



23  
24

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**"ACATLAN"**



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA  
ESTACION TACUBAYA DE LA LINEA 9  
DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**TESIS CON  
FALSA DE ORIGEN**

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**  
P R E S E N T A :  
**SERGIO TRUJILLO TORRES**

Acatlán, Estado de México

1990



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

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

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

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

# I N D I C E

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: DESCRIPCION GENERAL DE LA LINEA 9.....	5
A) ANTECEDENTES.....	6
A) 1.- EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.....	6
A) 2.- ETAPAS DE AMPLIACION DEL METRO.....	12
A) 3.- LINEA 9 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.....	14
A) 3.1.- PRIMERA ETAPA DE LA LINEA 9 (ORIENTE).....	15
A) 3.2.- SEGUNDA ETAPA DE LA LINEA 9 (PONIENTE).....	16
B) ASPECTOS TECNICOS DE LA CONSTRUCCION.....	16
B) 1.- ZONIFICACION Y ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO DEL VALLE DE MEXICO.....	16
B) 2.- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.....	17
CAPITULO II: DESCRIPCION DE LA OBRA.....	21
A) TIPO DE SUELO.....	22
B) AFECTACIONES.....	26
B) 1.- ADQUISICIONES DE PREDIOS.....	26
B) 2.- AFECTACIONES EN LA ESTACION TACUBAYA.....	27
C) TIPO DE ESTACION.....	31
CAPITULO III: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION UTILIZADO.....	33
A) DESVIO DEL COLECTOR.....	34
A) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	34
A) 2.- PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE INTERFERENCIA CON LOS CABLES DE ALTA TENSION.....	37
A) 3.- NOTA IMPORTANTE.....	37
B) PUENTE DE CABLES DE ALTA TENSION.....	38
B) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	38
B) 2.- NOTAS IMPORTANTES.....	42

C) EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA ESTACION.....	42
C) 1.- OBSERVACIONES GENERALES.....	42
C) 2.- CONTROL DE FILTRACIONES.....	44
C) 3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	44
C) 4.- CONSTRUCCION DE LA GALERIA DE CABLES.....	49
C) 5.- SECUENCIA DE CONSTRUCCION.....	50
C) 6.- RELLENOS.....	51
CAPITULO IV: ANALISIS DE COSTOS.....	53
A) 1.- ANALISIS DE COSTOS.....	54
A) 2.- ANALISIS DE COSTOS DE LA ESTACION TACUBAYA.....	55
CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.....	74

## INTRODUCCION

La Ciudad de México desde su origen, ha sido la más importante de la República Mexicana. debido a que en ella ha existido un centralismo político, económico, cultural, etc. Esto ha ocasionado una importante emigración de personas que vienen en busca de una mejor forma de vida, lo cual ha dado como resultado un -- crecimiento urbano desproporcionado, que la ha convertido en la más grande del Mundo.

Este crecimiento urbano trajo como consecuencia múltiples problemas, entre los que destaca el - del transporte. Por tal motivo se construyó el Metro - de la Ciudad de México en su etapa inicial. Pero no se creó un plan específico de crecimiento del mismo, acorde con el aumento de la demanda, lo cual agudizó el problema.

En la década de los setentas el Gobierno del Distrito Federal dió a conocer un proyecto de vialidad y transporte para la Ciudad de México y área metropolitana, nacido de la necesidad de dar una respuesta - al problema de la transportación, que debía ser resuelto en el menor tiempo posible.

Principalmente dentro del proyecto en cuestión se elaboró por medio de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) el plan maestro del Metro, que tiene como finalidad dotar a la ciudad de una amplia red de líneas del Sistema de Transporte Colectivo, para que en unión con otros sistemas otorgue un aumento del servicio a la población.

Desde la creación del proyecto la expansión del transporte masivo no contaminante ha sido uno de los aspectos prioritarios del programa de desarrollo y modernización de la Ciudad de México, porque ha demostrado que puede transportar una gran cantidad de personas con seguridad, comodidad y rapidez.

Por lo expuesto anteriormente y para no perder la inercia del proyecto en sus primeras etapas, se continúa con la construcción de nuevas líneas del Metro. Los estudios de planeación seleccionaron la alternativa de ampliación de la línea 9, para evitar así la aglomeración de personas que se venía formando en la línea 1, desahogándola en un 20%.

Parte importante del proyecto del Metro son las estaciones, ya que están condicionadas por premisas tecnológicas tales como la mecánica de suelos, estructurales, electromecánicas, etc. que hacen que éstas posean características especiales. La estación Tacubaya no es la excepción, por tal motivo en el presente trabajo se dan a conocer los aspectos fundamentales

que intervinieron en su construcción, que tiene como finalidad otorgar un servicio cómodo eficiente y seguro, que le permiten formar parte del Sistema de Transporte Colectivo del Metro de la Ciudad de México y para introducirnos a éstos a continuación se describirán brevemente los temas que trata cada capítulo de esta tesis.

En el primer capítulo se muestra un panorama general de los antecedentes del Metro de la Ciudad de México. También se dan las características de los procedimientos constructivos empleados en la línea 9, las zonas en que se encuentra, su trazo, los puntos que une y la importancia de ésta.

En el capítulo dos ya se dá inicio al tema principal de esta tesis; en él se muestra el tipo de suelo encontrado en el lugar donde se construyó la estación Tacubaya, las afectaciones que se realizaron y los aspectos legales que se siguieron para poderla construir, así como el tipo de estación.

En el tercer capítulo, se describen los procedimientos constructivos que se siguieron para efectuar el desvío de un colector de 2.44 m. de diámetro, el puenteo de los cables de 85 y 6 kv. así como el de la estación Tacubaya.

Y por último en el cuarto capítulo se analiza el precio unitario de cuatro conceptos representativos que forman parte del conjunto que intervino en la construcción de la estación Tacubaya, dándose a conocer también el costo total de la misma.



## CAPITULO I

### DESCRIPCION GENERAL DE LA LINEA 9

A) ANTECEDENTES

B) ASPECTOS TECNICOS DE  
LA CONSTRUCCION.

## A) ANTECEDENTES

### A) 1.- EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

Durante mucho tiempo, la decisión de construir el Metro en la Ciudad de México, se fué aplazando por problemas normales para obras de esa envergadura, -- problemas específicos como el subsuelo y la incidencia de sismos y por problemas de financiamiento que hacían difícil llevar a cabo la ejecución de la obra, pero eran las dificultades de tipo técnico las que presentaban más obstáculos para su realización.

Sin embargo, los problemas en una ciudad que en 1967, tenía una población de más de seis millones de habitantes, exigían una solución adecuada a sus necesidades de transportación.

Los millones de capitalinos estaban urgidos de contar con un medio moderno que les permitiera -- transportarse con seguridad, comodidad y rapidez, características propias del Metro.

Por eso el LIC. GUSTAVO DIAZ ORDAZ y el LIC. ALFONSO CORONA DEL ROSAL, Presidente de la República y Regente de la Ciudad, respectivamente, tomaron la decisión de construir el Metro Mexicano.

El mismo aplazamiento de que se habló al principio, trajo consigo indudables ventajas, ya que ello permitió abordar soluciones con criterios técnicos que - unos años antes no estaban disponibles todavía.

La experiencia Francesa en la construcción de Metros, como la Societé Generale de Traction et d' Explotation de París, y la Societé Francaise d' Etudes de Realisations de Transports Urbains (Sofretu), también de París, unidas a la firma Mexicana "Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano, S. A." y diversas compañías constructoras Mexicanas que se sumaron a la ejecución de la obra, han servido de valiosa enseñanza para la preparación de técnicos, tanto en la fabricación de trenes, como en obra civil, electromecánica, etc. Aprovechadas en la primera etapa de ampliación. En el aspecto financiero se contó igualmente con la colaboración del gobierno y la Banca francesas, que sumaron su esfuerzo al que realizaba por su parte el Departamento del Distrito Federal, sobre el cual recaía por decisión presidencial el costo de la obra civil, representada principalmente por los túneles, vías y estaciones requeridos.

