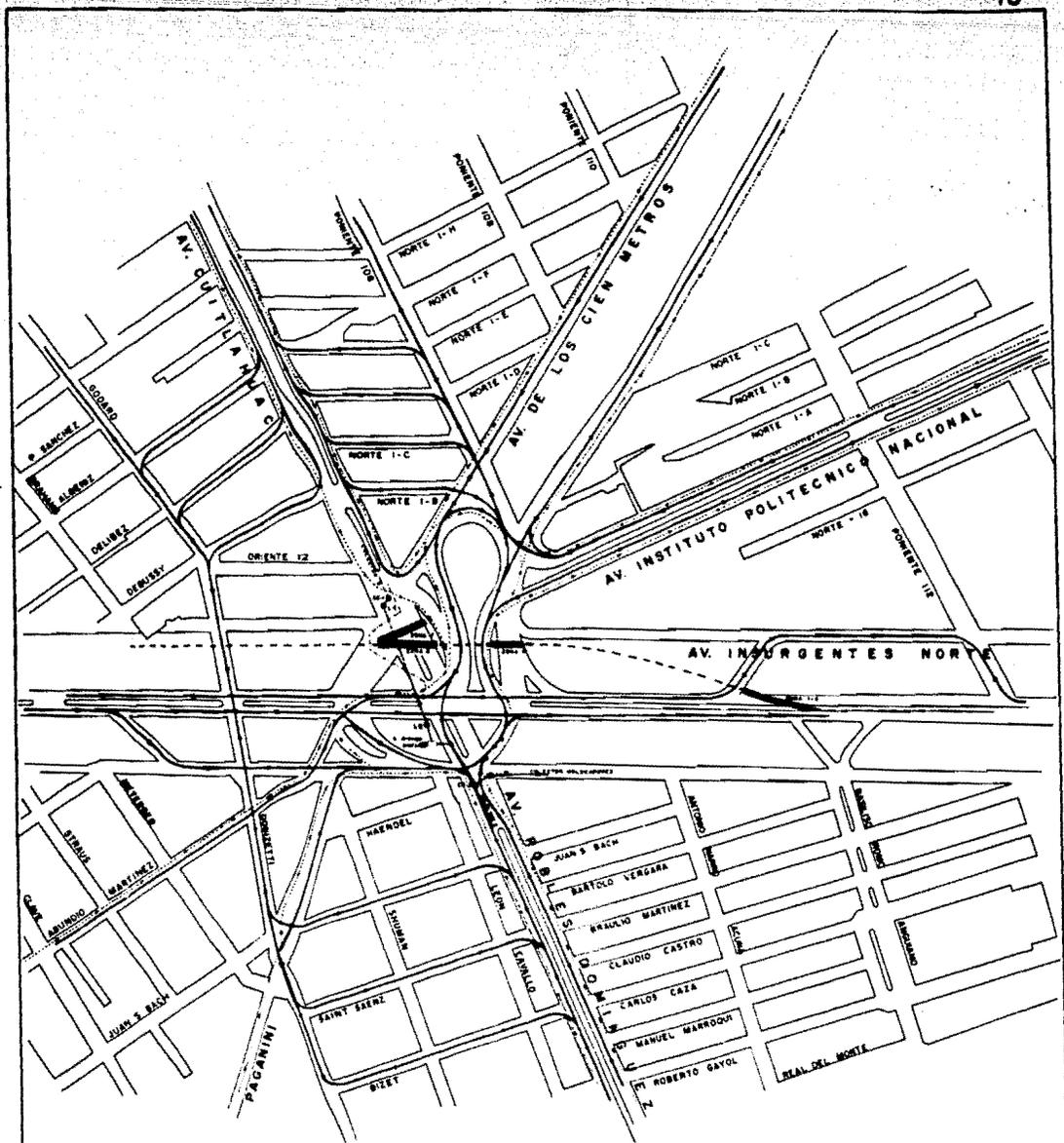


- ZONA DE INTERES
- - - LINEA SUBTERRANEA
- LINEA SUPERFICIAL
- ESTACION PROPUESTA



- DESVIO LINEAS TROLLEBUS
- DESVIO DE VEHICULOS
- ■ LUMBRERAS
- ZONAS DE TRABAJO EN LA 10.ª ETAPA
- LINEA SUBTERRANEA

DESVIO DE TRANSITO
Y CONSTRUCCION DE
CAJON DE METRO EN
LA 10.ª ETAPA DE LA
GLORIA POTRERO.



- DESVIO LINEA TRAFEBUS
- DESVIO DE VEHICULOS
- ■ LUMBRERAS
- ZONAS DE TRABAJO DE LA 2ª ETAPA
- LINEA SUBTERRANEA
- CAJA DE CAPTACION EXISTENTE
- TUNEL DE DESVIO DEL COLECTOR 1
- DESVIO TUBERIA AGUA POTABLE

DESVIOS DE TRANSITO
Y CONSTRUCCION DE
CAJON DE METRO EN
LA 2ª. ETAPA DE LA
GLORIETA POTRERO.

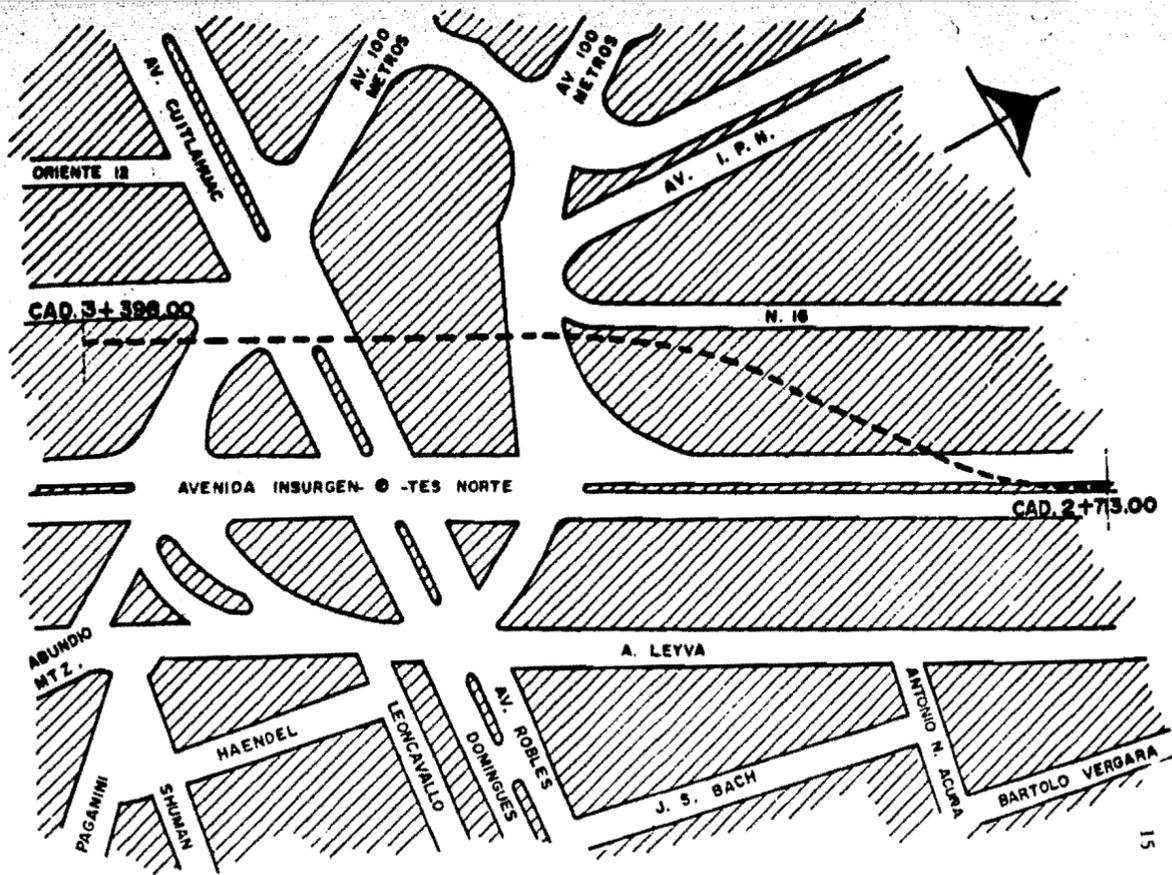
III. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.

- III.1. Solución Integral de Construcción de cajón de Metro, obras inducidas y desvíos de tránsito
- III.2. Estructura Subterránea
 - III.2.a. Ubicación
 - III.2.b. Zonificación de acuerdo a programa de obra
 - III.2.c. Procedimiento Constructivo
- III.3. Desvíos de Obras Hidráulicas
 - III.3.a. Ubicación de las desvíos de Obras Hidráulicas
 - III.3.b. Procedimientos Constructivos
- III.4. Desvíos
 - III.4.a. Procedimientos Constructivos
- III.5. Programas
 - III.5.a. Programa de obra civil y obras inducidas y Programas de desvíos de Tránsito

III.1. Solución Integral de Construcción de cajón de Metro, obras inducidas y desvíos de tránsito.

III.2.a. Ubicación

El origen de cadenamamiento corresponde al Km 4+882.90 localizado en el paño interior del muro tapón de la cola de la estación Tlatelolco, entre las calles de Prolongación Héroes y San Simón. La estructura subterránea a tratar se ubica entre los cadenamamientos 3+398.00 al 2+713.00.



III. 2. b. Zonificación de acuerdo a programa de obra

Para poder realizar la construcción del cajón del metro subterráneo y al mismo tiempo permitir el paso de vehículos y peatones es necesario zonificar las áreas de trabajo de acuerdo a un programa de obra establecido; esto es si tenemos 4 áreas de trabajo, en dos se constituye la estructura subterránea dejando libre la unidad en las otras 2 zonas de trabajo y viceversa, terminando estructura subterránea y dejando libre la vialidad.

ZONA	CADENAMIENTO	LONGITUD
1	2+713 - 2+877	164
1-2	2+877 - 2+978	101
2	2+978 - 3+055	77
3	3+055 - 3+193	138
4	3+193 - 3+212	19
5	3+212 - 3+272	60
6	3+272 - 3+340	68
7	3+340 - 3+244	96 Espuela
9	3+340 - 3+398	58

III. 2. c. Procedimiento Constructivo

Dentro de las obras de ampliación del metro tenemos a la línea 3 Norte, con 5.2 Km de longitud, 2.5 Km subterráneos y 2.7 Km a nivel, compuesta de 4 estaciones; La Raza, Potrero, Basílica y Zacatenco. Parte la línea de la calle San Simón y Prolongación Héroes continuadas por ésta hasta la Calzada Vallejo Ote., cruza el plato distribuidor La Raza y continúa por la lateral Pte. de Insurgentes, atraviesa la glorieta Potrero, que en forma de bayoneta se integra a la mellón central de Insurgentes hasta el cruce de Avenida Acueducto e Insurgentes Norte, con terminal en los antiguos Estudios Tepeyac como Talleres Generales.

- Trazo
- Construcción de brocales
- Excavación en zanja para muro colado en sitio

Incluyendo lado bentonítico.

- Colocación del armado de muro milán
- Colado del muro milán
- Excavación de núcleo y colocación de troqueles
- Construcción de losa de fondo
- Construcción de muro estructural
- Construcción de losa de techo
- Impermeabilización, relleno y parimentación

Trazo. Es efectuado por una brigada de topografía la cual indica en el terreno el trazo de proyecto, deja indicaciones como: niveles, galibos y cadenamientos.

Construcción de brocales. Son estructuras de ángulo recto de concreto armado coladas en sitio; la estructura está compuesta de dos ramas, una horizontal llamada alero y la vertical faldón. La función de los brocales es retener los rellenos sueltos así como servir de gufa y apoyo a las herramientas de excavación, para lograr esta última función los brocales deberán tener un espacio libre igual al espesor de los muros milán más 5 cms. Para la construcción de éstos se tiene: demolición de pavimento, excavación a mano en zanja en material I o II de 0 a 2 mts., de profundidad, armado, cimbrado, colado y troquelado debido a los pequeños empujes de tierra movimiento de maquinaria y filtraciones de agua.

Excavación en zanja para muro colado en sitio incluyendo lodo bentónico. La excavación y colado de los muros milán debe hacerse por tramos o tableros de 6 mts., y alternadamente. Antes de iniciar excavación se aísla un tablero por medio de compuertas de madera y se rellena el tramo aislado con lodo bentónico hasta 80 cms por abajo del borde superior del brocal, este lado estabiliza las paredes permaneciendo un mínimo de 8 hrs., para poder iniciar la excavación. Para poder excavar los tramos continuos a los ya colocados es necesario que éstas últimas hayan alcanzado el 50% de su resistencia nominal. No deberán pasar más de 24 horas entre la excavación de la zanja y el inicio de colado y no más de 6 horas, entre el nivel de desplante de los muros y el inicio de colado.

Colocación del armado del muro milán. Ya concluida la excavación y verificada la profundidad de la zanja se procede a efectuar la limpieza del fondo de la zanja, para evitar que los azolves se mezclen con el concreto y ocasionen una disminución en la resistencia. Enseguida se procede a la introducción de las juntas metálicas y el armado; las juntas metálicas son tubos huecos que dan la forma de hembra al tablero a colocar y de macho a los tableros adjuntos. Las parrillas del armado están contraventeadas con rigidizadores, para evitar tanto en las maniobras como en la introducción las deformaciones o se cuelgue. Por medio de una grúa es colocada la parrilla y para evitar que flote en el lodo, es empujada por la misma, además se troquela para evitar que emerja la parrilla durante el colado. A las parrillas se les dota de dos espacios de 60 x 60 cms., que sirven de gufa para el paso de trompas de colado. El tiempo máximo de colado es de 4 horas, sobre todo para evitar que el lodo se impregne demasiado al armado y reste adherencia entre varillas de acero y concreto.

Colado del Muro Milán. Después de colocada, centrada y nivelada la parrilla del armado, se procede al colado del muro milán por medio de 2 trompas de colado, éstas están integradas por tramos de tubo de 2 metros, de longitud unidas por coples herméticos para evitar en las uniones succiones de aire o lodo. Al tramo de tubo que sobresale a la superficie se le adiciona una tolva sobre la que se descarga el concreto; conforme avanza el colado se retiran tramos de tubo, debe cuidarse que la trompa de colado quede ahogada en el concreto por lo menos 1.5 metros. Como el peso específico del concreto es mayor que el de la bentónico, propicia que ésta suba a la superficie y se desaloja con bomba centrífuga. En resumen el muro milán consiste en sustituir el terreno natural por lado y de éste por concreto.

Excavación del núcleo a cielo abierto entre muros colados en sitio o tablestaca y colocación de troqueles. Una vez que el concreto en muros ha alcanzado su resistencia nominal (28 días para cemento tipo 1 y 14 días para tipo 3) se procede a la excavación del núcleo. Como actividad previa a la excavación está el abatimiento del nivel freático, que se realiza por medio de pozos de bombeo, colocándose a cada 10 metros, sobre el trazo del metro. Para la cons-

trucción de estos pozos primero se realiza una perforación de 30 cms., de diámetro por medio de una broca tricónica, su profundidad es 2 metros, mayor que el nivel de plantilla más bajo del cajón, una vez hecha la perforación se coloca al ademe consistente en un tubo metálico de 3" de diámetro ranurado en toda su longitud menos en los extremos, alrededor del tubo se coloca una malla fina para evitar que entren partículas de tierra al tubo, el resto de la perforación se rellena con grava y arena que sirven como filtro; posteriormente se coloca dentro del tubo 2 mangueras, una para inyectar agua y otra para succionarla, produciéndose el flujo de agua hacia los pozos de bombeo.

El abatimiento se realiza 1 día antes del inicio de la excavación y se suspende una vez colada la losa de piso. Las actividades de excavación y colocación de troqueles son simultáneas, conforme avanza la primera, se ejecuta la segunda. Los troqueles se colocan en dos niveles y a cada 50 cms. de las juntas y en 3 niveles en zona de rejillas, los troqueles quedarán alineados en los dos sentidos para permitir el colado de losa de piso y techo.

Construcción de losa de fondo. Una vez colocado el primero y segundo nivel de troqueles y llegado al nivel de desplante de la losa de piso se procede a colar una plantilla con un $f_{ic} = 100 \text{ Kg/cm}^2$, fraguada ésta se arma la losa de fondo dejando preparaciones para el futuro armado del muro estructural o de acompañamiento. Se alojan en los dos extremos de la losa tubos de drenaje de PVC, se dan pendientes longitudes y bombeo así como niveles. Una vez que la losa de piso adquiere su resistencia se retira al nivel inferior de troqueles.

Construcción del muro estructural. Una vez retirado el nivel inferior de troqueles se arma el muro estructural o de acompañamiento, formado por una continuidad entre losa de fondo y éste, se hacen perforaciones al muro milán para descubrir acero y poder unir mediante varillas tanto al muro milán como al estructural y poder cimbrar el muro de acompañamiento mediante una cimbra deslizante con una longitud de 6 metros. Se colocan juntas de PUC entre muros como entre losas de fondo, para evitar las filtraciones.

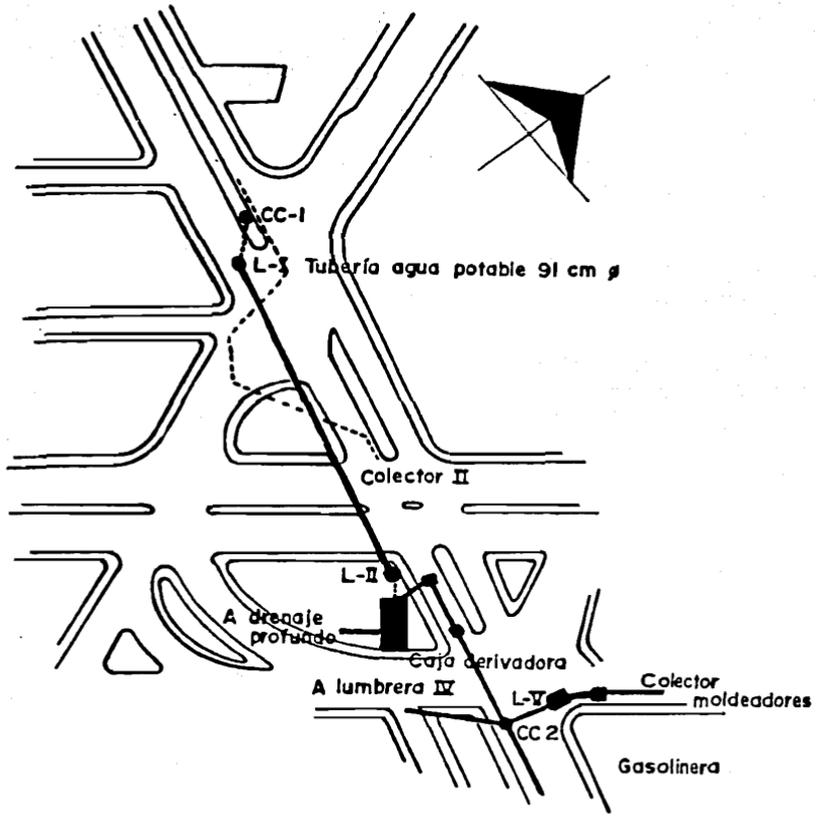
Adquirida la resistencia del muro estructural se des cimbra cortando varillas de unión entre muro milán, estructu- ral y cimbra deslizando.