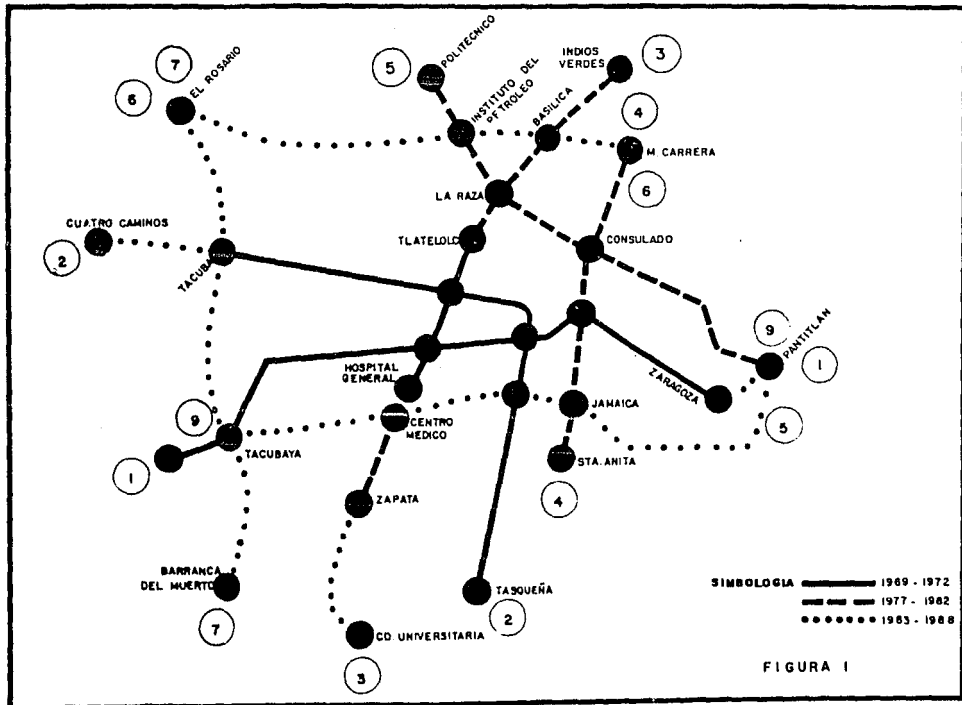
La etapa inicial del Sistema de Transporte Colectivo Metro, se construyó en un tiempo récord de cuarenta meses, a razón de un Kilómetro por mes. El proyecto se inició en el mes de enero de 1967, la construcción principió el 19 de junio del mismo año y se terminó el 20 de noviembre de 1970, comprendió 42 Kilómetros de longitud dividido en tres líneas.

LA LINEA 1.- Con una trayectoria Oriente-Poniente, tenía una extensión de 17 Kilómetros. Esta -- línea que casi en su totalidad es subterránea, contaba - con 19 estaciones.

LA LINEA 2.- Con una proyección Poniente-Oriente-Sur, tenía una longitud de 19 Kilómetros, de los cuales, 9 son de vía superficial y el resto subterráneo; constaba de 22 estaciones.

LA LINEA 3.- Con una orientación Norte--- Sur tenía 6 Kilómetros de extensión, era totalmente subterránea y contaba con 7 estaciones. Figura 1.

Con estas tres líneas y un total de 513 - carros, o sea 57 trenes de 9 carros cada uno, se podía - dar servicio a un millón y medio de pasajeros al día. - En 1977, siete años después, la población alcanzó la cifra de doce millones de habitantes y para entonces el -- Metro, con un total de 537 carros, llegó a transportar - a más de dos millones de usuarios en día laborable. Esta grave situación se debió a la suspensión de la construcción del Metro de 1971 a 1977. De ahí que la movilidad de personas dentro de la gran urbe, se haya agravado considerablemente, produciéndose uno de los mayores problemas de la Ciudad.



De 1971 a 1977, se vislumbraba en la Ciudad de México, la necesidad de establecer una planeación a corto, mediano y largo plazo, tomando el Metro como la columna vertebral de un sistema integral de transportación, ya que como es sabido, la transportación masiva de pasajeros por medio de ferrocarril en vía libre, es el único medio capaz de transportar 60,000 pasajeros por hora. Los demás medios, representados principalmente por autobuses, tranvías y trolebuses, pueden servir a un máximo de 10,000 pasajeros por hora.

En 1977, tanto las Autoridades Federales como las de la Ciudad de México, se dieron a la tarea de preparar un Plan Maestro, que permitiera resolver el problema que representará 57 millones de viajes - persona - día, que se calcula se tendrán en la primera década del próximo siglo, considerando una hipótesis sobre crecimiento de la población.

A efecto de realizar la primera ampliación del Metro, como parte del Plan Maestro, fueron previstas etapas que a partir de la red primaria, se estructuren paulatinamente, para cubrir las necesidades crecientes en los próximos 30 años, las cuales han sido concebidas con el propósito de lograr los siguientes objetivos:

A) Definir políticas sistemáticas de ampliación de líneas que induzcan a la utilización del transporte masivo.

B) Preservar derechos de vía para las líneas futuras.

C) Determinar las rutas por etapas.

D) Abatir tiempos de recorrido y mejorar la seguridad y comodidad.

E) Disminuir la contaminación ambiental.

F) Impulsar el desarrollo de la tecnología y de la industria nacional, relacionadas con la operación del sistema, con objeto de sustituir importaciones y generar empleos.

Para poder cumplir con estos objetivos, - será necesario construir a ritmo continuo 12 Kilómetros de líneas y fabricar cuando menos 16 trenes de 9 carros por año.

De acuerdo con el plan, deberán realizarse las previsiones necesarias en arterias en donde se localizan líneas del sistema, para que el Metro se vaya implantando coordinadamente con la reestructuración de la vialidad, hasta tener en 1990, cuando la población del área metropolitana sea del orden de 19 millones de habitantes, una red de 205 Kilómetros de longitud, con 5 millones - pasajeros - día, siendo la participación del sistema Metro en el total de viajes persona-día del 23%.

Para el año 2000, la población del área metropolitana según proyecciones conservadoras, será -- aproximadamente de 30 millones de habitantes y para entonces, la extensión del Metro habrá alcanzado 325 Kilómetros con 314 estaciones, el número de trenes necesarios para su operación, será de 520, con lo que podrá transportar 12 millones 500 mil pasajeros diarios; el porcentaje del Metro, habrá aumentado al 25%, por lo cual la expansión del transporte masivo en la Ciudad de México es de aspecto prioritario, que constituirá la columna vertebral del sistema de transporte colectivo de la Ciudad con un crecimiento constante de su infraestructura.

Al cumplirse la primera década del próximo siglo, si se continúa con el ritmo de construcción previsto, se tendrá estructurada, una red de 437 Kilómetros, con 408 estaciones, debiendo contar con 600 trenes para mover un total de 18.6 millones de pasajeros al día, estimándose su participación en el total de viajes - persona - día del área citadina en el 33%.

Los datos expuestos anteriormente, están relacionados con la hipótesis y supuestos de desarrollo urbano, que toman en cuenta las tendencias actuales y planteamientos a futuro, considerando que toda planeación debe ser de carácter dinámico, por ello, únicamente a grandes rasgos las dimensiones que el área metropolitana asumirá en términos de crecimiento físico y demográfico.



gráfico, ya que las expresiones urbanas y los patrones de comportamiento que de tal crecimiento se derivan y que en última instancia definen el problema, son escasamente pronosticables.

#### A) 2.- ETAPAS DE AMPLIACION DEL METRO.

Los trazos ideales que se establecen para ubicar las ampliaciones y nuevas líneas de la red, están sujetos a modificaciones que son producto de la experiencia obtenida tanto del proyecto como de la construcción y de la operación del sistema, así como las prioridades de dar servicio a determinadas zonas urbanas, los tipos de subsuelo y las interferencias con las instalaciones municipales.

Para la selección de las etapas de ampliación del Metro, se determinaron los siguientes principios:

A) Tratar de cubrir las zonas de mayor densidad demográfica y servir principalmente a los estratos de escasos recursos.

B) Permitir a los usuarios un ahorro de tiempo por medio de rutas e interconexiones diversas.

C) Intercomunicar los principales centros de actividades.

D) Las líneas no deben de exceder de una distancia de 18 Kilómetros para tener una óptima operación.

E) Se deberá de implementar la ampliación de las avenidas que permitan la integración de la solución vial con el Metro.

F) El trazo de las líneas debe dar servicio en los lugares donde la demanda sea mayor de 10,000 pasajeros por hora.

G) Construir en las cercanías de las estaciones paraderos cuya función será la de recibir todo tipo de transporte colectivo y facilitar a los usuarios la transferencia de medios de transporte. Con ello se impedirá la entrada de los autobuses suburbanos a la Ciudad y se proporcionará el reordenamiento de rutas de autobuses urbanos y taxis.

H) Con el fin de inducir a los usuarios particulares a hacer uso del transporte masivo, se construirán estacionamientos públicos para automóviles y bi

cicletas, cerca de las estaciones del Metro, de acuerdo a las necesidades de cada área.

Tomando como base los principios enunciados anteriormente y completándose los estudios de origen y destino, estratos de ingresos y demográficos, se llegó a la elección definitiva del trazo y construcción de las ampliaciones, figura 1.

### A) 3.- LINEA 9 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

#### PLANEACION

El trazo de la línea 9 indicado en el programa Maestro del Metro se definió considerando densidad demográfica, estudios de movilidad, origen y destino de los numerosos usuarios, las alimentaciones exteriores de procedencia urbana, suburbana y foránea, así como, los modelos de simulación de transporte y evaluación que contemplan factores tales como desarrollo urbano, uso del suelo, optimización del sistema de transporte, encuestas directas, etc.

Concordante con la política de expansión de la red del Metro, se puso en servicio la primera etapa de Pantitlán a Centro Médico y la segunda de Centro Médico a Tacubaya, de la línea 9 del Metro.

Entre sus objetivos fundamentales, está el desahogo de la sobrecarga de la línea 1; a este respecto se estima que la línea 9 captará aproximadamente el 20% de la afluencia correspondiente a la línea 1.

A) 3.1.- PRIMERA ETAPA DE LA LINEA 9 (ORIENTE)

A) TRAZO:

El tramo de Pantitlán a Centro Médico, - inicia al Oriente de la Ciudad en la Colonia Pantitlán, continúa el trazo en dirección Norte - Sur sobre el lado Oriente de Río Churubusco, cruza Calzada Ignacio Zaragoza y la Avenida 8 para continuar en sentido Oriente Poniente sobre la Avenida Río de la Piedad y proseguir por Viaducto para incorporarse al Eje 3 Sur (Avenida Morelos) a la altura del Velódromo Radamés Treviño; sigue en dirección Oriente - Poniente sobre la Avenida Central, hasta la Avenida Baja California.

B) LONGITUD:

Este tramo tiene una longitud de 11.5 Km. y tiene correspondencia con 5 líneas del Metro, cuenta con 9 estaciones, que son: Pantitlán, Puebla, Ciudad Deportiva, Velódromo, Mixiuhca, Jamaica, Chabacano, Lázaro Cárdenas y Centro Médico.

### A) 3.2.- SEGUNDA ETAPA DE LA LINEA 9 (PONIENTE)

#### A) TRAZO:

El trazo que sigue la línea con dirección Oriente - Poniente, inicia en el cruce de la calle de Medellín y Avenida Baja California, continuando por esta avenida hasta la calle de Ciencias, siguiendo por Carrada de la Paz calle J. Martí, Avenida Jalisco, la lateral de Viaducto Miguel Alemán, terminando en la calle de Pavo Real.

#### LONGITUD:

La línea 9 Poniente tendrá una longitud total de 4,766 m., construyéndose en esta etapa 3,800 m. con los cuales se abarcará la puesta en servicio de tres estaciones, siendo éstas: Chilpancingo, Patriotismo y Tacubaya, tiene este tramo correspondencia con 2 líneas del Metro.

#### B) ASPECTOS TECNICOS DE LA CONSTRUCCION.

##### B) 1.- ZONIFICACION Y ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO DEL VALLE DE MEXICO:

El trayecto de la línea 9 cruza tres zonas distintas del subsuelo de la Ciudad de México, que en base a los numerosos estudios que se han realizado,

han permitido a Marsal y Marzari zonificarlas en tres - grandes áreas, atendiendo a un punto de vista estrati-- gráfico; estas zonas son: la de lomas, la de transición y la del lago, figura 2.

## B) 2.- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

Como ya se dijo anteriormente, la línea 9 del Metro de la Ciudad de México va de un extremo a otro de la misma, encontrándose a todo lo largo de su recorrido diferentes tipos de suelos para lo cual se -- utilizaron diversos métodos constructivos, adaptados to dos ellos a las características del terreno en la mayoría de los casos y en otros por motivos de infraestructura urbana.

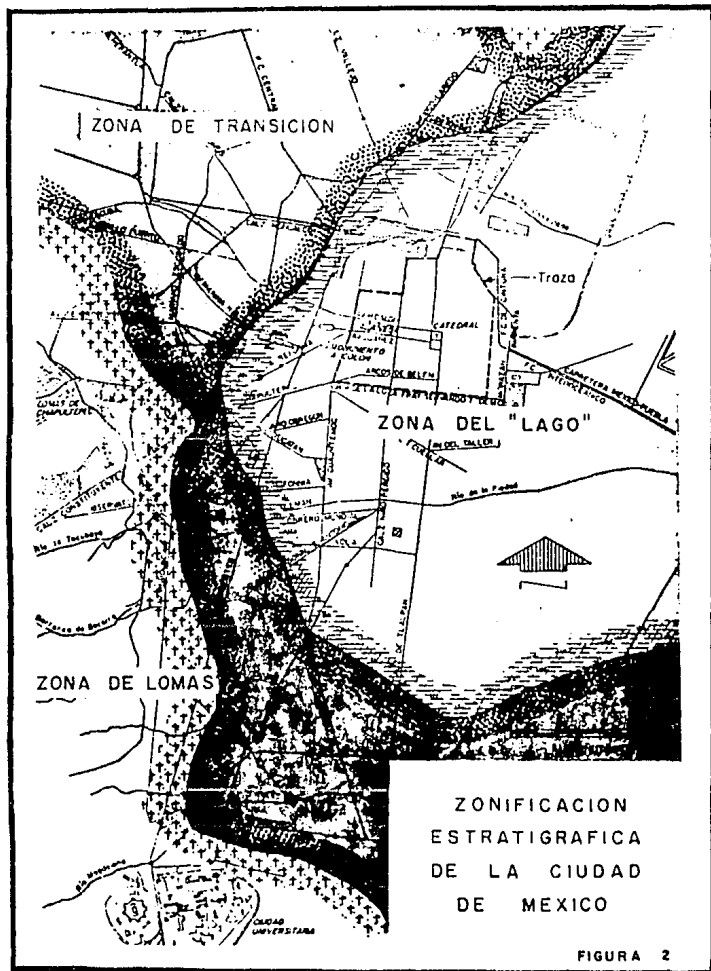
Los procedimientos de estructuración fue ron los siguientes:

A) Sección elevada.

B) Sección superficial

C) Sección subterránea de cajón

D) Sección subterránea de túnel



#### A) SECCION ELEVADA:

En los tramos de Pantitlán a Velódromo -  
fue utilizado el procedimiento constructivo en solución  
elevada, esta solución ha sido habilitada por las caracte-  
rísticas físicas y contexto urbano de la zona.

Consiste en un viaducto elevado, formado  
por una trabe de concreto postensado simplemente apoya-  
do en columnas centrales de concreto reforzado de sec-  
ción rectangular variable, las columnas se apoyan en za-  
patas aisladas de concreto reforzado de sección cuadra-  
da con pilotes de fricción también de concreto reforza-  
do de sección cuadrada.

Por lo que respecta a la sección trans-  
versal de la trabe, se decidió emplear trabes pretensa-  
das de sección T con un firme de compresión para repartir  
uniformemente las cargas.

En las estaciones los claros entre colum-  
nas son de 25 m. y las trabes son de 16 m. de largo, --  
con el objeto de alojar los andenes laterales y la es-  
tructura metálica de techado, en los tramos la separa-  
ción de columnas es de 30 m. y en las trabes el ancho -  
mínimo es de 8 m., figura 3.