Construcción de Losa de techo. Losa formada por tabletas precoladas y presforzadas y una losa de concreto ar- mado colada en sitio, una vez adquirida la resistencia se pro- cede a retirar el nivel superior de troqueles alojadas entre ta- blestacas.

Impermeabilización relleno y pavimentación. Des- pués de colada la losa se le da un riego de asfalto sobre el que se esparce arena, los rellenos se inician 10 días después del colado de la losa, estos rellenos son de material areno- límoso o de grava cementada compactadas al 95% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma proctor es- tandar.

La pavimentación se realiza en la forma tradicional sub-base, base y carpeta asfáltica.

III. 3. a. Ubicación de los desvíos de Obras
Hidráulicas.



III. 3. b. Procedimientos Constructivos.

Procedimiento Constructivo del túnel de unión entre la Lumbreira II y I en la glorieta Potrero.

Este túnel sirve de desvío del Colector 11 en la Av. Cuitláhuac y es construido con el método de "escudo" de frente abierto, cuya función es contener las paredes de perforación entre la sección de ataque y la ademada.

Características del Túnel. Diámetro exterior 3.0 metros, e interior 2.40 metros, con una longitud aproximadamente de 152.00 metros. El sentido de la excavación es de Lumbreira II a I.

Características del escudo. La estructura del escudo es un cilindro de acero de 3.00 mts., de diámetro y 3.75 mts. de longitud. Tiene frente abierto y está constituido por cuchillas de corte en el frente, gatos frontales, plataforma de trabajo, gatos de empuje, anillo de distribución, centro y faldón.

Dependiendo de las características del material por atravesar se adicionará en el frente del escudo un tupido de madera para trabajar con frente cerrado.

Arranque inicial del escudo. Para iniciar la perforación del túnel, el escudo se apoyará en 7 anillos de dovelas especiales, las cuales a su vez se apoyarán sobre viguetas empotradas en el muro de la Lumbreira II. Este conjunto constituye la estructura de atraque que transmitirá el empuje de los gatos al muro opuesto al frente de ataque del escudo. Una vez que el frente del escudo esté en contacto con el muro se procederá a demoler éste y al mismo tiempo, se comenzará a poner el primer anillo especial dentro de la camisa del escudo. Terminado de armar el primer anillo, se rezagará la demolición del muro, se ademará el frente con madera y se procederá a avanzar el escudo por tramos de 0.75 metros de longitud. Se colocará el segundo anillo dentro de la camisa del escudo, se rezagará el material producto de la excavación, se ademará el frente, se avanzará el escudo y se procederá a colocar el tercer anillo de dovelas. Este procedimiento se repetirá las veces necesarias hasta haber colocado los primeros siete anillos. En estas condiciones, toda la camisa del escudo estará en contacto con el terreno natural.

Avance del Escudo. El ataque del frente se realizará con herramienta natural. Deberá existir un tupido de madera sostenida por los gatos frontales del escudo, cerrando el frente para evitar la posibilidad de alguna falla. El frente se atacará dividiendo la excavación en 4 zonas como se ilustra en la figura 1. Dicha excavación se iniciará en el instante que se haya terminado el empuje del escudo y mientras se colocan los segmentos que formarán el último anillo. Una vez terminada la colocación del anillo y haviendo desalojado del frente la rezaga, se procederá a ejecutar un nuevo avance del escudo.

Para empujar el escudo se utilizan los gatos de la parte trasera los que se apoyan por medio de sus zapatas en el anillo de distribución, debiéndose controlar en cada empuje la carrera de cada uno de los gatos para garantizar la correcta dirección del escudo y la transmisión uniforme de las fuerzas a los segmentos metálicos del anillo. El avance mínimo para la colocación de cada anillo será de 41 cms., los cuales deberán medirse en la carrera de los vástagos de los gatos. En caso de que el escudo presente tendencia a girar o a desplazarse lateralmente, se procederá a usar aletas o puntales para corregir estas desviaciones. Durante el avance del escudo podrá continuarse con la excavación del frente y la colocación de las dovelas como ya se indicó. La rezaga producto de la excavación en el frente del túnel, se desalojará por medio de un sistema de bandas transportadas las que, cuando la longitud del túnel lo requiera descargarán a botes montados sobre vagones. Dichos botes serán jalados hasta la lumbrera para ser izados y descargar directamente la rezaga a los camiones; dentro de los primeros, 20.0 metros, de túnel la rezaga del frente se hará manualmente debido al reducido espacio que existe por la estructura de atraque.

Colocación del revestimiento primario. El túnel tendrá un revestimiento constituido por anillos de dovelas (charolas) metálicas de 1/4" de espesor, las cuales se colocarán conforme avance el escudo. Terminando el empuje del escudo, se retraerán totalmente los gatos y se procederá a la colocación de las charolas metálicas, las cuales serán suministradas desde la lumbrera y transportadas hasta la parte posterior del escudo, empezando por colocar las de la cuneta hasta llegar a la clave, donde se colocará una dovela de cierre que acuñará el anillo. La posición de la dovela de cierre deberá alterarse del centro hacia la derecha u izquierda con el objeto de no crear una zona débil. En la colocación del revestimiento primario en tramos de

curva y pendiente se utilizarán lanas metálicas entre la unión de las dovelas y éstas se colocarán manualmente. Colocada la charola de cierre de cada anillo, se procederá a apretar perfectamente los tornillos de unión, estando en disposición de iniciar un nuevo ciclo de avance.

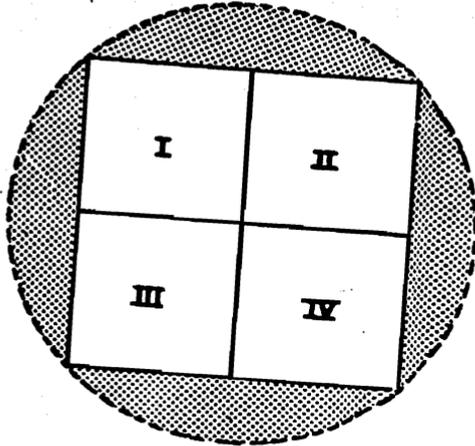
Inyección. Esta reducirá a asentamientos superficiales que se presenten durante la excavación así como la reducción de filtraciones hacia el túnel, esta inyección de contacto a base de lechada de cemento será en proporción 2:1 a 3:1 en el espacio que quede entre la periferia de los anillos y el suelo. La presión de inyección no será mayor de 0.5 Kg/cm². La inyección deberá ejecutarse después de que 4 anillos hayan sido del faldón para evitar que se pegue el escudo.

Instrumentación. Para conocer los movimientos del terreno será necesario colocar secciones de control de niveles a cada 50.0 metros de longitud a lo largo del eje del túnel constituido por cinco bancos de nivel superficial separados en el sentido transversal al eje del túnel a 0.0, 4.0, 8.0, 12.0 y 14.0 metros, instalados simétricamente. La frecuencia de las lecturas será una vez al día durante un periodo de 4 días antes de que el escudo pase por la sección y 5 días después. Se tomarán medidas de los diámetros del túnel en sentido horizontal, vertical y diagonal donde se observen problemas o a cada 30.0 metros y cuando el escudo se localice a una distancia de 2 anillos adelante de la sección de medición.

Revestimiento Definitivo. Terminando el tramo del túnel se colocará un revestimiento definitivo de concreto reforzado de 30.0 cm. de espesor, quedando una sección libre de 2.40 metros de diámetro. Primeramente se colocará la cubeta del túnel utilizando una bomba de concreto. Colocada la cubeta se colocarán las paredes y la clave del túnel mediante concreto lanzado, dándole un acabado similar como al colado con bomba. Será necesario perforar sobre el túnel pozos de 25 cm. de diámetro con aceme metálico y distribuidas a lo largo del túnel para facilitar las maniobras del suministro de materiales.

Abatimiento del nivel freático. Para reducir filtraciones durante la excavación será necesario abatir el nivel freático de acuerdo a la figura 2. Los pozos de bombeo se perforarán 4.0 metros abajo del nivel de planilla del túnel los tubos de fierro de 4" de diámetro ranurado en toda su longitud excepto en

2.0 metros, en ambos extremos y provistos de 3 aletas radiales formadas por varillas de 3/4" cuyo diámetro ajustará a las paredes de perforación estando éstas equidistantes a lo largo del ademe. Para la extracción de agua se utilizarán bombas de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1/4" operadas a una presión de 5 Kg/m², el nivel de succión será 2.0 metros abajo del nivel de plantilla. El bombeo se iniciará cuando el frente del túnel se encuentre a una distancia de 10.0 metros, antes de cada pozo y se suspenderá cuando se haya alejado 5.0 mts. En la lumbrera el bombeo se iniciará 2 días antes de principiar la excavación suspendiéndose cuando se realice la inyección.



ZONAS DE
ATAQUE

figura 1

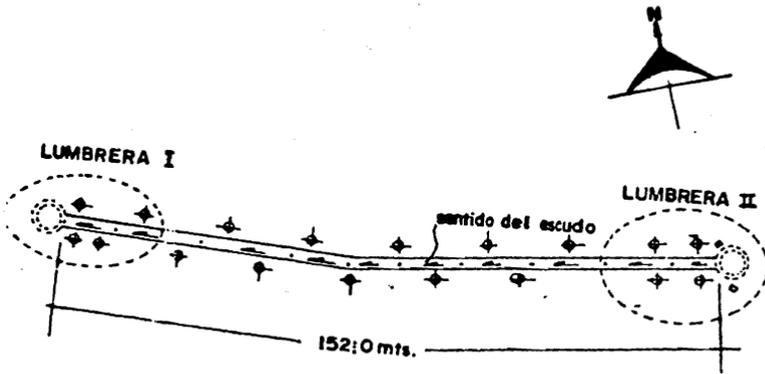


figura 2

Procedimiento constructivo de la Lumbra II, para el desvfo del colector No. 11 en la glorieta Potrero

Debido a los problemas que se presentaron durante la excavación, se dió solución mediante diferentes procedimientos constructivos a la lumbra, mencionándolos en orden cronológico, son:

48-e

La lumbra II se encuentra ubicada en la zona oriente de la glorieta potrero, en la esquina que forman el carril oriente de la Avenida de los Insurgentes y el carril de la avenida Robles Domínguez. Su geometría en planta es de forma circular con un diámetro exterior de 6.10 mts., alcanza una profundidad de aproximadamente 11.50 mts. El ademe provisional de la lumbra estará constituido por una sucesión de anillos formado por dovelas de concreto. El ademe definitivo estará constituido por muros de concreto colados en forma convencional.

Abatimiento del nivel freático. Antes de proceder a la excavación de la lumbra se abatirá el nivel freático mediante 4 pozos de bombeo, perforándose 4.0 mts., abajo de la profundidad máxima de excavación de la lumbra. Estos pozos de bombeo se construirán de acuerdo a lo expuesto en el tunnel de unión de lumbra II y I, variando solo que el bombeo se iniciará 10 días antes de la excavación y se suspende -

rá 15 días después de colada losa de fondo.

Construcción del brocal. Localizado y trazado el eje y el radio de la lumbrera sobre el terreno, se excavará a mano hasta 1.50 metros de profundidad, para proceder a colocar las dos primeros anillos de dovelas que servirán de guía para el armado y colado del brocal, éstos anillos se anclarán en el faldón del brocal y en el terreno. El andaje será constituido por una varilla de 1" de diámetro con cabeza y una longitud de 1.50 m., por cada dovela.

Excavación y colocación de dovelas. A partir de la elevación inferior del brocal se excavará la altura necesaria para colocar una dovela y se proseguirá en la misma forma hasta completar el anillo que irá formando el ademe provisional de la lumbrera. No se podrá excavar una profundidad mayor que la correspondiente a la altura de un anillo de dovelas si no se tiene colocado el anillo anterior. Al mismo tiempo que se colocan los anillos se van anclando al terreno, el anclaje se hará por medio de una varilla del diámetro con cabeza y una longitud de 1.50 metros, por cada dovela. Por cada dos anillos colocados se inyectará un tapón en la parte inferior del último anillo y se procederá a la inyección de lechada, llenando de esta forma las cavidades existentes entre dovela y terreno. La lechada podrá contener acelerante cuya cantidad dependerá de la magnitud de las filtraciones; el tipo de acelerante que se use deberá estar exento de cloruros. La presión de sello variará entre 0.5 y 1.0 Kg/cm² sin exceder en ningún caso éste último valor. El tapón se colocará con el propósito de impedir que la lechada penetre hacia abajo adicionándole también acelerante de fraguado.

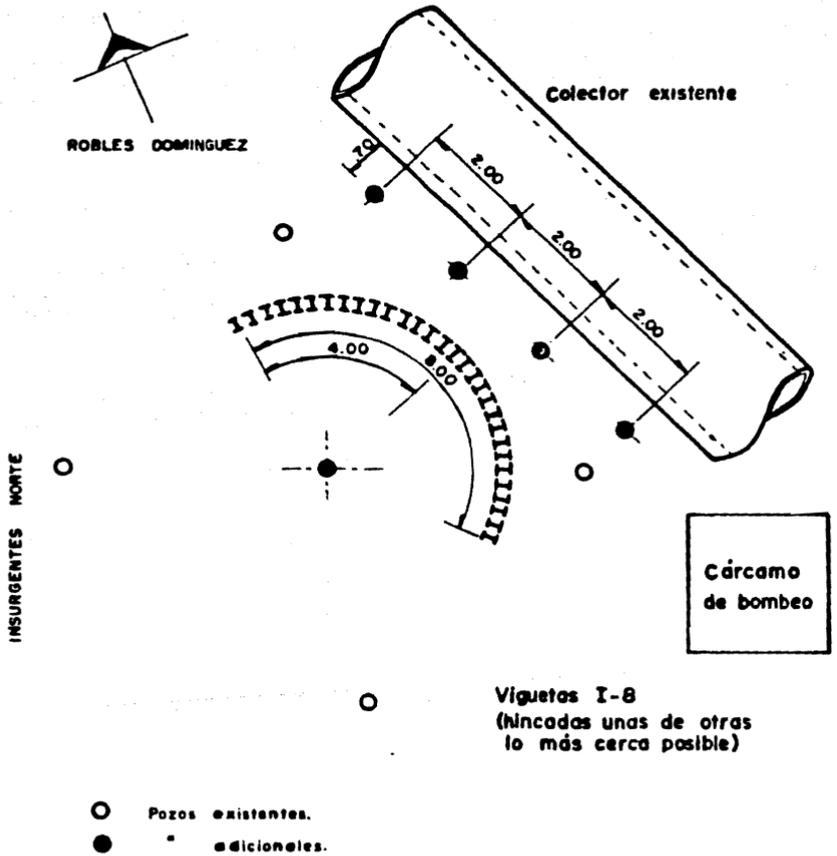
Antes de proceder a la inyección de la lechada de los dos últimos anillos se deberán tener calafateadas las uniones entre dovelas, con el objeto de evitar fugas de la mezcla. Para la extracción del núcleo central y la bajada y colocación de las dovelas se utilizará una grúa con almeja o bote situada en la proximidad del brocal, la cual sacará el material producto de la excavación. Para continuar con la excavación será necesario dejar transcurrir un tiempo, mínimo de 2 a 3 horas, a partir de la última inyección de lechada. Este proceso se repetirá el número de veces necesario hasta alcanzar la profesión de proyecto.

64-e

En vista de los problemas que se presentaron durante la excavación de esta lumbrera en el nivel -7.50 metros, se deberá realizar el siguiente procedimiento de construcción para poder continuar con la excavación. 1a. Etapa. Se procederá al hincado de origuetas de acero 1-8 hasta 2.0 metros abajo de la máxima profundidad de excavación (14.0 metros aproximadamente) ubicadas como lo indica la figura 1. En caso de que durante el hincado de las origuetas se presenten algunos estratos duros en el subsuelo se efectuarán perforaciones de 6" de diámetro. Para el hincado de las primeras 3 viguetas será necesario que las perforaciones de 6" de diámetro se efectúen en una longitud de 2/3 de la máxima profundidad de hincado de las viguetas. 2a. Etapa una vez hincadas las viguetas se instalarán además de 4 pozos de bombeo, instalados como ya se dijo anteriormente. 3a. Etapa Simultáneamente con el inicio de operación de todos los pozos, se procederá a extraer el agua del interior de la lumbrera por medio de bombas autocebantes. 24 horas después de extraída el agua del interior de la lumbrera y con todos los pozos en operación se continuará con la excavación como se mencionó anteriormente en el 48-e a excepción de que la inyección de las dovelas se hará después de haber colocado cada anillo hasta terminar la excavación.

108-e

Debido a los problemas que se han presentado durante el proceso de excavación será necesario continuar con el siguiente procedimiento constructivo. 1a. Etapa. Con el fin de evitar que el colector que se localiza próximo a la lumbrera trabaje a presión, será necesario que las compuertas en la caja derivadora que permiten el paso del agua hacia el túnel de drenaje profundo, se encuentran totalmente abiertas y se mantengan así durante el tipo que dure la construcción. Además deberá construirse un tapón tipo costalera o similar en el interior de la caja de desvío No. 1 para evitar el flujo del agua hacia la caja derivadora. 2a. Etapa. Se procederá a extraer el azolve del fondo de la excavación mediante la utilización de un tubo de succión tipo AIR-LIFT. Esta operación deberá hacerse en forma minuciosa con el fin de lograr una limpieza adecuada en el fondo de la lumbrera. 3a. Etapa. Efectuada la limpieza, se hará descender hasta



el fondo de la excavación la parrilla que constituirá el refuerzo de la losa de piso y que se armará previamente en la superficie para tal propósito. La parrilla se hará descender ayudada por su propio peso por medio de una grúa, tomando las debidas precauciones para evitar el flote y garantizar su verticalidad y su profundidad de apoyo. 4a. Etapa. Instalada la parrilla en su posición definitiva, se procederá a colar bajo agua la losa de fondo.