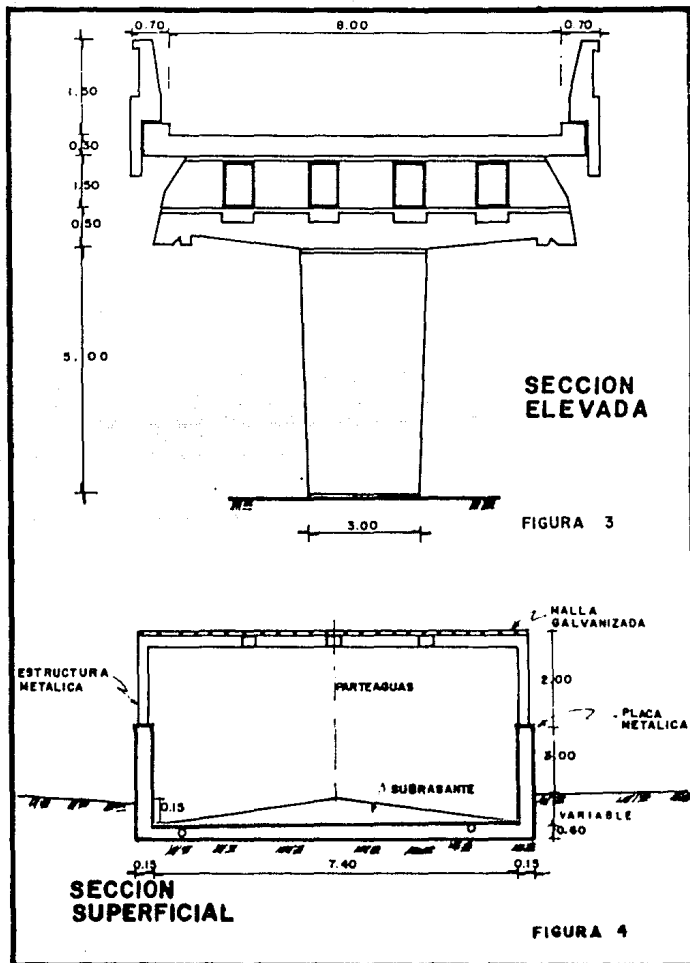
#### B) SECCION SUPERFICIAL:

En una parte del tramo que une a las estaciones de Velódromo y Mixiuhca, existe la transición subterránea que forma la sección superficial de la línea 9. La sección elegida para el tramo entre las estaciones, es una sección constituida por una losa de concreto reforzado y dos muretes de contención de concreto armado, la losa de 7.40 m. de ancho, se desplató en -- una superficie compactada a una profundidad de 1.5 m. -- en promedio con el objeto de lograr una adecuada compensación de cargas, figura 4.

#### C) SECCION SUBTERRANEA DE CAJON:

La sección subterránea de cajón comprende los tramos que hay de la estación Mixiuhca a Centro Médico. El cajón es de sección rectangular construido a cielo abierto cuyas dimensiones para los tramos son -- de 6.90 m. de gálibo horizontal y de 4.90 m. de gálibo vertical, la profundidad de desplante fué de 10 m. en -- promedio; para las estaciones al ancho mínimo es de -- 13.60 m. con profundidad en promedio de 15 m.

El procedimiento se realizó utilizando -- como ademe primario tablestacas coladas en sitio, es-- estructurado posteriormente con losa de fondo, muros estructurales de concreto armado colado en sitio con muro Milan de acompañamiento y tabletas prefabricadas unidas



con un firme de compresión en techos. En la figura 5 - se muestra una sección común de este sistema.

En el tramo de Centro Médico a Patriotismo se utilizó también el tipo cajón subterráneo para el tránsito del Metro, en esencia es la misma técnica empleada en los tramos que se describieron antes, con la salvedad de 253 m. que se ejecutaron en el tramo de Chilpancingo a Patriotismo a base de muros tablestaca - estructurales prefabricados siendo este procedimiento - una innovación para la construcción del cajón Metro. - Los resultados obtenidos indican que este procedimiento es más rápido en ejecución que el método tradicional, - lo cual permite disminuir los costos.

#### D) SECCION SUBTERRANEA EN TUNEL:

En los tramos Patriotismo - Tacubaya y Tacubaya - Observatorio se utilizó el escudo de frente abierto de 9.15  $\phi$ , para ejecutar el sistema de túnel -- profundo. El proceso fué siguiendo un método ya establecido, que consistió en efectuar la excavación y cubrir con concreto lanzado el túnel para protegerlo del intemperismo, para posteriormente revestirlo definitivamente con prefabricados (dovelas).

Los túneles fueron desplantados a una -- profundidad de 23 m. en promedio, figura 6.

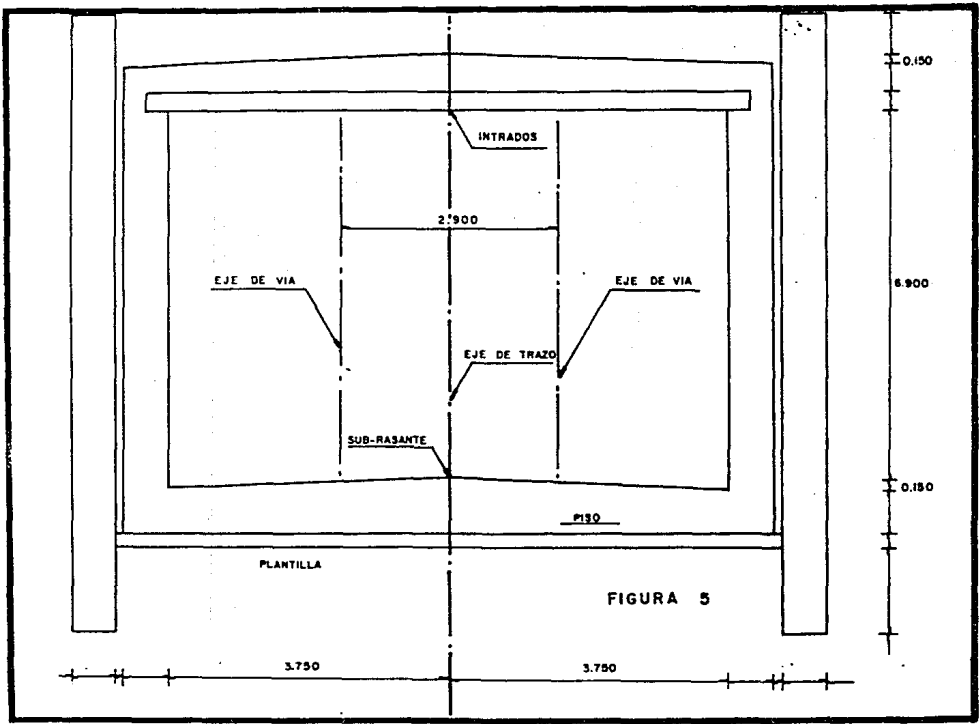
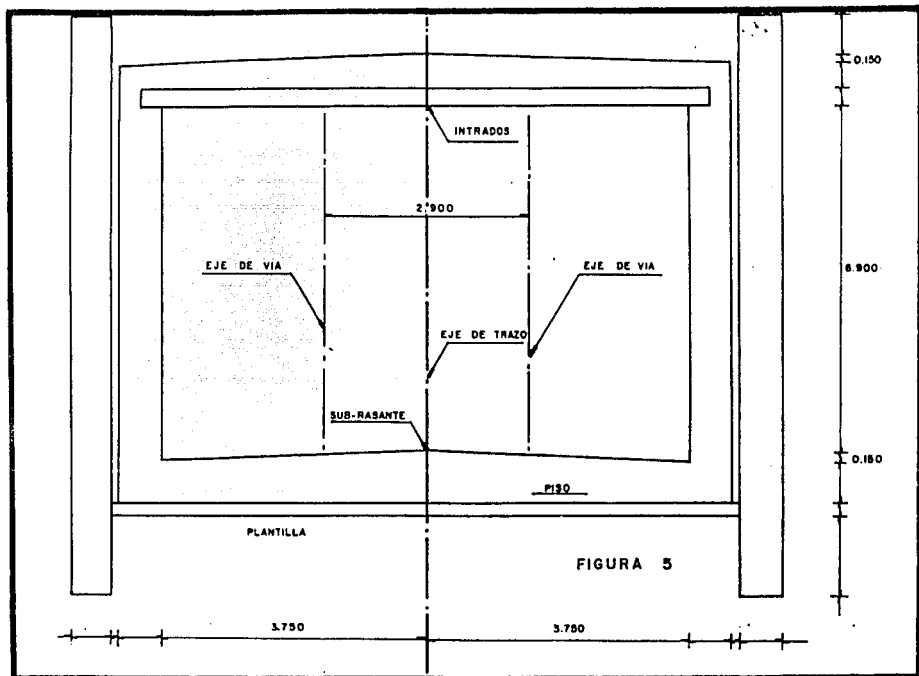