Esta losa tendrá un espesor de 0.85 metros, y se colará utilizando dos trompas de colado de 30 cms., de diámetro las cuales estarán constituidas por tubos no mayores de 3.00 metros, de longitud unidas herméticamente para evitar que las filtraciones de agua penetren en su interior. Las trompas deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar el manejo y la presión lateral del agua; asimismo, deberán ser lo suficientemente pesadas para evitar que floten al estar vacías al inicio del colado. En el extremo superior de la trompa se colocará tolva en la que se depositará el concreto para el colado de la losa. Durante el colado de la losa, las trompas no deberán trasladarse a través del concreto. Debido a que las trompas estarán con su extremo inferior abierto y lleno de agua, deberán taponarse. El tapón consistirá en un balón de latex inflado introducido por la parte superior y empujado hacia abajo con la 1a. colada de concreto. No deberá moverse demasiado rápido porque el desalojamiento del agua fuera de la trompa puede erosionar el fondo o mover el acero de refuerzo. El descenso del balón se controlará haciendo que éste baje apretadamente y agregando el concreto con una rapidez adecuada. Las trompas deberán mantenerse siempre embebidas en el concreto fresco 0.30 metros. Para iniciar el flujo de concreto las trompas deberán levantarse hasta una distancia de 30 cms., del fondo. El concreto deberá tener la fluidez adecuada para que sin necesidad de vibrarlo se distribuya uniformemente dentro del armado de la losa. Durante el colado deberá evitarse el desplazamiento vertical de la trompa hacia arriba y hacia abajo. Las revolturas de concreto no deberán ser vaciadas de golpe dentro de la tolva y los cucharones deberán abrirse lentamente para lograr un flujo suave y continuo. No se permitirán recesos mayores de 5 minutos. Será necesario llevar un riguroso control de colado, midiendo en forma continua la variación del nivel de la superficie del concreto, anotándolo en un registro con el objeto de poder decidir el retiro oportuno de las trompas de colado.

5a. Etapa. Se iniciará el abatimiento del nivel de agua dentro de la lumbrera en módulos descendentes de 1.50 metros, y se colocará una malla de acero 6 x 6 - 10/10 sobre las dovelas descubiertas. 6a. Etapa. Se aplicará concreto lanzado sobre la malla de acero hasta lograr un espesor de 15 cms. 7a. Etapa. Inmediatamente después de haber formado el 1er. anillo de concreto lanzado, se inyectará una lechada entre las dovelas y el terreno natural por el método de tubo manguito. Los tubos de inyección se ubicarán uno al centro de cada dovela. La lechada estará constituida por una mezcla de agua, cemento, arena y bantonita, correspondiendo 1.50 metros de altura la inyección (2 anillos de dovelas). No se abatirá el agua del interior en el siguiente módulo hasta no tener terminada la inyección de la etapa anterior; las etapas 5, 6, y 7 deberán repetirse el número de veces necesario hasta alcanzar la losa de fondo. 8a. Etapa. Terminada la inyección del último anillo de dovelas, se procederá a realizar el recubrimiento definitivo el cual consistirá en un muro de concreto armado y colado en toda el área perimetral del interior de la lumbrera, dejando las preparaciones necesarias para la llegada del escudo y la unión con la caja derivadora.

Notas importantes: En la elaboración del concreto de la losa de fondo se usará grava y no roca triturada con un tamaño máximo de 3/4" con un revenimiento de 18 cm. también se recomienda usar aditivos retardantes y plastificantes con un 4% de aire incluido para mejorar la manejabilidad y prevenir la segregación del concreto de la losa.

Si llevara un riguroso control de los diámetros en la lumbrera en 4 diámetros girados 45° entre sí.

Procedimiento Constructivo de la Lumbrera I para el desvío del colector No. II en la glorieta Potrero.

La lumbrera I se construirá en la zona Oeste de la Glorieta Potrero; en la esquina que forman Av. Cuicláhuac y la Lateral Oeste de Av. Insurgentes Norte. Su geometría en planta es circular como en la figura 1. La excavación para la construcción de la lumbrera I se realizará a cielo abierto entre una estructura provisional de contención constituida por una sucesión de anillos formados por dovelas de concreto dispuestos como en la figura 2. El ademe definitivo estará constituido por

un muro interior de concreto colado en forma convencional.

Abatimiento del Nivel Freático. Con el objeto de evitar filtraciones durante el proceso de excavación, se abatirá el nivel freático en el interior de la lumbrera instalando se 8 pozos de bombeo de acuerdo a lo mostrado en la figura 2. Los pozos de bombeo se construirán según se indicó anteriormente, perforándose 4.0 metros, abajo de la máxima profundidad de excavación de la lumbrera.

Excavación. Con el propósito de evitar una comunicación hidráulica entre el colector 11 y la lumbrera I, se rá condición necesaria que antes de iniciar la excavación, se tenga instalada una estructura de protección constituida por viguetas de acero. 1-8" hincadas en el terreno hasta 2.50 metros, abajo de la máxima profundidad de excavación de la lumbrera (15 metros aproximadamente). Las viguetas se hincarán lo más cerca posible como se muestra la figura 2. En caso de existir estratos de materiales duros que ofrezcan resistencia al hincado de las viguetas se procederá a realizar perforaciones de 6" de diámetro con broca tricónica en el No. que sea necesario para eliminar estos obstáculos. Si no se dispone de viguetas se usarán perfiles laminados. La estructura de protección se retirará una vez que se haya terminado el colado de la losa de piso de la lumbrera.

Construcción del brocal. Definido el trazo de la lumbrera sobre el terreno, se excavará a mano hasta 1.50 metros de profundidad para proceder a colar los dos primeros anillos de dovelas que servirán de gufa para el armado y colado del brocal. Estos anillos deberán ir anclados en el faldón del brocal, y en el terreno según se muestra en la figura 3. Este anclaje estará constituido por una varilla de 1" de diámetro, con cabeza y una longitud de 1.50 metros, por cada dovela.

Excavación y Colocación de Dovelas. A partir de la elevación inferior del brocal se excavará la profundidad necesaria para colocar una dovela y se proseguirá en la misma forma hasta completar el anillo que irá formando el ademe de la lumbrera. No se podrá excavar una profundidad mayor que la correspondiente a la altura de un anillo de dovelas si no se tiene colocado el anillo anterior. Por cada 2

anillos colocados, se suspenderá la excavación y se inyectará una lechada de cemento con el fin de formar un tapón en la parte inferior del par de anillos, cuyo propósito es impedir que la inyección de la lechada que se hará posteriormente no penetre hacia abajo; a este tapón se le adicionará acelerante de fraguado. Una vez que se haya colocado el tapón, se procederá a la inyección de lechada de cemento que llenará las cavidades entre dovelas y terreno. La lechada podrá contener acelerante cuya cantidad dependerá de la magnitud de las filtraciones el tipo de acelerante que se use deberá estar exento de cloruros. Antes de proceder a la inyección de la lechada, se deberá tener calafeteadas las unidades entre dovelas con el objeto de evitar fugas de la mezcla.

Para continuar con la excavación, será necesario dejar transcurrir un tiempo mínimo de 2 a 3 horas, a partir de la última inyección de lechada. La mezcla a utilizar para obtener la lechada de inyección deberá prepararse con la siguiente proporción de materiales: Agua 290 lts., Bentonita 1-5% kg, Cemento 200 Kg., Arena 100 Kg. Los materiales que se utilizarán en la preparación de la mezcla de inyección deberán cumplir con los siguientes requisitos: El agua no contendrá materia orgánica o sedimentos que resulten nocivos o perjudiciales a la mezcla, La bentonita deberá prepararse con una relación agua-bentonita que esté comprendida entre 1 y 5% en peso, considerando la proporción entre el agua y el cemento anteriormente indicada y con un tiempo mínimo de 8 horas, de hidratación. El cemento será del tipo I, III o puzolánico. La arena que se use deberá estar bien graduada y constituida por partículas redondeadas libres de materia orgánica; su contenido de finos no plásticos será máximo de 15%. Se podrán adicionar a la mezcla fluidizantes, estabilizadores de volumen, densificantes y obturadores en la medida que se requieren. La presión de sello variará de 0.5 - 1.0 Kg/cm² sin exceder este último valor. Para la extracción de material producto de la excavación y la bajada y colocación de dovelas se utilizará una grúa con almeja y bote situada en la proximidad del brocal. El proceso de excavación, colocación de dovelas e inyección de la lechada, se repetirá con el mismo criterio en la forma ya descrita, cuantas veces sea necesario hasta alcanzar la máxima profundidad de excavación de la lumbrera y ya alcanzada se colocará una plantilla de grava de 10 cm de espesor e inmediatamente después se procederá al armado y colado de la losa de

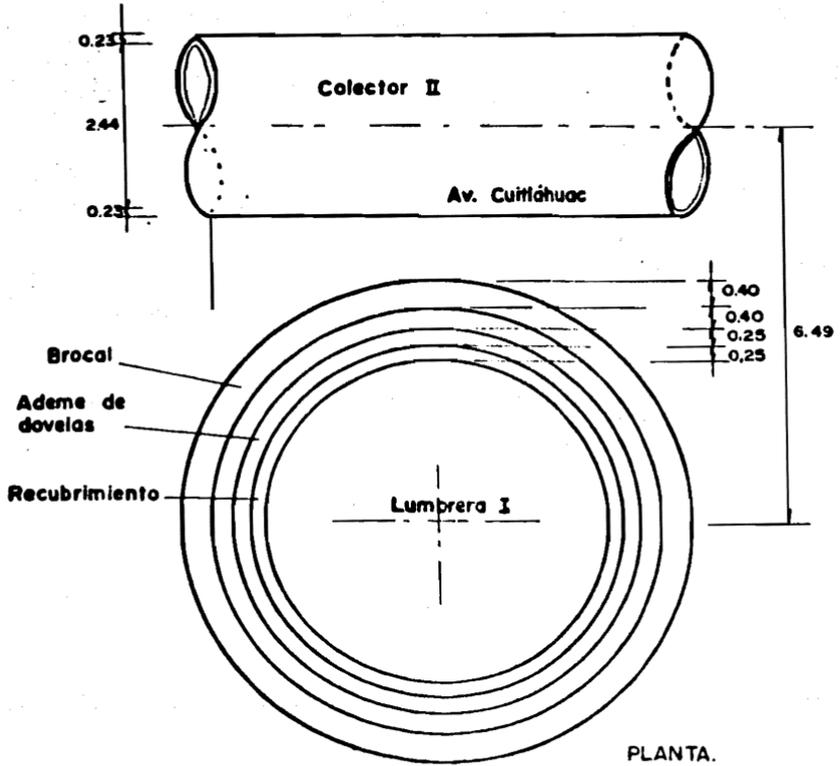


figura 1

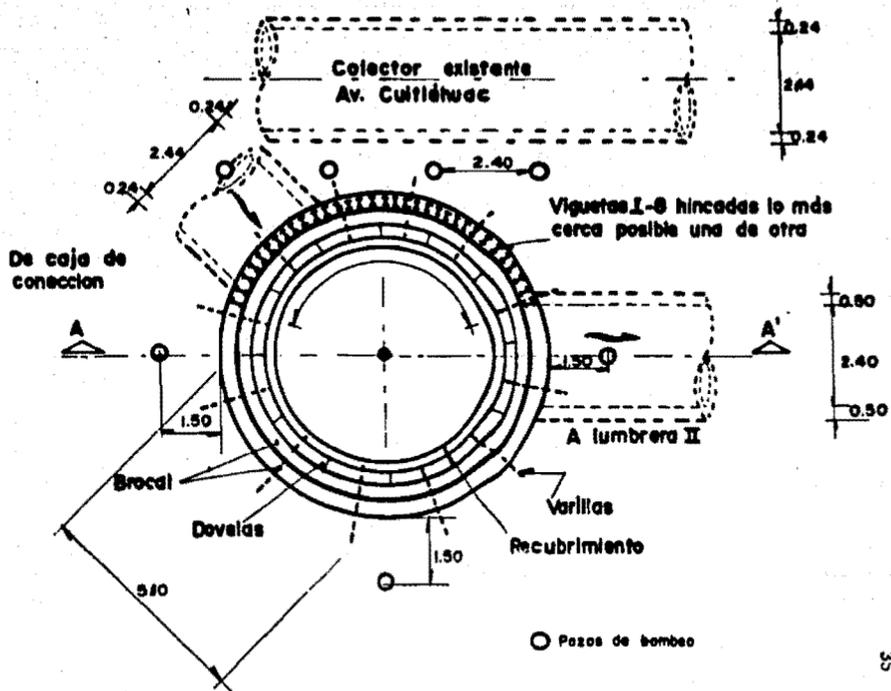


figura 2

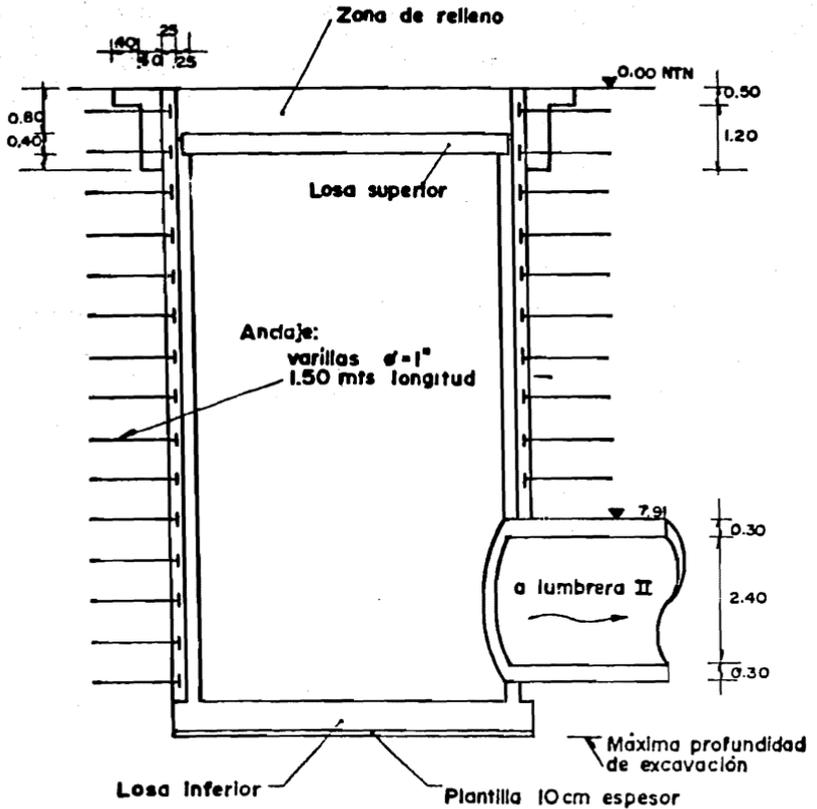
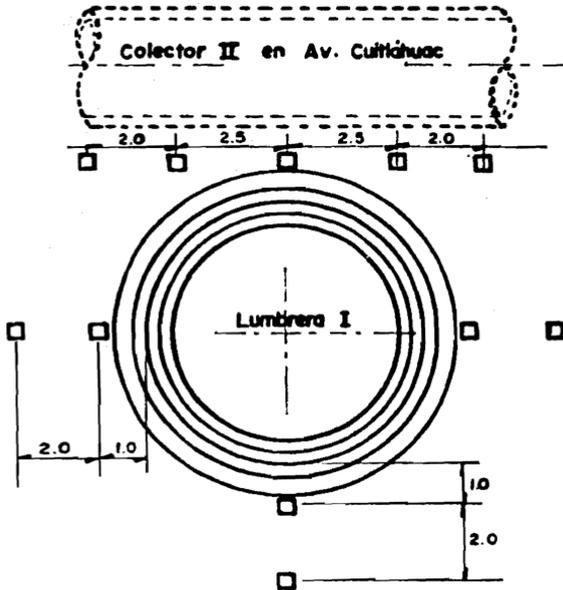


figura 3



□ Bancos de nivel superficial

figura 4

fondo. El tiempo máximo a transcurrir entre la llegada a la profundidad de proyecto y el colado de la losa de fondo no será mayor de 36 horas, 24 horas después de colada la losa de fondo, se procederá al colado de la cubeta y una vez que el concreto de ésta adquiera su resistencia especificada, se estará en condiciones de recibir al escudo, cuando el escudo haya salido de la lumbrera se colocará el relleno de concreto simple sobre la losa de fondo.

Notas Generales. Con el objeto de llevar un control de comportamiento de la lumbrera durante su construcción se nivelarán bancas de nivel superficial como lo indica la figura 4.

Procedimiento Constructivo de la lumbrera V en la Glorieta Potrero.

La excavación y construcción de esta lumbrera se hará mediante el proceso de hincado para lo cual será necesario construir un brocal que servirá de guía y apoyo al cajón que constituye la lumbrera.

Excavación y Construcción del brocal. La construcción del brocal se efectuará en etapas de acuerdo con lo que se indica en la figura 1. 1a. Etapa Se excavarán zonas perimetrales de 4.0 metros, de profundidad las cuales se ademarán en una de sus paredes con muros de tabique de 28 cm., de espesor. Todas las instalaciones municipales que interfieran con la excavación de las zanjas será necesario desviarlas y relocalizarlas fuera de la zona de construcción de la lumbrera. No deberá continuarse con la excavación hasta no tener totalmente desviadas las instalaciones municipales, pues algún pequeño movimiento puede ocasionar la rotura de dichas instalaciones. En vista de la presencia del nivel freático, será necesario efectuar un control de filtraciones durante la excavación de las zanjas mediante la construcción de un pequeño cárcamo en el fondo de éstas desde el cual se extraerá el agua producto de las filtraciones con una bomba autocebante de 2". Una vez alcanzada la máxima profundidad en las zanjas se procederá de inmediato a la construcción de los muros de tabique que contendrán las paredes de excavación con objeto de evitar desprendimientos y fallas locales que puedan ocasionar movimientos indeseables de las zonas vecinas. 2a. Etapa. Se colarán las paredes

y alero del brocal apoyando éste último directamente contra el terreno según la figura 1. Durante el colado de los brocales se procederá a la colocación y anclado de los marcos de carga que servirán para el hincado del cajón de la lumbrera. A continuación se procederá a la excavación de la parte central de la lumbrera hasta la profundidad de 4.0 metros, con respecto al nivel del terreno natural. En esta zona se efectuará un control de las filtraciones con objeto de tratar en seco, desalojando el agua de la zona de excavación en la misma forma que la mencionada para las zanajs. 3a. Etapa. Esta consistirá en la colocación del marco metálico inferior del cajón en el fondo de la excavación. Se procederá a continuación al colado de los muros del cajón de la lumbrera, debiendo prevverse en la zona donde penetrará el escudo, unas viguetas horizontales ahogadas en el concreto. Terminado el colado del cajón hasta al altura del brocal se suspenderá el control de las filtraciones y se procederá al hincado de esta parte del cajón con el auxilio de 2 gatos hidráulicos apoyados en las marcas fijadas previamente al brocal. Por lo general en este primer hincado las fuerzas de empuje son muy ligeras pues a esta profundidad el cajón penetra por su propio peso.

Se procederá posteriormente al colado de un segundo tramo adicional de cajón. Se escavará en el fondo de la caja y simultáneamente, con el auxilio de los gatos, se procederá al hincado del nuevo tramo de cajón. La excavación se efectuará siempre bajo un tirante de agua conservando el nivel de ésta a una profundidad igual a la del nivel freático.

Se repetirá esta operación construyendo e hincando tramos de cajón hasta llegar a la profundidad de proyecto.

Una vez alcanzada la profundidad de proyecto se procederá a la limpieza del fondo y al colado de la losa-tapón. El colado de esta losa se efectuará mediante el procedimiento de tubo tremie utilizando una sola trompa de colado. Durante este colado no deberán tenerse recesos mayores de 15 minutos y la trompa de colado deberá quedar siempre embebida dentro del concreto una longitud mínima de 30 cm. El diámetro mínimo de la trompa de colado deberá ser de 8 veces mayor que el tamaño máximo del agregado; el tapón de la trompa de colado estará constituido por un balón de latex que será desplazado por el concreto a medida que ocurra el primer vaciado.

La trompa no deberá trasladarse a través del concreto sino extraída y vuelta a colocar más adelante, el revenimiento de la losa-tapón estará de 15 - 18 cm. Un día después de colada la losa tapón se procederá a la extracción del agua del interior de la lumbrera y al armado y colado de la losa de fondo la cual deberá ligarse estructuralmente a las paredes del cajón. Terminada la construcción de la losa de fondo donde se apoyará el escudo, apoyándose también sobre la pared opuesta a la penetración, en una estructura de atraque constituida por madera.

Notas Generales. El cemento utilizado para la construcción de las paredes del cajón deberá ser tipo III.

Cada tramo construido del cajón deberá tener la edad necesaria para alcanzar su resistencia de proyecto antes de proceder a su hincado.

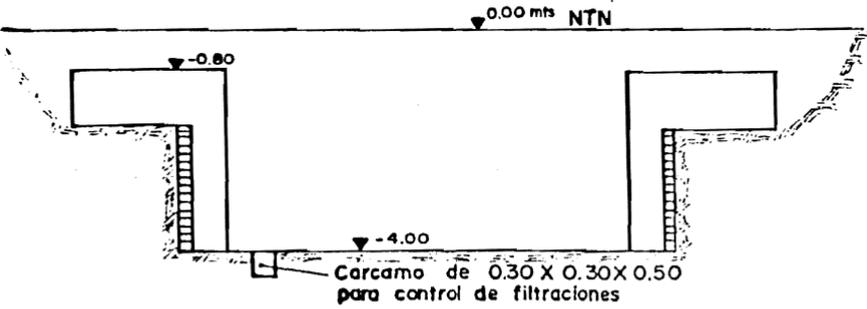
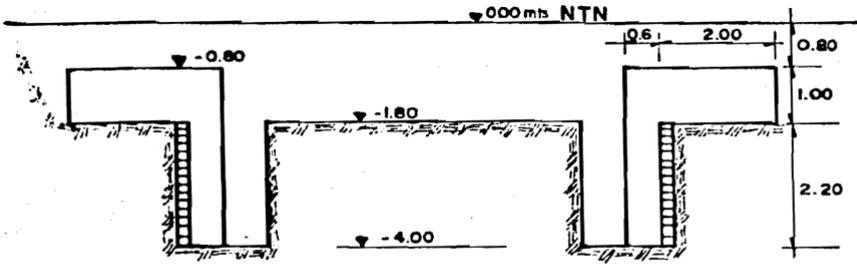
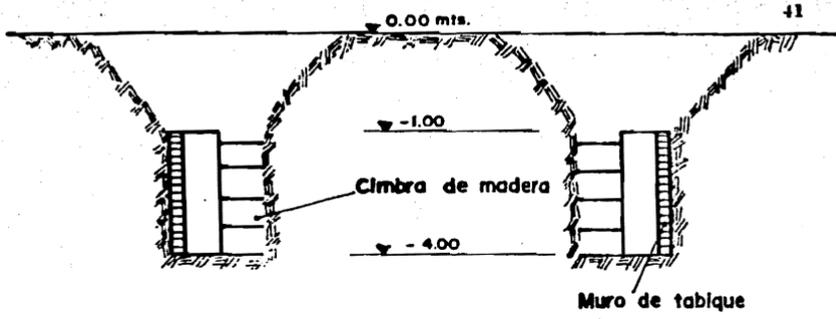
Se llevará riguroso control de niveles durante el hincado del cajón con objeto de garantizar su verticalidad y evitar posibles desvíos.

La holgura entre las paredes interiores del brocal y la pared exterior del cajón en la cara donde penetrará el escudo será de 30 cms.

Para efectuar el hincado del cajón se utilizarán únicamente 2 gatos colocados diametralmente opuestos y de 100 toneladas de capacidad.

Para el colado bajo agua de la losa de fondo deberá utilizarse cemento tipo I.

En vista de la cercanía de las construcciones vecinas a la lumbrera, será necesario llevar un control de movimientos mediante bancas de nivel superficiales y palomas que se ubicarán respectivamente alrededor de la lumbrera y sobre los parámetros de las construcciones de acuerdo a la figura 4.



CONSTRUCCION DEL BROCAL

figura 1

PROCESO DE HINCADO

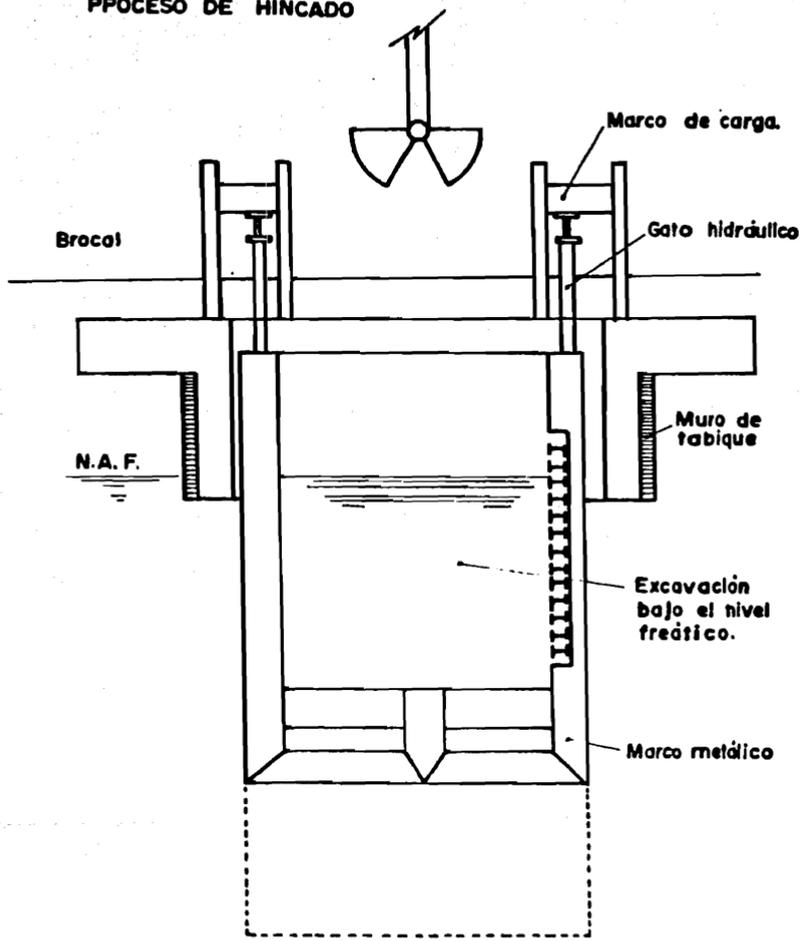
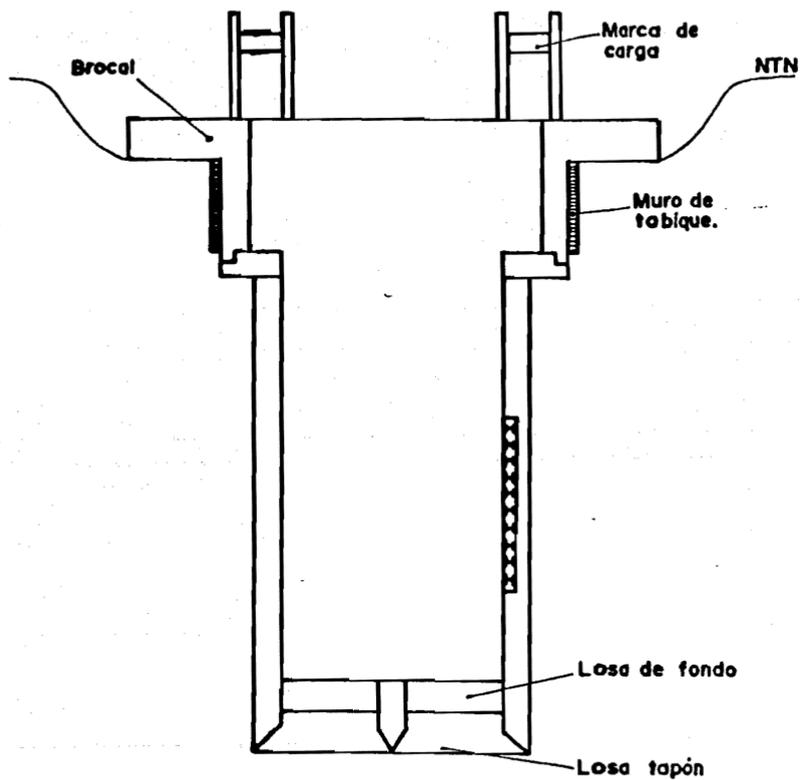
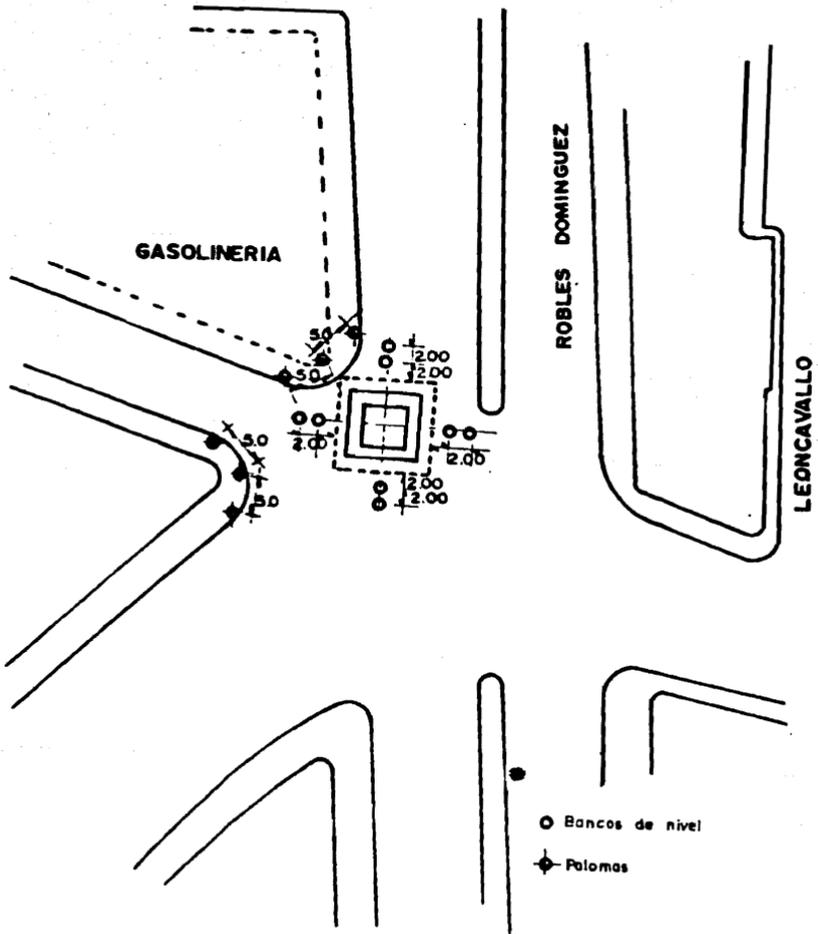


figura 2



COLADO DE LOSA DE FONDO

figura 3



Procedimiento Constructivo de la caja de conexión No. 1 en la Glorieta Potrero.

La excavación para la construcción de la caja se realizará a cielo abierto entre una estructura de contención constituida por una sucesión de anillos formados por dovelas de concreto unidas entre sí por medio de tornillos de acero.

Abatimiento del Nivel freático. Se instalarán 4 pozos de bombeo como se muestra la figura 1. Los pozos de bombeo se construirán siguiendo los lineamientos de la lumbrera 1. El bombeo se iniciará 2 días antes de principiar la excavación y se suspenderá 15 días después de colada la losa de fondo.

Excavación. Construcción del brocal. Definido el trazo de la caja sobre el terreno, se excavará a mano hasta 1.50 metros de profundidad, para proceder a colocar los dos primeros anillos de dovelas que servirán de guía para el armado y colado del brocal. Estos anillos deberán colocarse en el faldón del brocal y en el terreno natural como lo indica la figura 1. El anclaje estará constituido por una varilla de 1" de diámetro con cabeza y de 1.50 metros de longitud por cada dovela.

Excavación y colocación de dovelas. La excavación se hará como sigue: A partir de la elevación inferior del brocal se excavará la profundidad necesaria para colocar una dovela y se proseguirá en la misma forma hasta completar el anillo que irá formando el adorno de la caja. No se podrá excavar una profundidad mayor que la correspondiente a la altura de un anillo de dovelas si no se tiene colocado el anillo anterior. Al mismo tiempo que se coloquen las dovelas que conforman el anillo, éstas se irán anclando en el terreno en la forma descrita. Por cada 2 anillos colocados, se suspenderá la excavación y se inyectará lechada de cemento con el fin de formar un tapón en la parte inferior del par de anillos cuyo propósito es impedir que la inyección que se hará posteriormente no penetre hacia abajo; a la lechada que se utilice para el tapón se le adicionará acelerante de fraguado. Colado el tapón, se procederá a la inyección de contacto constituida por lechada de cemento que llenará las cavidades existentes entre dovelas y terreno. La lechada podrá conte-

ner acelerante cuya cantidad dependerá de la magnitud de las filtraciones; el tipo de acelerante que se use deberá estar exento de cloruros.

Antes de proceder a la inyección de la lechada, se tendrá calafateadas las uniones entre las dovelas con el objeto de evitar fugas de la mezcla. Para continuar con la excavación, será necesario dejar transcurrir un tiempo, mínimo de 2 a 3 horas, a partir de la inyección de contacto.

Mezcla de Inyección. La mezcla a utilizar para obtener la inyección de contacto deberá prepararse con los materiales y proporciones siguientes:

Agua: 290 Hs., Bentonita 5% Kg., Cemento 200 Kg., Arena 100 Kg., Los materiales que se utilicen en la elaboración de la mezcla de inyección deberán cumplir con los requisitos siguientes: El agua no contendrá materia orgánica o sedimentos que resulten nocivos o perjudiciales. La bentonita deberá prepararse con una relación agua-bentonita que esté comprendida entre 1 y 5% en peso, considerando la proporción entre el agua y el cemento anteriormente indicada y con un tiempo mínimo de 8 horas, de hidratación. El cemento que se utilice podrá ser tipo I, tipo III o puzolánico. La arena que se use deberá estar bien graduada y constituida por partículas redondeadas libres de materia orgánica; su contenido de finas no plásticas será máximo de 15%. De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba de laboratorio ejecutadas en la mezcla base antes mencionada, se podrán adicionar a ésta, fluidizantes, estabilizadores de volumen, densificantes y obturadores en la medida en que se requieran.

La presión de inyección variará entre 0.5 y 1.0 Kg/cm sin exceder en ningún caso este último valor. Para la extracción del material producto de la excavación y la bajada y colocación de las dovelas, se utilizará una grúa con almeja o bote situada en la proximidad del brocal. El proceso de excavación, colocación de dovelas e inyección de la lechada, se repetirá el número de veces necesarias hasta descubrir el lomo del colector. A partir de esta profundidad las dovelas se tendrán que recortar lo suficiente para irse amoldando al colector en todo su perímetro. Para la unión del colector con las dovelas será necesario ranurar el tubo

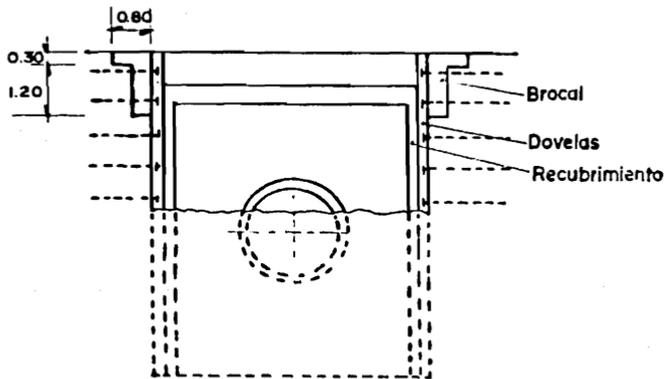
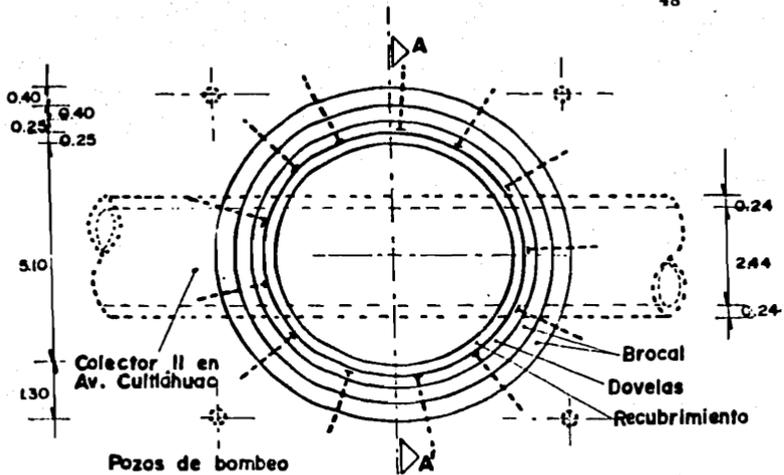
del colector. Las dimensiones de la ranura serán de 30.0 cms., de ancho por 5.0 cm., de profundidad como lo muestra la figura 2 el hueco que se forme en la unión del colector con las dovelas será relleno con mortero.