FIGURA 5



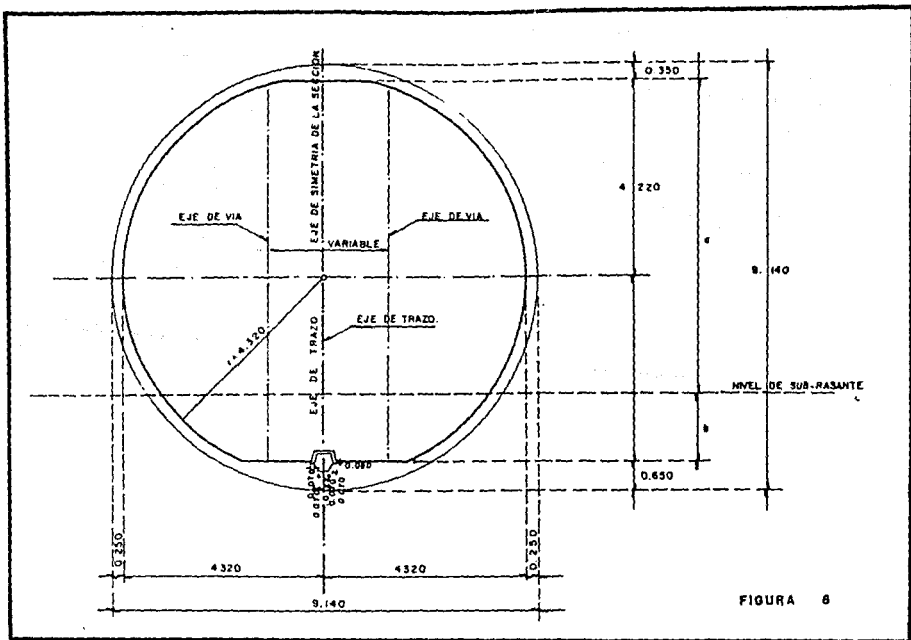


FIGURA 8

## CAPITULO II

### DESCRIPCION DE LA OBRA

- A) TIPO DE SUELO
- B) AFECTACIONES
- C) TIPO DE ESTACION

A) TIPO DE SUELO:

Con el objeto de conocer las características estratigráficas y propiedades del subsuelo localizado sobre el trazo de la estación Tacubaya de la línea 9 del Metro, fué necesario realizar un sondeo de tipo mixto con obtención de muestras alteradas e inalteradas. La ubicación de éste se indica en la figura 7.

El sondeo SM9-3A, se realizó de acuerdo a lo siguiente:

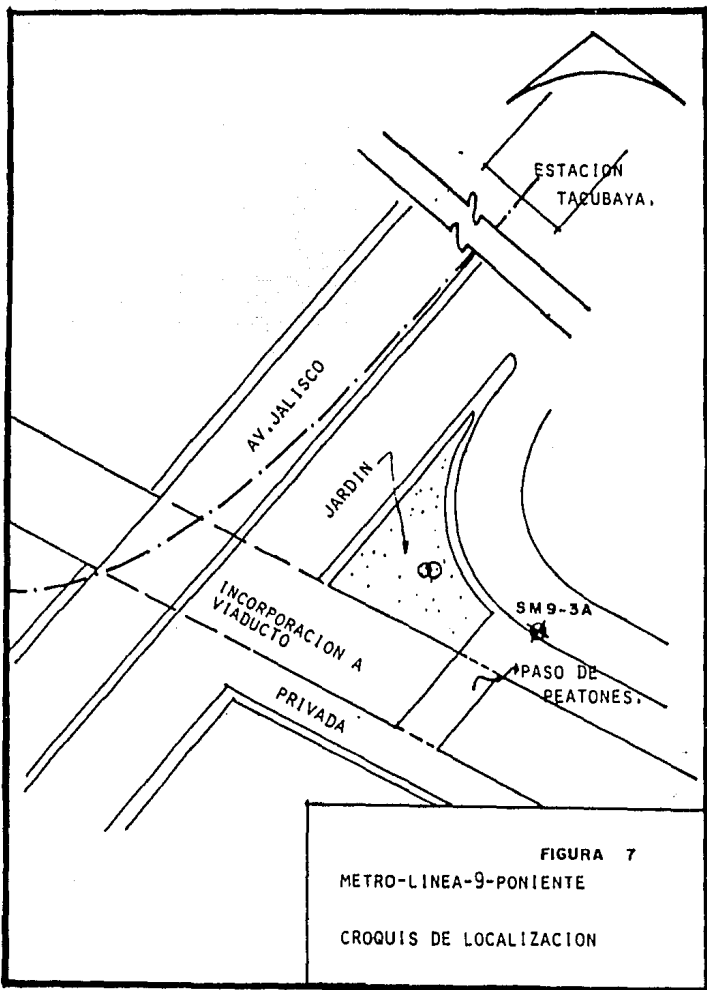
La longitud total del sondeo se dividió en tres tramos tal como se indica en la tabla 1, debiéndose hacer para cada tramo la perforación y muestreo según las indicaciones siguientes:

A) En el tramo denominado "A", se debió alternar cuatro tubos lisos por un avance de 1.20 m. -- con broca tricónica.

B) En el tramo "B", se debieron de alternar un barril Dénison por cuatro tubos lisos.

C) En el tramo "C", se tuvieron que alternar un tubo liso por un avance de 1.8 m. con broca tricónica.

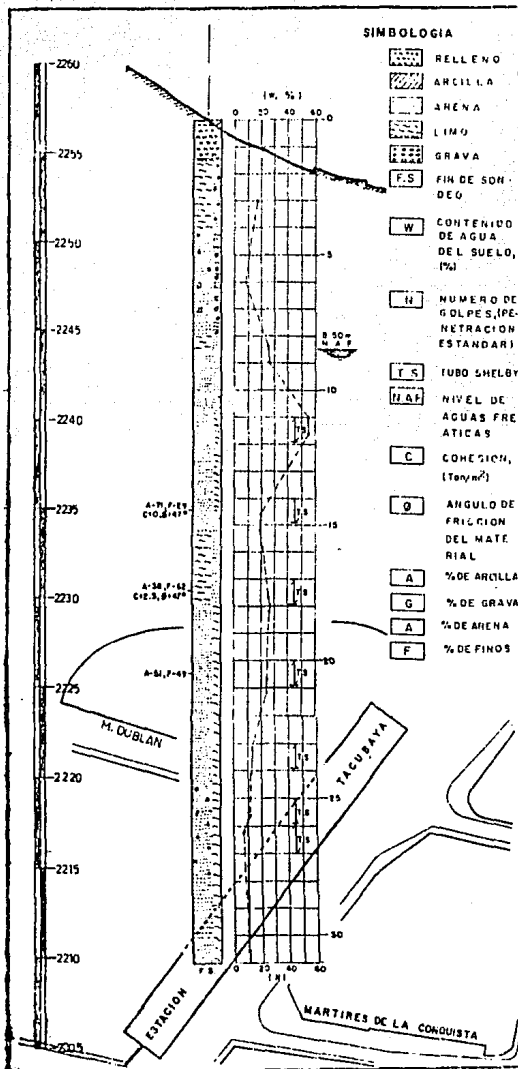




Con el objeto de poder referenciar el sondeo al perfil estratigráfico, se debió obtener la elevación del brocal de cada pozo.

Durante la perforación del sondeo, se llevó un registro de campo en el que se indicó la profundidad, el tipo de herramienta de avance, el número de golpes para la penetración de los 30 cm. centrales del tubo liso, el porcentaje de recuperación y una descripción de campo del material muestreado.

En las muestras enviadas a laboratorio, se hizo una clasificación del material a cada 20 cm., dándose los datos siguientes:



SONDEO	UBICACION	PROFUNDIDAD ENTRE LAS QUE SE ENCUENTRAN, EN METROS.		
SM9-3A	AV. JALISCO ESQUINA CON CALLE GORRION	TRAMO "A" 0.00-8.00	TRAMO "B" 8.00-26.00	TRAMO "C" 26.00-31.00

TABLA 1.

B) AFECTACIONES:

B) 1.- ADQUISICION DE PREDIOS:

Las afectaciones que son generadas por la construcción de una línea del Metro pueden ser ocasionadas por: trazo, estación, puesto de rectificación o estacionamiento; y los predios factibles de encontrarse en esta situación pueden ser de propiedad particular, ejidal o federal.

Una vez conocido el proyecto del Metro y determinadas las afectaciones necesarias al mismo, debidamente justificadas, se realizarán los levantamientos de los predios afectados, marcando en ellos la zona requerida.