La colocación de las dovelas se suspenderá cuando se haya abarcado las $3/4$ partes del diámetro del colector. En este nivel se harán 2 excavaciones en zanja transversales al eje del colector y hasta 20 cm., abajo de la máxima profundidad de excavación, de 1 metro de ancho y de una longitud igual a la del diámetro exterior del tubo del colector. Una vez hechas las zanjas se procederá a colar dentro de las mismas, silletas de concreto de 0.60 metro de ancho a todo lo largo de la zanja como se muestra en la figura 3.

Las silletas se localizarán a cada tercio de la longitud descubierta del colector para el caso en que éste resulte ser colado en sitio. En el caso de que el colector tenga uniones, las zanjas que alberguen las silletas se harán bajo dichas uniones en la misma forma como se indicó.

Transcurridas 72 horas, de coladas las silletas, se continuará la excavación y colocación de dovelas hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto. En seguida se colocará una plantilla de grava de 10 cm. de espesor sobre la que se armará y colocará la losa de piso, debiéndose dejar las preparaciones necesarias para el armado y colado del Muro interior, el cual se construirá una vez que la caja haya sido unida al colector que la comunica con la lumbrera 1.

La unión de la losa de piso con las silletas deberá impermeabilizarse. El tiempo máximo entre la llegada a la profundidad de proyecto y el colado de la losa de fondo no será mayor de 36 horas. Para evitar daños a la tubería de agua potable no transitará maquinaria pesada en la parte norte de la caja de conexión No. 1. El rompimiento del colector existente se hará cuando la unión de la caja con la lumbrera 1 se haya realizado. Tanto el relleno como la restitución de pavimento sobre la losa superior se comentará en el capítulo III. 2. b.



Corte A-A'

figura 1

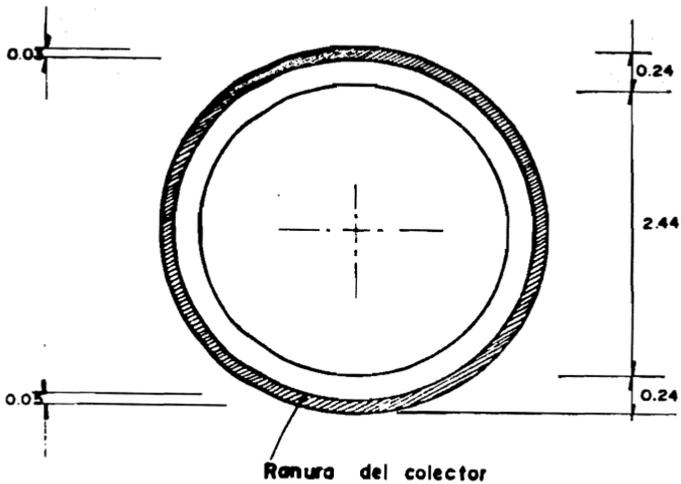
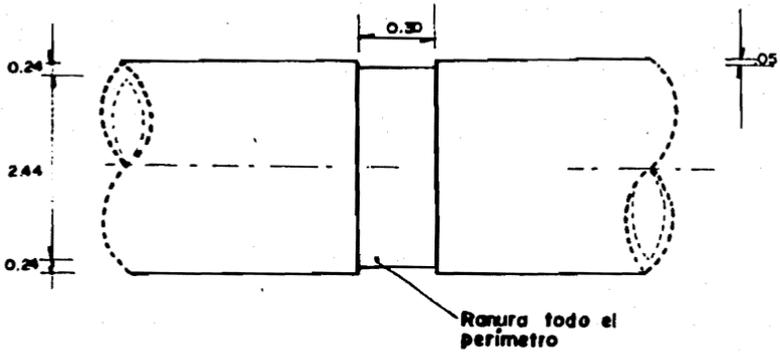


figura 2

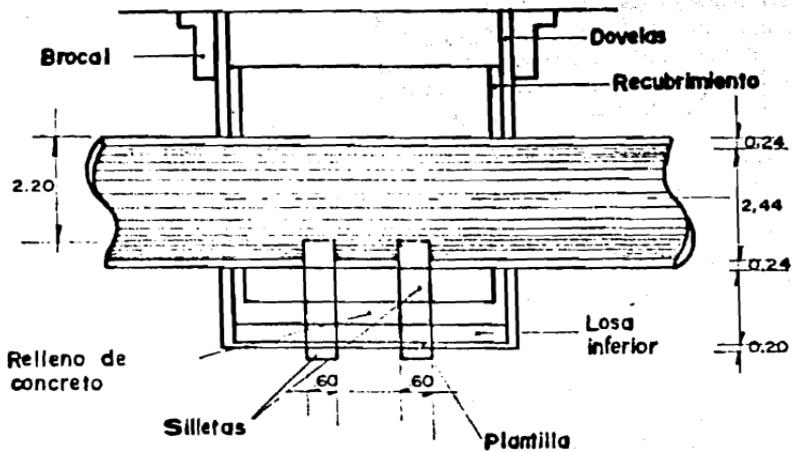
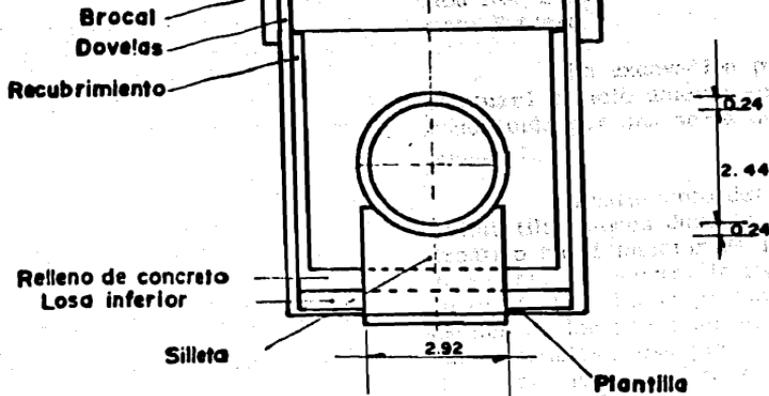


figura 3

Procedimiento Constructivo para la caja de conexión No. 2 que se construirá sobre el colector II en la glorieta Potrero.

La excavación para la construcción de la caja se efectuará a cielo abierto entre una estructura de contención, constituida por una serie de anillos formados por dovelas de concreto.

Abatimiento del nivel freático. Con el objeto de evitar filtraciones durante la excavación se abatirá el nivel freático en el interior de la caja instalando 4 pozos de bombeo como lo muestra la figura 1a. se perforarán 4.0 metros abajo de la máxima profundidad de excavación de la caja. Los ademes de los pozos serán tubos de 4" de ϕ ranurados en toda su longitud, excepto 2.0 metros en ambos extremos y estarán provistos de 3 aletas radiales formadas por varillas de 3/4" cuyo diámetro ajustará a las paredes de perforación, éstas se localizarán en 3 puntos equidistantes a lo largo del ademe. Para la extracción del agua se utilizarán bombas de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1 1/4" operadas a 5 Kg/cm². El nivel de succión se colocará 2.0 metros abajo de la máxima profundidad de excavación. El bombeo se iniciará 3 días antes de proceder a la primera excavación y se suspenderá una vez colada la losa de piso.

Construcción del brocal. Como lo indica la figura 1b, se excava a mano 1.50 metros para proceder a colocar los primeros anillos de dovelas que servirán de guía para el armado y colado del brocal. Estos anillos se anclarán en el faldón del brocal y en el terreno, el anclaje lo constituye una varilla de 1" de ϕ con cabeza y longitud de 1.50 por cada dovela.

Excavación y colocación de dovelas. A partir de la elevación inferior del brocal se excavará la profundidad necesaria para colocar una dovela y se proseguirá hasta colocar el anillo que formará el ademe de la caja. No se podrá excavar una profundidad mayor que la correspondiente a la altura del primer anillo de dovelas si no se tiene colocado el anillo anterior.

Por cada dos anillos colocados, se suspenderá la excavación y se inyectará una lechada de cemento con el fin de formar un tapón en la parte inferior del par de anillos, cuyo propósito es impedir que la inyección de la lechada que se hará posteriormente no penetre hacia abajo, se le adicionará acelerante de fraguado. Una vez colocado el tapón se inyectará lechada de cemento que llenará las cavidades entre dovelas y terreno, esta lechada contendrá acelerante cuya cantidad dependerá de la magnitud de las filtraciones. El acelerante estará exento de cloruros. Antes de inyectar se calafatearán las uniones entre dovelas para evitar fugas de mezcla.

Para continuar la excavación se dejará transcurrir de 2 a 3 horas a partir de la última inyección de lechada.

Mezcla de inyección:

Agua 290 litros, Bentonita 1 a 5% Kg., Cemento 200 Kgs., Arena 100 Kgs., podrán unirse según las condiciones presentadas en la construcción. Los materiales cumplirán con: El agua no contendrá materia orgánica. La bentonita se preparará con una relación agua-bentonita comprendida entre 1 a 5% en peso, considerando la proporción entre agua y cemento con un tiempo mínimo de 8 horas de hidratación. El cemento utilizado será del tipo I, III o puzolanico. La arena usada será bien graduada y con partículas redondeadas libres de materia orgánica, su contenido de finos no plásticos será máximo de 15%. Según resultados de pruebas de laboratorio se adicionarán fluidizantes, estabilizadores de volumen, densificantes y obturadores. La presión de inyección variará de 0.5 - 1.0 Kg/cm² sin exceder este último.

El proceso de excavación, colocación de dovelas e inyección de lechada se repetirá hasta localizar el lomo del colector. A partir de esta profundidad las dovelas se tendrán que recortar lo suficiente para irse amoldando al colector en todo su perimetro. Para la unión del colector con las dovelas será necesario ranurar el tubo del colector. Las dimensiones de la ranura serán de 30.0 cm de ancho x 5.0 cm de profundidad según lo muestra la figura 2b. El hueco que se forme en la unión del colector con las dovelas será rellenado con lechada y un aditivo estabilizador de volumen. A partir del lomo del colector se proseguirá con la excavación y colocación de dovelas en la forma antes descrita hasta abarcar

3/4 partes del diámetro. En este nivel se procederá a hacer zanjas transversales al eje longitud del colector abajo de sus juntas de unión. Las zanjas tendrán 1.0 metros de ancho x 3.92 metros de longitud y una profundidad de 0.20 metros abajo de la máxima profundidad de excavación y se ubicaran simétricamente abajo de cada junta según lo indica la figura 3a. Terminada la excavación de las zanjas, se colocará dentro relleno de concreto simple con el fin de formar silletas de concreto que sostengan al colector para poder continuar con la excavación. Las silletas tendrán un ancho de 0.40 metros y una longitud igual a la de la zanja, transcurridas 72 horas de coladas las silletas, se continuará con la excavación y colocación de dovelas hasta alcanzar la máxima profundidad de excavación donde se colará una plantilla de concreto simple con aditivo acelerante de fraguada de 10 cm. de espesor. 3 horas después de colocar dicha plantilla se armará y colará la losa de piso. La unión de silletas y losa de piso se impermeabilizará. El tiempo máximo a transcurrir entre la llegada a la profundidad de proyecto y el estado de losa de fondo no será mayor de 36 horas, 24 horas después de haber colado la losa inferior se armará y colará el muro interior de la caja. Durante la construcción se dejarán las preparaciones necesarias en las zonas donde la caja se conectará con el colector moldeado res, colector No. 11 y con la futura conexión de la lumbrera IV

Después de 24 horas de haber terminado el colado del muro se colocará sobre la losa de piso un relleno de concreto simple. 7 días después de colado el muro interior se armará y colará la losa superior.

Alcanzada la resistencia la losa superior se colocará el material de relleno y cuando éste alcance el nivel de subrasante se resicuirá el pavimento.

Notas generales. Para llevar un control del comportamiento de la caja se construirán los bancos de nivel superficiales localizados según la figura 4.

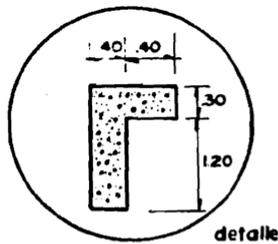
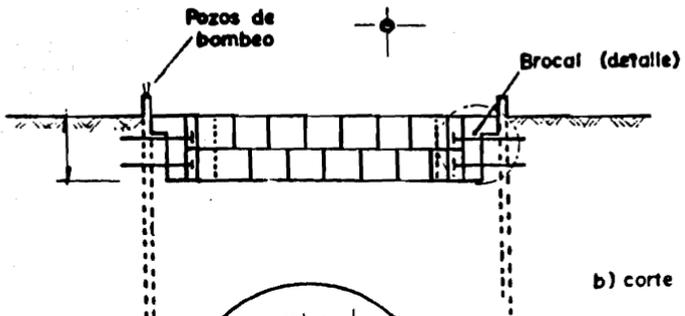
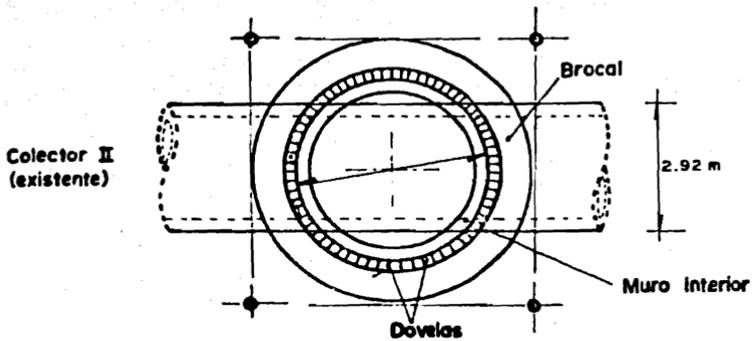


figura 1

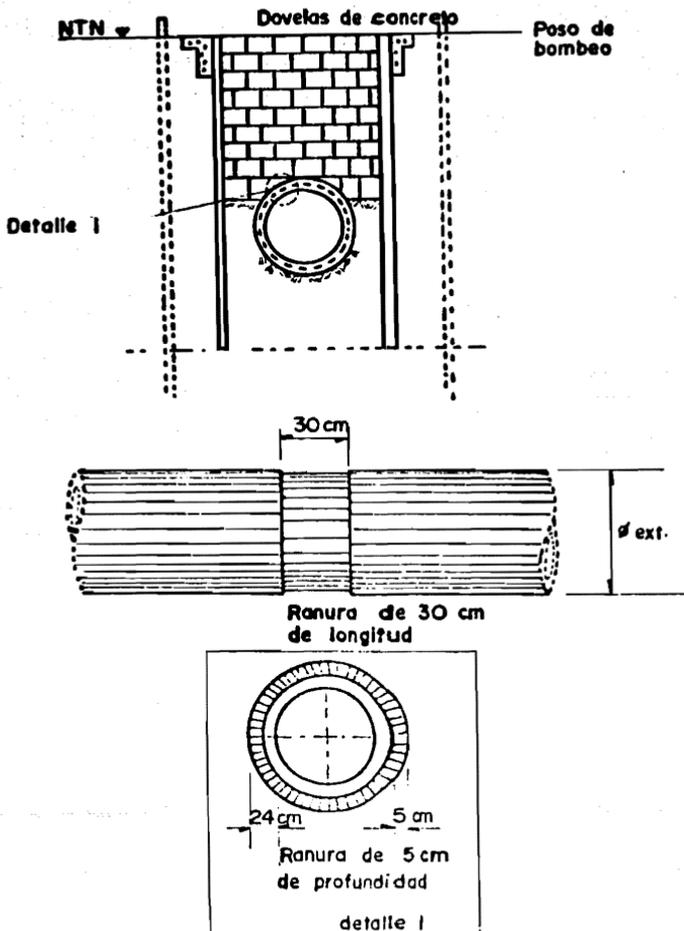


figura 2

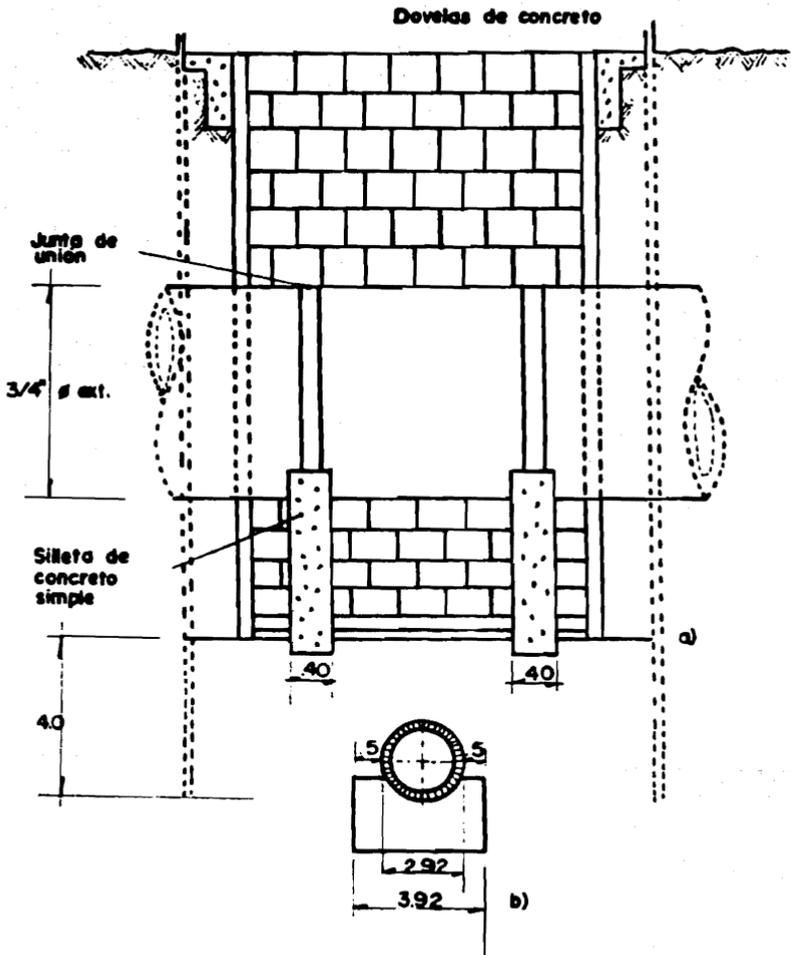
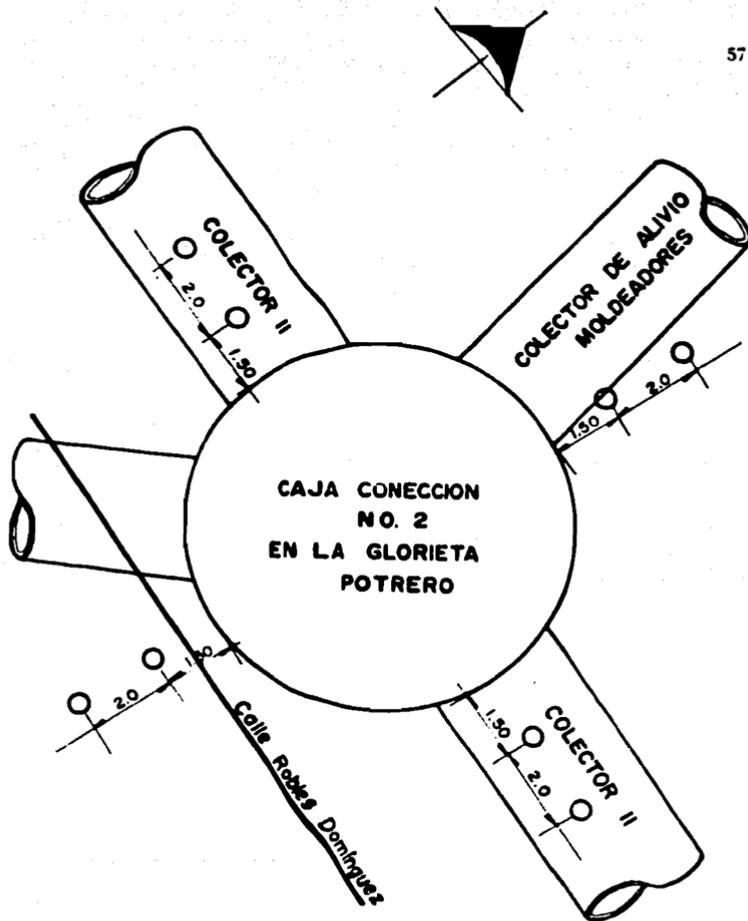


figura 3



○ Banco de nivel superficial.

figura 4

Hincado del tubo que comunicará la lumbrera II con la caja de captación en la glorieta Potrero.