En el caso de ser propiedad particular, el proceso se esquematiza en el diagrama 1. Cuando exista algún inquilino ya sea que ocupe el predio como vivienda o negocio, tendrá derecho al pago de una ayuda social debido a los gastos que con el desalojo se le presenten.

Estas adquisiciones de predios particulares para uso de las instalaciones del Metro ocasionan regeneraciones urbanas muy importantes, ya que en muchos

lugares, en donde existen asentamientos irregulares con servicios ínfimos, se convierten en zonas con excelente transporte, abundantes extensiones jardinadas y vialidad amplias y expeditas que incitaron a sus moradores a su superación en varios aspectos.

En los predios ejidales, debido a su carácter jurídico, es necesario realizar una solicitud de expropiación ante la Secretaría de la Reforma Agraria; así como el pago de cosecha, construcciones y terrenos, conforme lo dictamine la Comisión de Avaluos de Bienes Nacionales.

En el caso de predios de propiedad federal que pueden pertenecer a instituciones tales como el Instituto Mexicano del Seguro Social, Comisión Federal de Electricidad, Ferrocarriles Nacionales de México, -- etc., se puede llegar a acuerdos más directos, mediante convenios particulares o realizando permutas por otros predios propiedad del Departamento del Distrito Federal.

#### B) 2.- AFECTACIONES EN LA ESTACION TACUBAYA:

Las partes afectadas por la estación Tacubaya de la línea 9 del Metro de la Ciudad de México se muestran en la figura 8, en todos los casos fueron predios privados que formaban parte de manzanas ubicadas en las partes extremas de la estación.

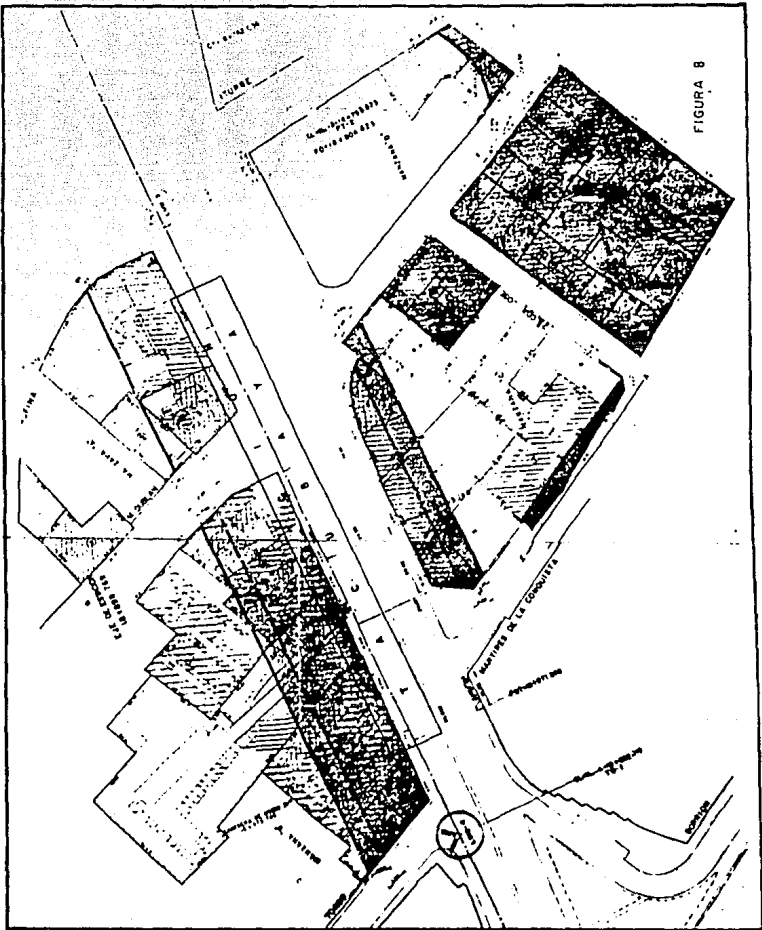


FIGURA 8

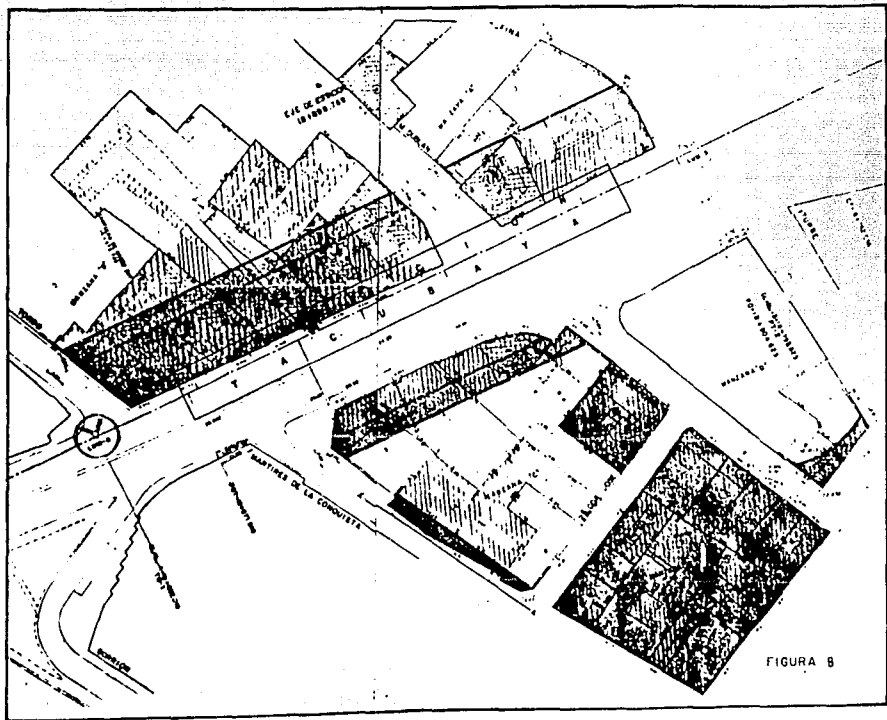


FIGURA 8



A continuación se describirán las partes afectadas tomando como referencia a la estación Tacubaya.

AL PONIENTE:

En la Avenida Jalisco:

C A L L E	MANZANA	LARGO	ANCHO
Tordo hasta Manuel Dublan.	B	163.4m.	28.22m.
Manuel Dublan a Carlos Lazo.	A	59.66m.	29.15m.

AL ORIENTE:

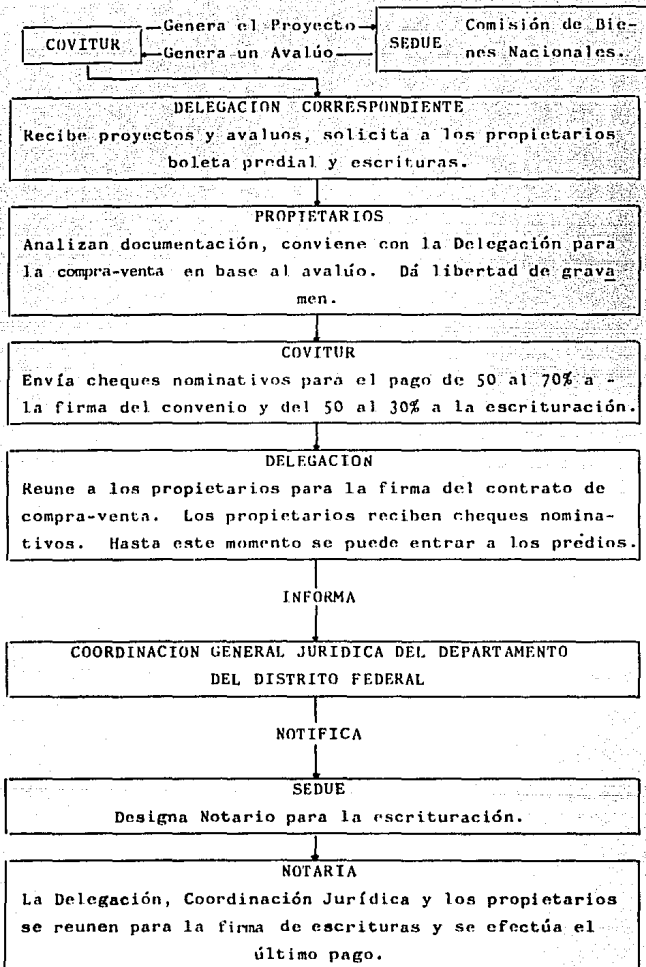
En la Avenida Jalisco:

C A L L E	MANZANA	LARGO	ANCHO
Mártires de la Conquista hasta José María Vigil.	C	76.32m.	18.55m.
Mártires de la Conquista.	C	48.33m.	4.50m.
José María Vigil esquina 2a. cuadra de José María Vigil.	C	21.20m.	39.70m.
Iturbe esquina con José María Vigil (tiene dos anchos).	D	28.76m.	11.96m. 5.01m.
José María Vigil y 2a cuadra de José María Vigil (toda la Manzana).	E	85.30m.	54.60m.