La unión la constituye un tubo de acero que funcionará como revestimiento primario, el definitivo lo constituirá un muro de concreto armado colado en toda el área perimetral interior del tubo.

1. Características generales del tubo. Tubo de acero A-36 con un diámetro interior de 2.50 metros y un espesor (1/2)" 12.7 mm. La distancia de la lumbrera II y la caja de captación es de 5.36 metros, se hincará el tubo en 3 tramos de 1.79 metros, los cuales tendrán aflansadores constituidos por una solera de acero de 3" y 1/2" y 2 ángulos de 2" x 2" x 1/8" como se muestra en la figura 1. El primer tramo por hincar llevará en el frente, en todo el perímetro exterior una placa de acero soldada de 25 cm de ancho y (1)" de espesor. Todos los tubos subsecuentes llevarán en el frente en todo su perímetro interior, una placa de acero de 1/2" de espesor que servirá de guía para que éstos embonen sin holgura en los tramos ya hincados como lo indica el detalle "A" de la figura 1, La unión definitiva de los tramos se efectuará por medio de soldadura.

II. Proceso de hincado. a) el muro de la lumbrera en el sitio de hincado deberá ser demolida debiendo respetar las varillas que conforman el armado y que se utilizarán para ligar estructuralmente este muro con el revestimiento definitivo del túnel. b) Se procederá a colocar en posición el primer tramo de tubo por hincar, para esto será necesario apoyarlo sobre una estructura de madera capaz de mantenerlo en esa posición durante el proceso de hincado. El hincado se realizará por medio de 2 gatos con capacidad de 150 toneladas y carrera de 0.60 metros cada una. Estos gatos empujaron a los tubos a través de una estructura metálica integrada por viguetas 1-12" livianas soldadas a dos placas circulares de 1/2" de espesor como se muestra en las figuras 2 y 3. Para iniciar el hincado, los gatos se apoyarán sobre un conjunto de viguetas de acero 1-12" livianas dispuestas en la forma como se indica en la figura 4. Este conjunto conformará la estructura de atraque que transmitirá el empuje de los gatos al muro opuesto al frente del ataque.

- c) Una vez que el primer tubo se encuentre en contacto con el terreno y los gatos estén en su posición definitiva, se iniciará el hincado en avances de 0.30 metros de longitud. Al concluir cada avance inmediatamente se procederá a retirar el material alojado en el interior del tubo. La excavación en el frente de ataque se realizará con herramienta manual.
- d) Habiendo logrado un avance de 0.60 metros de longitud se retraerán totalmente los gatos y se avanzará la estructura de ataque con el fin de que se puedan ejecutar nuevos avances, hasta lograr el hincado total del primer tramo. La estructura de ataque se apoyará sobre un tupido de viguetas de acero las cuales se colocaran de tal manera que se pueda aumentar o disminuir su cantidad para que la estructura de atraque avance o retroceda según el caso.

La carrera de los gatos deberá ser controlada con la finalidad de garantizar la correcta dirección de los tubos y la transmisión uniforme de las fuerzas. Terminado de hincar el primer tubo, se retraerán totalmente los gatos y se procederá a la colocación del tramo siguiente, repitiendo para éste, el mismo proceso de hincado utilizado para el primer, el tercer tramo se hincará de igual forma. e) Realizado totalmente el hincado de los tres tramos y habiendo retirado el material del interior de los tubos, se procederá a demoler la parte del muro de la caja de captación en el sitio donde ésta se conecta con el túnel. f) Se cortarán los ángulos que existen en el interior de los tubos y se colocará un revestimiento definitivo de concreto reforzado con 10 cm de espesor, quedando una sección libre de 2.30 metros de \emptyset . Los armados de la caja y de la lumbrera se ligarán con el armado del revestimiento definitivo del túnel.

Los detalles para el armado y colado del revestimiento definitivo se indica en la figura 5. En el revestimiento se procederá inicialmente al colado de la cubeta del túnel utilizando una bomba de concreto y colada ésta se procederá al colado de las paredes y de la clave del túnel mediante concreto lanzado.

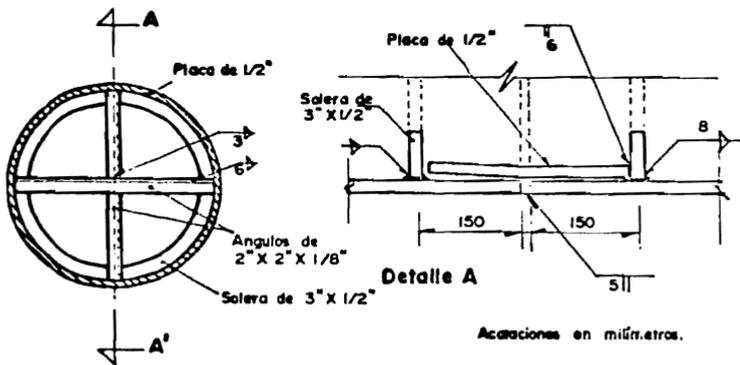
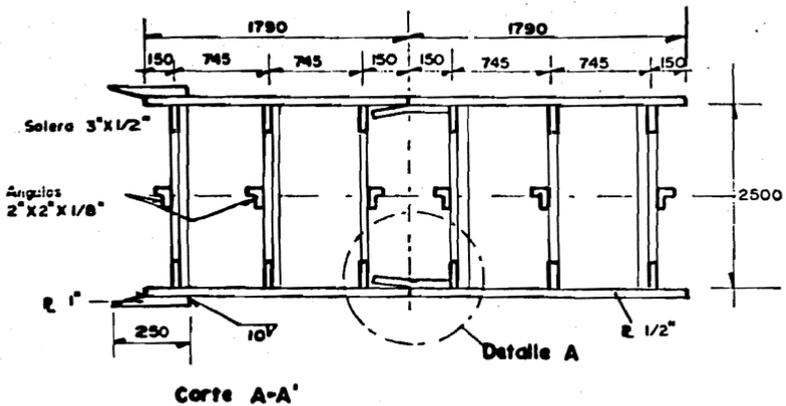
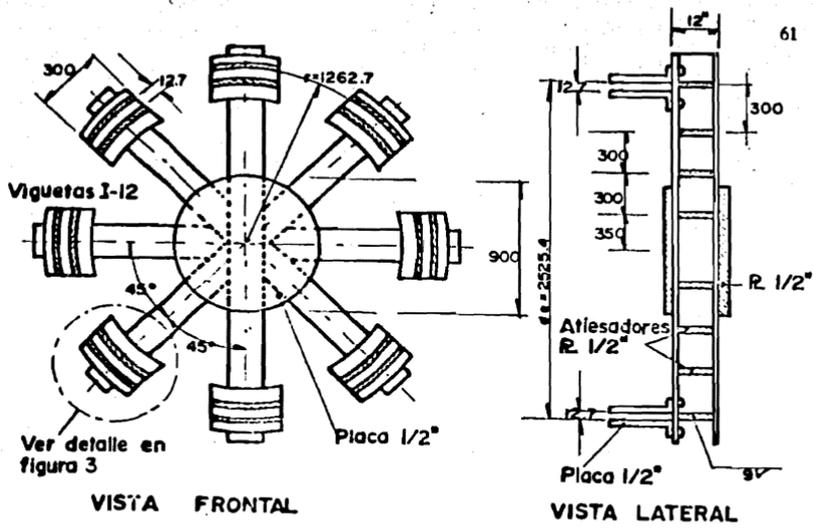


figura 1



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

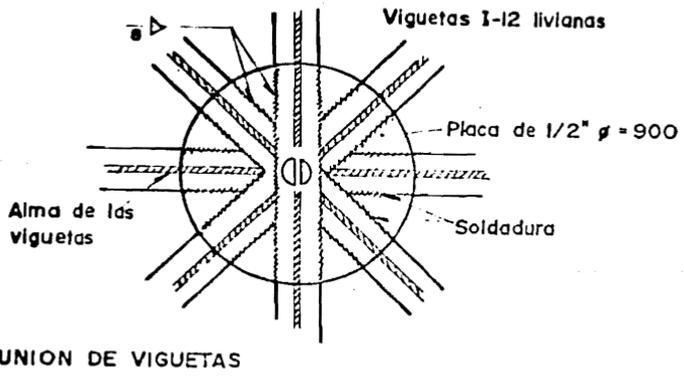
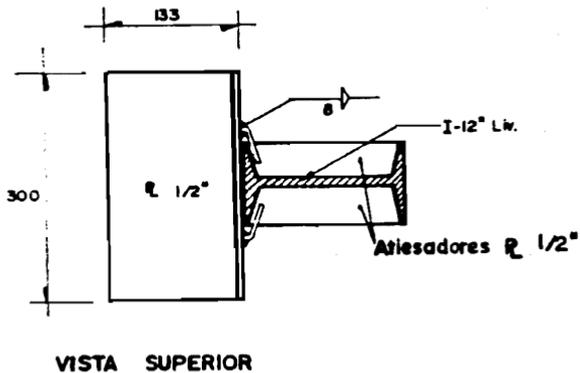
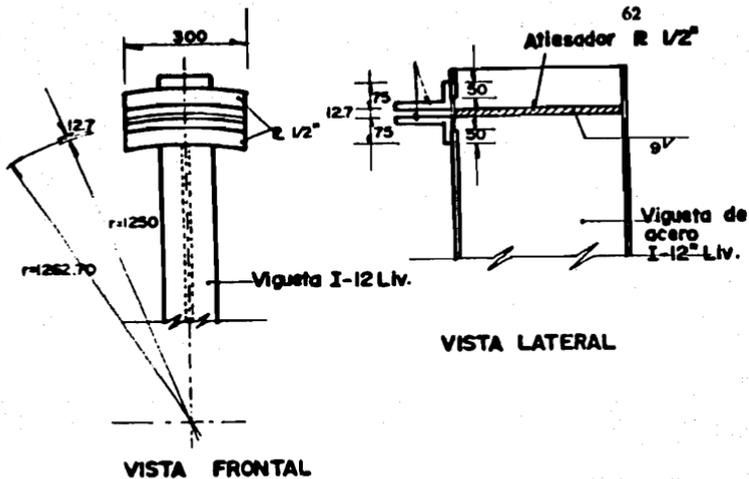


figura 2



escotaciones en milímetros

figura 3

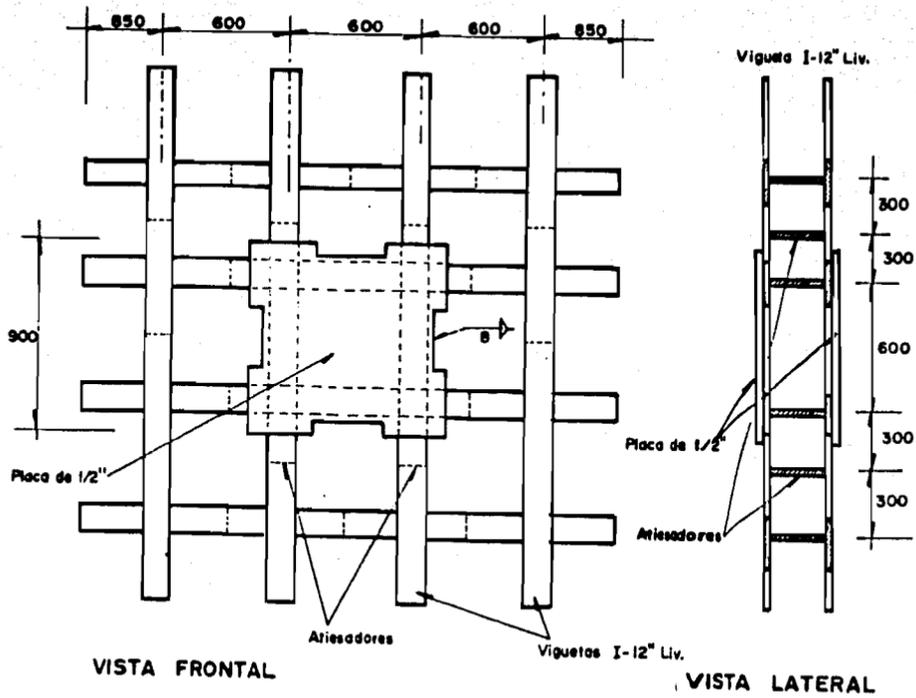


figura 4

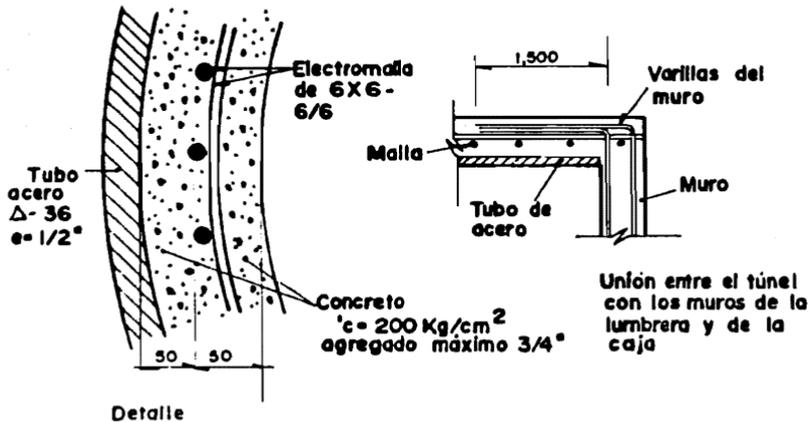
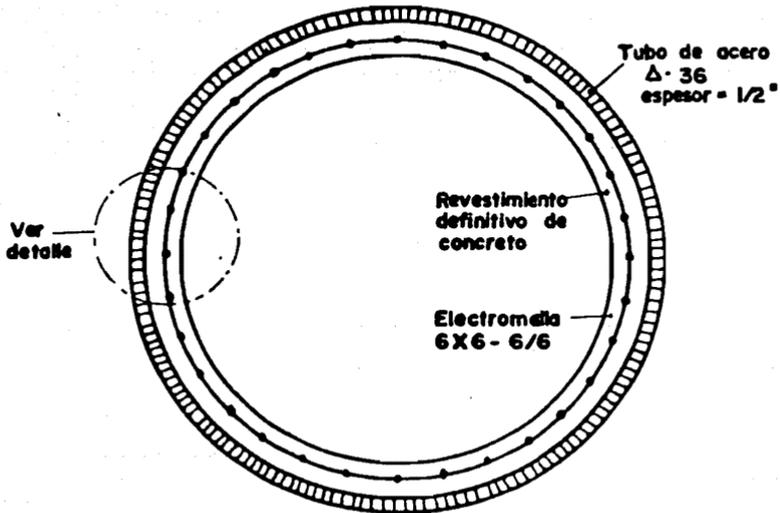


figura 5

III.4.a. Procedimientos Constructivos.

Especificación para la reconstrucción de pavimentos sobre el cajón subterráneo.

a) **Subrasante.** La última capa de los rellenos sobre los que se reconstruirán los pavimentos, deberá ser compactada al 95% de su peso volumétrico seco máximo. Independientemente del tipo de material empleado para el relleno, el espesor de la caja compactada a lo especificado, será de 30 cm.

b) **Base.** Sobre la subrasante se construirá la capa de base hidráulica, cuyo espesor compacto será de 20 cm. y la calidad del material deberá cumplir con los requisitos especificados en el capítulo II. El material de base se tenderá y compactará hasta alcanzar el 100% de su peso volumétrico seco máximo en prueba Porter Estandar.

c) **Riegos asfálticos.** 1-c riego de impregnación sobre la base hidráulica superficialmente seca y barrida, se aplicará un riego de impregnación usando un producto asfáltico rebajado del tipo FM-1 a razón de 1.5 lts/m². El riego de material asfáltico deberá hacerse en las horas más calurosas del día. La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar superficialmente bien adherido al material de la base hidráulica; la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm y la absorción total deberá presentarse en no más de 24 horas. Aún sin presentarse depresiones en la superficie de la base hidráulica, el material asfáltico regado pudiera formar charcos, cuando esto suceda, el exceso de material asfáltico acumulado se retirará inmediatamente por medio de cepillos. La base impregnada deberá ser cerrada al tránsito por un lapso mínimo de 48 horas.