A continuación se muestra la tabla 2, --  
donde se puede observar los metros cuadrados expropia--  
dos en cada manzana y el destino que tendrán.

MANZANA	M <sup>2</sup>	D E S T I N O
A	1309.44	ACCESO A LA ESTACION
B	2952.90	ACCESO A LA ESTACION
C	1675.16	VIALIDADES DE ACCESO A LOS PARADEROS
D	205.16	VIALIDADES DE ACCESO A LOS PARADEROS
E	3832.98	PARADERO DE AUTOBUSES

TABLA 2



C) TIPO DE ESTACION:

La estación Tacubaya perteneciente a la línea 9 del Metro, se encuentra en la Avenida Jalisco, entre las calles de Carlos Lazo y Tordo, entre los cadenumientos 18 + 823.769 y 18 + 973.769, ver figura 9.

Cuenta con una longitud de 150 m., su ancho máximo es de 50.50 m. y el mínimo de 9 m., su profundidad es de 17 m., alcanzando 22 metros en la pasarela de cambio de andén, aloja 4 niveles, 4 accesos y 5 escaleras mecánicas.

El tipo de estación es de trasbordo, subterránea en cajón para la cual se tuvo que hacer una excavación a cielo abierto para alojarla, tendrá correspondencia con las estaciones Tacubaya de las líneas 1 y 7 a través de un túnel inclinado y otro horizontal con una longitud total de 66 m.

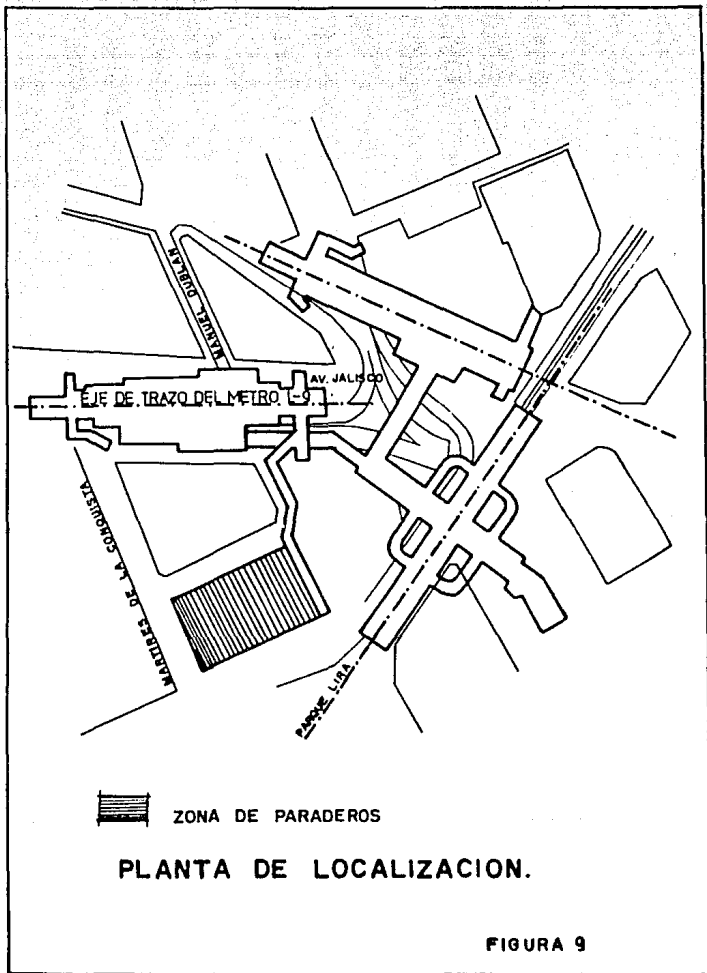
Además, se dejó la preparación de una pasarela para que a futuro se comunique con los paraderos de esta estación, lo que permitirá facilitar el cambio de medios de transporte.

Para dar inicio a los trabajos de construcción de la estación, fué necesario ejecutar los des-

víos de dos colectores de 1.22  $\phi$  y 2.44  $\phi$ ), así como la reubicación de atarjeas, tuberías de agua potable, líneas troncales de Teléfonos de México, una línea de 85 Kv. y otra de 6 Kv.

Asímismo fué necesario diseñar y construir una estructura especial para soportar y proteger los cables de 85 y 6 Kv. que se encuentran ubicados al centro de la estación en el sentido longitudinal de la misma.

El procedimiento constructivo que se siguió fué el de excavación a cielo abierto con taludes de 0.3:1 lo cual se permite gracias al tipo de terreno.



### CAPITULO III

#### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION UTILIZADO

- A) DESVIO DEL COLECTOR
- B) PUENTE DE CABLES DE ALTA TENSION
- C) EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA ESTACION.

A) DESVIACION DEL COLECTOR.

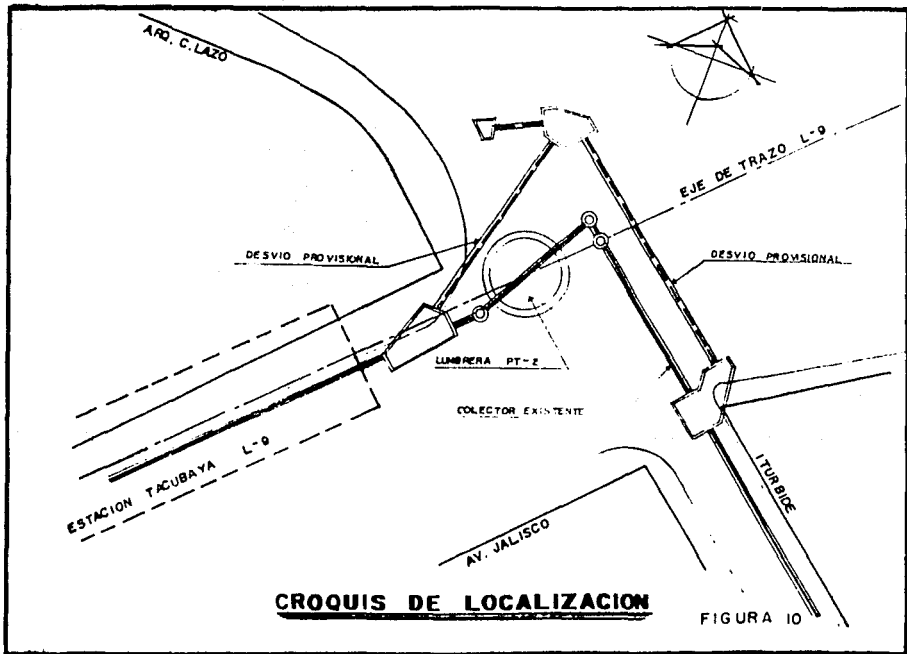
A) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo para llevar a cabo el desvío provisional del colector Rufina, de 2.44 m. de diámetro ubicado en la cabecera Nor-Oriente de la estación Tacubaya de la línea 9 del Metro, según se muestra en la figura 10, se realizó de acuerdo a lo que se indica a continuación:

La excavación de las zanjas para la instalación de los tramos de tubería, se hizo a cielo --abierto con taludes laterales en inclinación de 0.10:1, horizontal a vertical, y manteniendo en el frente un talud con una inclinación de 0.30:1 horizontal a vertical. Los taludes laterales se ademaron con una estructura --constituida por tablonés de madera de 2" de espesor, por lines de madera de 6" X 6" funcionando como vigas madre y por polines de madera de 4" X 4" como puntales.

La excavación de las zanjas se realizó --por tramos de 3.50 m. de longitud y con un ancho, en el fondo, igual a 3.70 m. según se indica en las figuras 11 y 12.