2.c. **Riego de Liga.** Previo al tendido de la carpeta y 48 horas después del riego de impregnación, se aplicará un riego de liga, un producto asfáltico FR-3 a razón de 0.7 lts/m² aproximadamente. Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada, ésta deberá ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo. Antes del tendido de la carpeta, se deberá dejar transcurrir un tiempo no menor de 30 minutos para que el material asfáltico del

riego de liga adquiera la viscosidad adecuada. d) Carpeta de Concreto Asfáltico. Su espesor será de 7.5 cm para calles de primera importancia y 5.0 cm para calles secundarias. El material empleado para esta carpeta es de un pebeo triturado y cribado a tamaño máximo de 19.1 mm (3/4") con cemento asfáltico No. 6. Esta capa se compactará al 95% de su peso volumétrico determinado por el procedimiento Marshall. El cemento asfáltico deberá cumplir las especificaciones de calidad resumidas en el capítulo II y se respetarán las restricciones expresadas para los procesos de transporte y colocación el concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura no menor de 110°C con espesor uniforme; inmediatamente después del tendido se planchará uniforme y cuidadosamente por medio de una aplanadora tipo tandem de 6 a 8 toneladas, de peso para dar acomodo inicial a la mezcla, este planchado se efectuará longitudinalmente a "media rueda".

A continuación se compactará la carpeta en formación utilizando compactadoras de llantas neumáticas de 8 toneladas; inmediatamente se empleará una plancha de rodillo liso de 10 toneladas, para borrar las huellas que dejen las compactadoras de llantas neumáticas. La compactación de la carpeta se terminará a una temperatura no menor de 70°C. No se tenderá concreto asfáltico sobre una base húmeda, enchareada o cuando llueva. e) Riego de Sello. Se aplicará éste sobre la carpeta con lechada de cemento Portland tipo I. La dosificación del riego de sello es de 0.75 kg de cemento por metro cuadrado.

II. Requisito de Calidad.

a) Materiales para base. El material utilizado en la formación de las bases hidráulicas cumplirá con los siguiente:

1) La granulometría del material quedará comprendida entre las curvas mostradas en la tabla I. se dará preferencia al material comprendido en las zonas 1 y 2. La curva granulométrica no deberá tener cambios bruscos de pendiente.

El porcentaje de material que pase la maya 200 no será mayor de 2/3 del que pase la malla No. 40.

2) Dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material, se satisficcrán los requisitos de la tabla No. 2 con lo que respecta a límite líquido (%), contracción lineal (%), valor cementante (K/cm^2), valor relativo de soporte estandar (%) y equivalente de arena (%).

Tabla No. 1

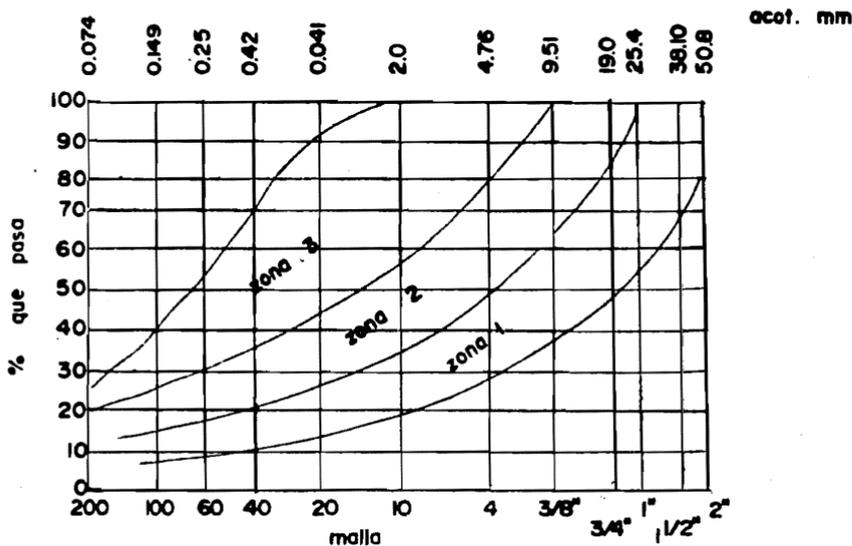


Tabla No. 2

Especificaciones de calidad para materiales de base

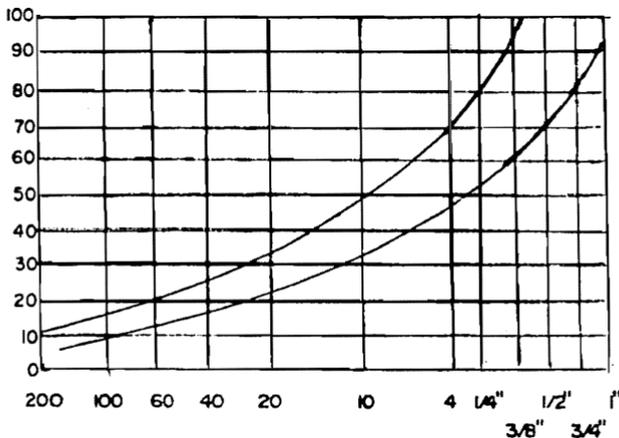
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría.		
	1	2	3
Límite líquido, en %	3.0 Max.	3.0 Max.	3.0 Max.
Contracción lineal, en %	4.5 Max.	3.5 Max.	2.0 Max.
Valor cementante para materiales redondeados en K/cm^2	3.5 Min.	3.0 Min.	2.5 Min.
Valor cementante para materiales redondeados y lisos en Kg/cm^2	5.5 Min.	4.5 Min.	3.5 Min.
Valor relativo de soporte estandar		80 Min.	
Equivalente de arena		30 Min.	

c) Materiales Pétreos para concreto asfáltico. - estos materiales cumplirán con lo siguiente:

- 1) La composición granulométrica del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la tabla No. 3 el tamaño máximo de las partículas será de 3/4" (19 mm).
- 2) La contracción lineal será menor de 2%
- 3) El desgaste en prueba "Los angeles" será menor de 40%

- 4) Las partículas que tengan forma alargada o de laja no excederán de 35% del total.
- 5) El equivalente de arena será mayor de 55%
- 6) Lo que respecta a la afinidad del material pétreo con el asfalto usado, se cumplirá con lo siguiente:
 - 6-1) El desprendimiento por fricción no excederá de 25%
 - 6-2) El cubrimiento con asfalto, determinado por el método inglés no será menor de 90%
 - 6-3) La pérdida de estabilidad por inmersión en agua, no será mayor de 25%

tabla No. 3 Composición granulométrica para materiales pétreos de concreto asfáltico.



La granulometría del material cumple con los requisitos de proyecto si está dentro de las siguientes tolerancias:

Tamaño del material pétreo		Tolerancia % en peso del material pétreo.
Malla que pasa	Retenido en malla	
Correspondiente al tamaño max.	4.76 mm (No. 4)	+ 5
4.76 mm (No. 4)	2.00 mm (No. 10)	+ 4
2.00 mm (No. 10)	0.420 mm (No. 40)	+ 3
0.420 mm (No. 40)	0.074 mm (No. 200)	+ 1
0.074 mm (No. 200)		+ 1

d) Mezcla Asfáltica. - El concreto asfáltico utilizado en la construcción de la carpeta, se elaborará a base de cemento asfáltico de calidad garantizada por el fabricante. Su transporte a la obra se hará evitando la contaminación con materiales extraños y la pérdida del calor durante el trayecto. El cemento asfáltico para la carpeta deberá cumplir los requisitos determinados por el método Marshall en especímenes compactados con 50 golpes por cara:

- | | |
|---|-----------------|
| 1) Estabilidad | 450 Kg. mínimo. |
| 2) Flujo | 2 a 4.5 mm. |
| 3) Por ciento de vacíos en la mezcla, respecto al volúmen del espécimen | 3 a 5 |

- 4) Por ciento de vacíos agregado mineral. (VAM) respecto al volumen del espécimen de mezcla 14 mínimo

III Pruebas de Control de Calidad y Tolerancias en la Construcción.

Durante la construcción de los pavimentos deberán efectuarse las pruebas de control que en número mínimo se establecen en este capítulo, mediante éstas pruebas se constatará que se cumplen las especificaciones de calidad consignadas en el capítulo I. También deberán llevarse mediciones de espesores de capas y nivelaciones, para constatar que la geometría obtenida en el pavimento está dentro de tolerancias. De no cumplirse con los requisitos de calidad y tolerancias geométricas las capas defectuosas serán repuestas por el contratista.

a) Pruebas en materiales de bancos de préstamo. Se efectuarán periódicamente muestreos del material de los bancos de préstamo para base hidráulica, con éstos se llevarán las pruebas de laboratorio y la frecuencia de los muestreos dependerá del cambio de homogeneidad.

b) Mediciones en bases compactadas. - Para dar por terminada la construcción de la base se verificarán el perfil, compactación, espesor y acabado y se satisfecerán:

- 1) Profundidad máxima de las depresiones observadas colocando una regla de 3 mts. de longitud paralela y normalmente al eje 1.42 cm.
- 2) En puntos de verificación de espesores por sondeo y nivelación como lo indica la fig. 1 los espesores medidos de la base cumplirán:

Para la base

$$(e_1 - \bar{e})^2 + \frac{(e_2 - \bar{e})^2}{n} + \dots + (e_n - \bar{e})^2 - 0.12 \bar{e}$$

y $e_r - e / - 0.2 e$

con el 90% de las mediciones realizadas como mínimo.

e = espesor de proyecto

e_1, e_2, \dots en y e_r = espesores reales encontrados al efectuar los sondeos y nivelaciones.

$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_n}{n}$ = espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de prueba.

n = No. de verificaciones del espesor.

En las nivelaciones para verificar los espesores, se nivelará la corona de la subrasante terminada en cada una de las secciones transversales en la fig. 1 se empleará un nivel fijo. Terminada la base se nivelarán los mismos puntos en las secciones señaladas anteriormente. A partir de los cotos de ambos seccionamientos, se obtendrán los espesores de la base compactada

3) La distribución de los sitios de sondeos se indica en la fig. 1. La compactación medida en los sondeos no será menor a la especificada en el proyecto de los pavimentos para cada capa. Se tomarán las siguientes precauciones al efectuar los sondeos:

a) No se dañará la parte contigua a los sondeos

b) Después de la medición de compactación y espesor se rellenará el hueco de cada sondeo usando el mismo tipo de material de base, se compactará el material de relleno hasta obtener el grado fijado por el proyecto y se envasará la superficie con la original de la base.

c) Pruebas en la Carpeta de Concreto Asfáltico.

1) Para considerarse adecuado el tendido y compactación se cumplirá:

- a) El contenido de cemento asfáltico en el material tendido no variará más de 5% con respecto al dosificado en la planta de elaboración.
- b) El contenido de agua libre no será mayor de 1% del peso del concreto asfáltico.
- c) La mezcla no contendrá disolventes.

2) La mezcla asfáltica usada para la carpeta deberá tener un valor de permeabilidad menor de 10%. La distribución de los puntos en donde se efectúen las pruebas de permeabilidad se muestra en la fig. 1 y se efectuarán inmediatamente después de que la carpeta se haya terminado de construir.

3) Para dar por terminada la construcción de la carpeta asfáltica se verificarán: alineamiento, perfil, la sección, compactación, acabado y espesor; cumpliendo las tolerancias siguientes:

- a) Profundidad de depresiones observadas: colocando una regla de 3 mts. paralela y normal al eje de vialidad 0.5 cm.
- b) En sondeos para verificar espesores, éstos cumplirán las siguientes restricciones:

$$\frac{(e_1 - \bar{e})^2 + (e_2 - \bar{e})^2 + \dots + (e_n - \bar{e})^2}{n} - 0.11 \bar{e}$$

y $|e_r - e| - 0.2 e$ en el 93% de los casos como máximo.

e = espesor de proyecto.

$e_1, e_2, \dots, e_n, e_r$ = espesores reales medidos en los sondeos y nivelaciones.

$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_n}{n}$ = espesor real promedio

n = No. de mediciones del espesor real, hechos en un tramo de 1 Km.

En las nivelaciones para verificar espesores, se nivelará la superficie terminada de dicha carpeta en las secciones transversales indicadas en la fig. 1. No se dañará la parte contigua a los sondeos para verificación de compactación y espesor.

$e_1, e_2, \dots, e_n, e_r$ = espesores reales medidos en los sondeos y nivelaciones.

$$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_n}{n} = \text{espesor real promedio}$$

n = No. de mediciones del espesor real, hechos en un tramo de 1 Km.

En las nivelaciones para verificar espesores, se nivelará la superficie terminada de dicha carpeta en las secciones transversales indicadas en la fig. 1. No se dañará la parte contigua a los sondeos para verificación de compactación y espesor.

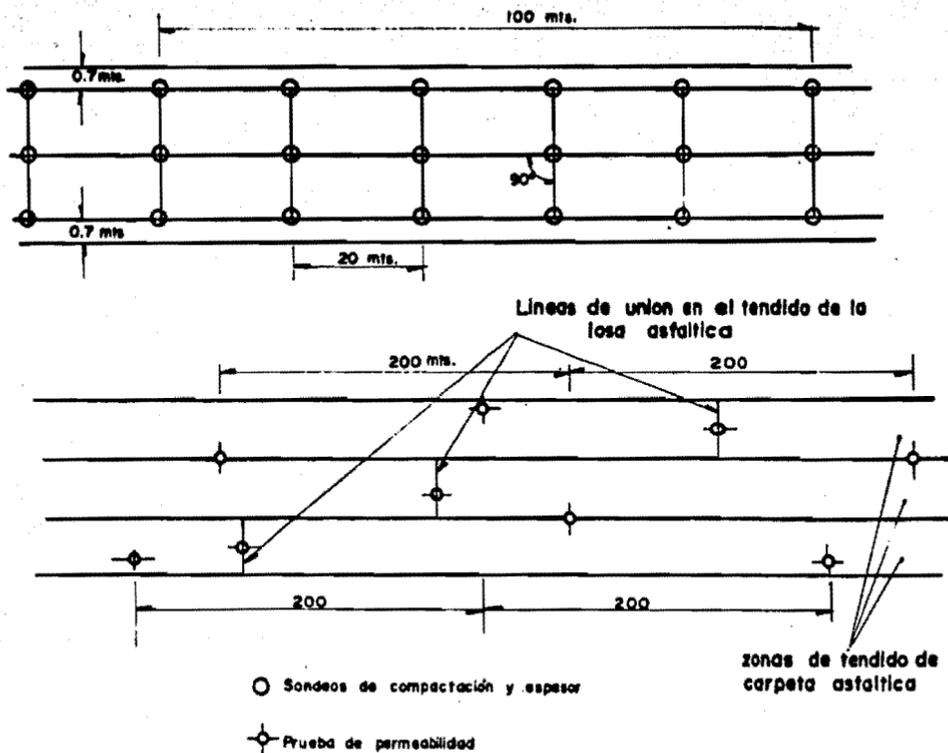


figura 1

III. 5 Programas

III. 5. a. Programa de obra civil y obras inducidas y pro gramas de desvíos de tránsito.

IV. - COSTOS Y PRESUPUESTO

IV-1-a Comentarios sobre costos

IV-1-b Integración de los Costos

IV-1-a Comentarios sobre costos

La Integración de un precio unitario se basa en:

	Equipo
El costo directo	Mano de obra
	Materiales

El costo directo es la erogación que se realiza por el pago del personal obrero, afectado el salario base por las prestaciones de la Ley Federal del Trabajo como el pago de las partes correspondientes de las cuotas al Instituto Mexicano del Seguro Social. El equipo donde se incluye toda clase de maquinaria y herramientas adecuadas y necesarias para la ejecución de la obra. Los materiales utilizados y las mermas así como los vehículos empleados en la transportación de los materiales. El costo directo incluye además las transportaciones y maniobras realizadas.

El costo indirecto. - es la erogación que se realiza por la organización, la dirección técnica, vigilancia, administración, prestaciones sociales y regalías que proceden por el uso de patentes.

Este costo indirecto se expresa como un porcentaje del costo directo.

Los Costos Indirectos pueden sintetizarse básicamente en dos A) Oficinas Centrales y B) Obra.

Los de Oficinas centrales son los gastos generales con aproximadamente un 3.0% de P.U. y el de Fianzas y Financiamiento con un 4.0% de P.U.

Los de Obra tenemos: Gastos generales 8.5% de P. U, traslado de equipo 1.5% de P.U, campamentos 2.0% de P.U, vigilancia 1.0% de P.U, Comunicaciones 0.5 de P.U. e imprevisos 0.5% de P.U. Que sumados los dos nos dan un 21% de P.U.

La utilidad podemos conjugarla en: Impuesto al Ingreso Goblal de las empresas con un 3.0% de P.U. y la utilidad propiamente dicha con un 3.0% de P.U; con un total de 6.0% de P.U.

Se mencionan además los cargos Adicionales como son: Inspección Sepanal y los campos deportivos ejidales, que se consideran cuando una obra está fuera del D. F. con un 0.5% y 0.2% de P.U. respectivamente.

I. - Costos Indirectos	21%	de P.U.
II. - Utilidad	6%	" "
III. - Cargos Adicionales	0.7%	" "

Para obtener el % sobre el costo directo tenemos

$$\text{Costo directo} = 100 - 27.7 = 72.30\%$$

$$\text{I. - Costos Indirectos } \frac{21.0}{72.30} = 0.29 = 29.04\%$$

$$\text{II. - Utilidad } \frac{6}{72.30} = 0.0829 = 8.29\%$$

$$\text{III. - Cargos adicionales } \frac{0.7}{72.30} = 0.0096 = 0.96\%$$

todos ellos sobre el costo Directo. . Mencionamos que con este ejemplo podemos tener una base para definir este costo Indirecto así como la utilidad.

Utilidad es la ganancia que se percibe por la ejecución de la obra y también es expresada como un porcentaje del costo directo en el análisis del precio unitario.

La elaboración de los precios unitarios, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general, que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra y que termina con la construcción de la misma.

No es posible calcular los precios unitarios sin apoyo en especificaciones, ya que son éstas precisamente las que definen la obra que se requiere y la forma en que debe ejec

cutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de esa obra; des de luego previo a la elaboración de estos precios unitarios, es absolutamente indispensable, conocer a fondo los recursos tanto humanos como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos.

Los volúmenes totales correspondientes a cada precio unitario se obtuvieron mediante planos y especificaciones; entre ellos los planos estructurales, de obras inducidas, de gálibos, de trazo etc. Se cuantificó lo más aproximado posible, ya que en muchos casos se tomaron volúmenes medios.

Desde luego faltan muchos conceptos por cuantificar, pero se tratarán de exponer los más representativos ya sea en cantidad como en el más alto precio unitario.

Los importes quedan sujetos a cambios debido a que en algunas ocasiones se susciten cambios en el proyecto.

IV-1-b Integración de los Costos

Cajón de Metro Subterráneo \$ 87'065,791.00

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Demolición de concreto asfáltico	m ³	166.76	250.00	41 690
Demolición de concreto - hidráulico	m ³	415.70	300.00	124 710
Excavación a mano en zanja en material tipo I de 0 a 2 mts. de profundidad.	m ³	44.75	710.00	31 772
Cimbra para brocal	m ²	118.36	2500.00	295 900
Acero de refuerzo grado duro para brocales	kg.	13.47	61500.00	828 405
Concreto 150-3/4"-10 cm. para brocal	m ³	899.23	300.00	269 769
Cimbra para taponés, para enrase de muro colado en sitio, para compuertas de lodo bentonítico.	m ²	137.34	240.00	32 961
Excavación en zanja para muro colado en sitio incluyendo lodo bentonítico.	m ³	1145.65	8900.00	10 196 285
Cimbras metálicas de sección trapezoidal con portajuntas para muro colado en sitio de 0.60 mts.	pza.	3617.62	4.0	14 470
Acero de refuerzo para muro colado en sitio grado estructural	kg.	11.74	660000.00	7 748 400

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Concreto en muro colado en sitio de 100-3/4-18 cm.	m ³	1100.36	8911.9	9 806 298
Bombeo con bomba de gasolina de 6" de diámetro	hr.	117.80	200.00	23 560
Excavación del Núcleo a cielo abierto entre muros colados en sitio o tablestaca	m ³	120.77	55383.00	6 688 604
Perforación de 12" con máquina rotatoria para abatir el nivel freático, colocando ademe, filtro y bomba - eyectora.	m	623.03	900.00	560 727
• Bombeo hidráulico encajan con muro colado en sitio				
• Abatimiento del nivel freático con bomba de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1 1/4".	m ³	78.75	55383.00	4 361 411
Colocación puntales metálicos de 4.51 mts. a 9.00 mts.	pza.	2527.77	212.0	535 887
Concreto en plantilla 100-3/4"-10	m ³	778.71	2784.85	2 168 590
Acero de refuerzo grado duro de 3/8" o menor para losa de piso y muro acomp. de cajón.	kg.	13.10	600000	7 860 000
Concreto en Losas y Muro de acompañamiento 250-3/4-10 cm. R. R.	m ³	1008.01	12518.35	12 618 621
Cimbra para muro común de 0-4 mts. de altura	m ²	200.14	3252.0	650 855
• Mismo concepto.				

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Banda de PUC de 6" transversal en losa inferior	m	255.63	1100.00	281 193
Banda de PUC de 6" transversal en muro	m	198.81	1400.00	278 334
Limpieza con chiflón agua-alire en muros	m ²	17.84	590.00	10 525
Recibir elementos precolados en muros	m	80.08	703.0	56 296
Suministro y colocación de tabletas presforzadas 94/40 de 7.51 a 8.50 m. de long. sin casquillo	pza.	14,503.28	876.00	12 704 873
Colocación puntales metálicos de 9-01-13.50 mts.	pza.	2857.51	14	40 005
Apoio de madera para troqueles (quesos)	pza.	127.06	212.0	26 936
Carga de material producto de demoliciones con máquina	m ³	26.60	350	9 310
Carga de material producto de excavaciones con máquina	m ³	22.70	74603	1 693 488
Acarreo en camión producto de demoliciones	m ³ -km.	6.44	3850	24 794
Acarreo en camión producto de excavaciones	m ³ -km.	5.57	820633	4 570 925
Muro de tabique recocido no aparente de 14 cm. de espesor asentado con mortero cemento-arena 1.5 de 0-3 de altura.	m ²	141.70	30.0	4 251

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Castillos de concreto 150-3/4" de 20x20 4 Var. de 5/16" y estribos 1/4" 20 cm. de 0-3 m. altura	m	140.84	20.0	2 816
Dala de concreto 150-3/4" -20x20 4 Var. 5/16" y estribos 1/4" 20 cm. de 0 a 3 mts. altura.	m	140.84	20.0	2 816
Riego de impregnación con asfalto F. M. - 1	m ²		1600.00	
Relleno de grava cementada compactada al 95% con equipo pesado	m ³	180.48	12510.00	2 257 804
Riego de liga. FR-3	m ²		1600.00	
Carpeta asfáltica de 10 cm. espesor	m ²	61.81	1600.00	98 896
Riego de sello	m ²	3.47	1600.00	5 552
Guarnición de cemento 150-3/4"-10 15x20x50 cm.	m	104.64	650.00	68 016
Protección de taludes con mortero cemento-arena y malla alambre	m ³	1400.85	50.0	70 042

Lumbrera II \$ 944,085.42

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Excavación de Lumbrera con dovelas de concreto con sección circular de 6.10 mts. en total	m	38,094.84	11.25	428 566
Bombeo por electrólisis en lumbrera	m ³	118.94	330	39 252
Perforación de 12" con máquina rotatoria para abatir nivel freático colocando: ademe, filtro y bomba eyectora.	m	626.03	137.25	85 922
Abatimiento del nivel freático con bomba de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1/4".	m ³	78.75	328.77	25 890
Cimbra colgante para colado de losa techo	m ²		46.50	
Acero de refuerzo grado duro para brocal	kg.	12.33	800.00	9 864
Concreto de 150 kg/cm ² 1 1/2" con 10 cm. de revenimiento en brocal	m ³	873.32	18.50	16 156
Suministro y colocación de dovelas de concreto de 76x150x18 cm.	pza.		195.00	
Calafateo en dovelas precoladas	m	3.84	454.00	1 743
Inyección de lechada de cemento	lto.	21.96		
Inyección de contacto	m ³	1,112.79	25.	27 820
Boquillas para inyección de barrenos.	pza.	95.85		

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Conexiones para boquillas	conex.	57.44	40	2 298
Barrenos de 1" ϕ para anclaje	m	174.56	292.50	51 058
Perforación hasta 6" de diámetro	m	402.57	30.00	12 077
Hincado de viguetas 1-8"	m		132.50	
Bombeo con bomba de gasolina de 4" de ϕ	hr.	53.96	40.0	2 158
Extracción de azolve del fondo de la lumbrera mediante tubo de succión tipo AIR-LIFT				
Acero de refuerzo para otras estructuras de 5/8" ϕ menor (losas y revest. definitivo)	kg.	11.70	6760.0	79 092
Concreto en losa de fondo; colado bajo agua, incluye un balón de latex de $f'c =$ kg/cm ² con un agregado máximo de y un revenimiento de cm.	m ³	1, 015.42	25.00	25 385
Ademe constituido por una malla de acero de 6x6 - 10/10	m		10.40	
Concreto lanzado de $f'c = 316$ kg/cm ² con espesor de 6" mínimo	m ³	2, 169.43	25.00	54 236
Concreto de $f'c = 200$ kg/cm ² , tamaño máximo del agregado de 3/4" con un revenimiento de 18 cm. en revest. definitivo.	m ³	1, 015.42	45.00	45 694

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Relleno con tepetate compactado al 95% usando equipo manual	m ³	232.28	18.00	4 181
Escalera metálica para bajar a lumbrera	m-lum.		10.40	
Carga de material producto de excavaciones con máquina.	m ³	12.62	279.09	3 522
Acarreo en camión producto de excavaciones.	m ³ -km.	4.49	3616.0	16 236
Concreto en losa techo 250-3/4-10	m ³	1,015.42	8.0	8 123
Carga de material producto de excavaciones a mano	m ³	26.16	49.68	1 300
Cimbra para revestimiento de lumbrera	m ²	203.87	189.00	38 531
Excavación convencional a cielo abierto	m ³	85.13	49.68	4 229

Tunel de LII - LI \$ 10'558,882.00

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Ademe constituido por dovelas metálicas e inyección de contacto entre dovelas y terreno natural para una sección circular de 3.00 mts. de diámetro.	m	41,035.16	152.00	6 237 344
Mantobras del escudo para la bajada de la lumbrera	m	17,132.40	10.40	178 177
Excavación del núcleo del tunel	m ³	303.57	732.42	222 341
Armado, desarmado, extracción del escudo y personal necesario	m-tunel	2,736.92	10.91	29 860
Excavación con escudo abierto de 3.00 mts. de diámetro.	m	18,907.16	152.00	2 873 888
Bombeo hidráulico en tunel.	m ³			
Boquillas para inyección	pza.	95.85	450.00	43 133
Abatimiento del nivel freático con bomba de pozo profundo del tipo eyector de 1"x1/4"	m ³	78.75	732.75	57 678
Perforación de pozos de bombeo de 12" con máquina rotatoria, colocando ademe, filtro y bombas eyectoras	m	626.03	15.00	9 390
Limpieza del tunel después del revest. de concreto y antes de la inyec. de contacto.	m	149.53	152.0	22 729

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Acero de refuerzo grado duro en otras estructuras de 5/8 ó menor (tunel)	kg	11.70	21000	245700
Concreto lanzado 316 kg/cm ² espesor 6" mínimo (30 cm de espesor)	m ³	2,169.43	263.67	572013
Acarreo en camión del material producto de excavaciones	m ³ -km.	4.49	11820.0	53072
Carga del material producto de excavaciones con malacate y botes	m ³	12.62	1074.42	13559

Lumbrera I \$ 900,931.67

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Perforación de 12" con máquina rotatoria para abatir nivel freático colocando: ademe, filtro y bomba eyectora.	m	626.03	120	75 124
Abatimiento del nivel freático con bomba de pozo profundo del tipo eyector de 1"x 1/4".	m ³	78.75	328.77	25 891
Perforación hasta 6" de diámetro	m	402.57	36.50	14 694
Hincado de viguetas 1-8". (15.0 m. aprox).	m		130	
Demolición de concreto asfáltico.	m ³	166.76	5.00	833
Excavación de la lumbrera con dovelas de concreto con una sección circular de 6.10 mts.	m	38,094.84	11 m	419 043
Escaleras metálicas para bajar a la lumbrera	m-Lum.		10.00	
Suministro y colocación de dovelas precoladas de 76x1.50x 18 cm.	pza.		195	
Calafateo en dovelas precoladas	m	3.84	454.00	1 743
Inyección de lechada de cemento.	Lto.		21.96	
Inyecciones de contacto	m ³	1,112.79	25	27 820
Concreto losa techo 250-3/4"-10 cm.	m ³	1,015.42	8.00	8 123

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Cimbra para revestimiento de Lumbera	m ²	203.87	184.00	37 512
Acero de refuerzo de grado duro para brocal colado en sitio.	kg.	12.33	80.0	9 864
Acero de refuerzo de grado duro para otras estructuras de 5/8 ó menor (losas y revestimiento definitivo.)	kg.	11.70	6750.0	78 975
Concreto en plantilla de 100 kg/cm ² 1 1/2" con un revestimiento de 10 cm.	m ³	756.50	3.00	2 268
Concreto en brocal de 150 kg/cm ² 1 1/2" con un revestimiento de 10 cm.	m ³	873.32	18.50	16 156
Concreto en losa y revest. definit. de 300 kg/cm ² , 1 1/2" y 10 cm. de revestimiento.	m ³	1015.42	36.5	37 063
Barrenos de 1" ϕ para anclaje de dovelas	m	174.56	660.00	115 210
Boquillas para inyección de barrenos	pza.	95.85		
Conexiones para boquillas	conex.,	57.44	40	2 298
Carga de material producto de demoliciones a mano.	m ³	30.16	5.0	151
Carga de material producto de excavaciones a mano.	m ³	26.16	49.69	1 300

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Carga de material producto de excavaciones a máquina	m ³	12.62	271.77	3 429
Acarreo en camión del material producto de demoliciones.	m ³ -km.	5.20	55	286
Acarreo en camión del material producto de excavaciones.	m ³ -km.	4.49	3536.0	15 876
Relleno con tepetate compactado al 95% usando equipo manual	m ³	232.28	18.0	4 181
Cimbra colgante para colado losa techo	m ²		46.50	
Rugo de impregnación con asfalto F. M.	m ²		50.0	
Riego de liga con FR-3	m ³		50.0	
Carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor.	m ²	61.81	50.0	3 091

Caja de Conexión 1 \$ 518,475.16

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Excavación de Lumbraera con dovelas de concreto con sección circular de 6.10 mts. en total	m	38,094.84	6.5	247 616
Bombeo por electrosmosis en lumbraera	m ³	118.94		
Perforación dw 12" con máquina rotatoria para abatir nivel freático colocando: ademe, filtro y bomba eyectora	m	626.03	48.0	30 049
Abatimiento del nivel freático con bomba de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1/4"	m ³	78.75	193.0	15 199
Acero de refuerzo grado duro para brocal	kg.	12.33	830.00	10 234
Concreto 150-1 1/2"-10 cm en brocal	m ³	873.32	15.00	13 100
Suministro y colocación de dovelas de concreto de 76x150x18 cm	pza.		122.0	
Calafateo en dovelas precoladas	m	3.84	272.0	1 044
Inyección de lechada de cemento	Lto.	21.96		
Inyección de contacto	m ³	1112.79	15.0	16 692
Boquillas para inyección de barrenos	pza.	95.85		

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Conecciones para boquillas	conex.	57.44	30	1 723
Barrenos de 1" ϕ para anclaje	m	174.56	183.0	31 944
Demolición de concreto asfáltico	m ³	166.76	5.0	834
Carga de material producto de demoliciones a mano	m ³	30.16	5.0	151
Carga de material producto de excavaciones a mano	m ³	26.16	43.83	1 147
Carga de material producto de excavaciones a máquina	m ³	12.62	150.00	1 893
Acarreo en camión del material producto de demoliciones	m ³ -km.	5.20	55	286
Acarreo en camión del material producto de excavaciones	m ³ -km.	4.49	2132	9 573
Relleno con tepetate compactado al 95% con equipo manual	m ³	232.28	18.0	4 181
Excavación a mano en zanja en material I de 0 a 2 mts.	m ³	46.00	43.83	2 016
Riego de impregnación con asfalto F. M	m ²		50.0	
Cimbra para brocal	m ²	118.36	35.0	4 143
Ranuración de tubería de concreto.	m		9.17	

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Total
Excavación a mano en zanja en material tipo I de 4 a 6 mts.	m ³	95.82	15.76	1 510
Concreto en silletas	m ³		8.00	
Concreto en plantilla 100-3/4-10	m ³	778.81	3.00	2 336
Concreto en losa y revest. definitivo.	m ³	1015.42	35.00	35 540
Acero de refuerzo grado duro en losas de 5/8" ó menor y revest. definitivo.	kg.	11.70	6500.00	76 050
Riego de liga con FR-3	m ²		50.0	
Carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor	m ²	61.81	50.0	3 091
Concreto en losa superior	m ³	1015.42	8.0	8 123
Cimbra metálica para losa techo.	m ²		45.0	

V. - Recomendaciones y Conclusiones

De acuerdo a las experiencias adquiridas en campo propiciadas por la presentación del Servicio Social en la Ampliación de la Línea 3 Norte, se visitó la obra continuamente; y ayudado por Ingenieros ya fuera de la Constructora Metro, Supervisión o COVITUR y completando el conocimiento de la Obra con planos y Especificaciones, se logró tener un conocimiento profundo en la construcción de ésta ampliación.

La seguridad y presentación de obra al público se le presta especial interés, ya que algún problema deterioraría la imagen de la obra.

Cabe mencionar que debe ponerse especial cuidado en el taponamiento de ramales de colectores. En este caso estando construyéndose la zona 5 del cajón de Metro, se hizo un corte del tubo que descarga sobre el colector II con su respectivo tapón de concreto reforzado, no poniendo cuidado en que en algún día lluvioso podría acarrear la salida del agua. Esto ocurrió debido a 2 causas fundamentales que desde luego deben evitarse: 1a. debido a que eran tubos prefabricados acoplados, se quitaron aproximadamente unas 2/3 partes del material que cubría al tubo y 2a. llovió en exceso; estas 2 causas acarrearón el deslizamiento y desprendimiento del tubo debido a la presión del agua pluvial como al estado fuera de equilibrio del tubo. Y por consecuencia, inundándose la zona 5 de la Estructura subterránea del Metro. La solución dada fue el construir un 2o. tapón, descargar sobre el tubo tierra y bombear el agua de la zona inundada como lo indica la fig. 1.

La solución que debió hacerse era el colocar el 2o. tapón en un principio y así evitarse la inundación.

Con respecto a los desvíos de tránsito de vehículos se recomienda que la solución de éstos debe ser anterior a la construcción del Metro para proporcionar las soluciones óptimas en cuanto a la interrelación de desvíos de tránsito, construcción del Metro y desvíos de obras Hidráulicas en el programa de obra. Señalamos que es muy importante llevar el programa de avance de la obra al día, o sea con respecto a programa, ya que el atraso repercute en la necesidad de mayor mano de obra y maquinaria, lo cual influye en el presupuesto. Lo mencionado involucra la construcción de la galería que conduciría un tubo de agua potable de 91 cm. de diámetro así como el agua pluvial de la glorieta potrero; que conforme a programa estaba muy retrasado dando por solución el desviar el tubo de agua potable mediante un "bypass" pasando esta tubería en la parte superior de la losa de techo del cajón de Metro ya construido, este nuevo desvío de la tubería de agua potable solucionó lo retrasado en el programa de obra, ayudando desde luego a abatir el costo de la misma. Se recomendaría que el programa de desvíos con el de la realización de la obra se integrara mucho antes de la construcción del Metro, para poder hacer entrega de la obra civil a electrotro.

Con lo que respecta a las cuantificaciones mostradas en el Capítulo IV, todas ellas están basadas en planos como: Estructurales, funcionales, perfiles, gálibos así como cuantificaciones hechas en campo directamente. Desde luego se omiten algunos conceptos de precios Unitarios, pero se muestran los más importantes y representativos en cuanto a costos y volúmenes respectivamente.

Mencionamos finalmente que éste tipo de obras, que por su magnitud, diversidad de construcciones y problemas por solucionar son de gran interés para el desarrollo de la Ingeniería en México, así como de cualquier ingeniero que intervenga de alguna forma en la construcción de la ampliación de la Estructura Subterránea del Metro, tanto como lo que involucre en la construcción de la misma.

Bibliografía.

- 1 R.L. Peurifoy: "Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción", enero, 1967.
- 2 Especificaciones I. S. T. M. E.
- 3 Dimitri P. Krynine: "Soil Mechanics", 1947