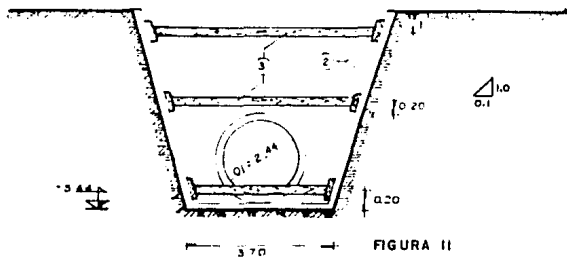
La excavación de cada tramo de zanja se realizó en forma continua y solo se interrumpió momentáneamente cuando el nivel de excavación se encontró a -- 0.30 m. por abajo de cada uno de los niveles de puntales para proceder a su colocación.

Por ningún motivo se pudo continuar con la excavación sin haber colocado el nivel de puntales descubiertos. Los niveles de puntales se indican en la figura 11 y 12.

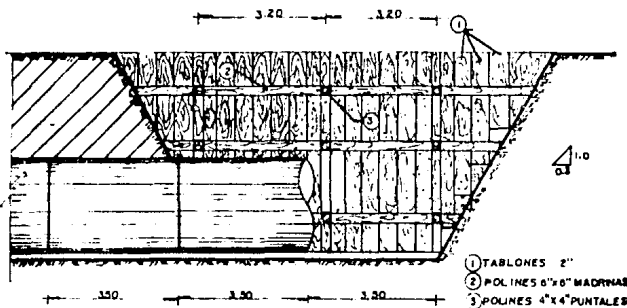
Una vez alcanzada la profundidad máxima de excavación, se colocó en el fondo una plantilla de grava de 10 cm. de espesor, compactada con un pisón metálico.

Después de colocada la plantilla y una vez que se realizó el acostillado en el tramo de tubo colocado en la etapa anterior, de acuerdo a lo que se indica en los párrafos siguientes, se retiró el nivel inferior de puntales y se procedió a colocar el tramo de tubo correspondiente.

A continuación se acostilló el tramo de tubo colocando material granular areno-limoso hasta alcanzar una altura igual a la mitad de su diámetro exterior. Este material de relleno se colocó en capas de



**CORTE TRANSVERSAL**



- ① TABLONES 2"
- ② POLINES 6"x6" MADRYNAS
- ③ POLINES 4"x4" PUNTALES

**CORTE LONGITUDINAL**

20 cm. de espesor, las cuales debieron compactarse por medio de polines de madera hasta alcanzar un grado de compactación del 85% de su peso volumétrico máximo seco.

Acostillado el tubo, se continuó con la colocación del relleno utilizando material areno-limoso, tipo tepetate. Este tipo de material se debió utilizar para rellenar la zanja desde la elevación que alcanzó el acostillado hasta el nivel de subrasante.

No se puede iniciar la excavación del siguiente tramo de 3.50 m. de longitud, si en el anterior no se colocó el tubo correspondiente con su respectivo relleno hasta el nivel de su lomo.

Los puntales y las vigas madrinas restantes se retiraron a medida que el material de relleno se fué colocando.

Cuando el relleno alcanzó el nivel de subrasante, se procedió a restituir el pavimento.

Las filtraciones que se presentaron durante el proceso de excavación, se controlaron por medio de cárcamos de bombeo comunicados entre sí hacia unas zanjitas, desde las cuales se extrajo el agua con bombas autocebantes.

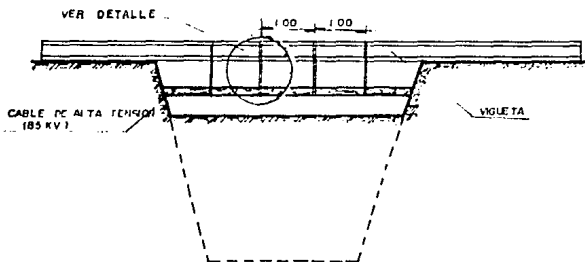
A) 2.- PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE INTERFERENCIA  
CON LOS CABLES DE ALTA TENSION.

En las zonas de interferencia del colector de desvío con el ducto de cables de alta tensión, - el proceso de excavación debió efectuarse manualmente, con el fin de evitar que el ducto fuese dañado. Una vez que la excavación de la zanja descubrió el ducto, fue necesario, antes de continuar con la excavación, protegerlo mediante una caja de madera y colocar el sistema de colganteo que se indica en la figura 13.

Todos estos trabajos debieron llevarse a cabo de acuerdo a las indicaciones de la Comisión Federal de Electricidad. Una vez concluida la colocación del tramo de colector en esta zona se procedió a restituir las condiciones en que se encontraba dicho ducto.

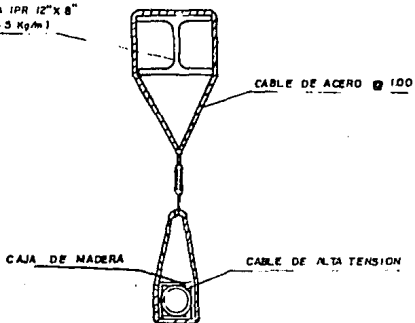
A) 3.- NOTA IMPORTANTE

1.- Todas las vigas mdrinas y puntales se sujetaron con varillas que previamente se hincaron en el terreno en zonas aledañas a la zanja, por medio de alambres en cada uno de sus extremos. Los alambres tubieron únicamente la longitud necesaria para sostener a dichos elementos para evitar que se desplacen verticalmente.



## ESTRUCTURA DE COLGANTEO

VIGUETA IPR 12" X 8"  
(Wz 74.5 Kg/m)



## DETALLE

FIGURA 13

## B) PUENTE DE CABLES DE ALTA TENSION.

A continuación se describe el procedimiento constructivo que se siguió para puentear los cables de alta tensión de 85 y 6 Kv., que por encontrarse a lo largo de la estación Tacubaya interfirieron con el proceso de excavación y construcción de dicha estación, figura 14.

### B) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Los cables de alta tensión fueron puenteados mediante una estructura metálica cuyos apoyos estaban constituidos por pilotes de sección circular de 12" de diámetro que se hincaron en el terreno a ambos lados de la trayectoria del cable, en todo lo largo de la estación, excepto en la distancia comprendida entre los ejes 1 a 4 y 18 a 21 en donde los pilotes se hincaron a un lado, y el cable se sostuvo por medio de una vigueta metálica trabajando en cantiliver; sobre el remate de los pilotes se colocaron viguetas de acero IPR 12" X 4" de 32.8 Kg./m. tanto en el sentido longitudinal como transversal con respecto a los cables y sobre las cuales se apoyó una cama de tabloncillos de madera de 2" de espesor que sirvieron para soportar directamente el cable. figura 15.

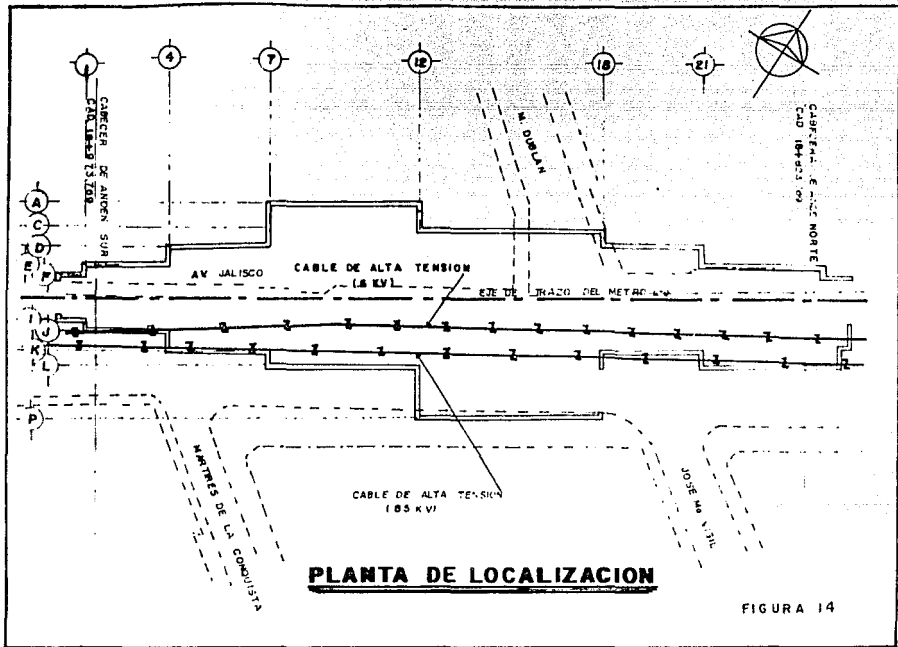
El proceso para efectuar el puenteo de los cables de alta tensión se describe a continuación.

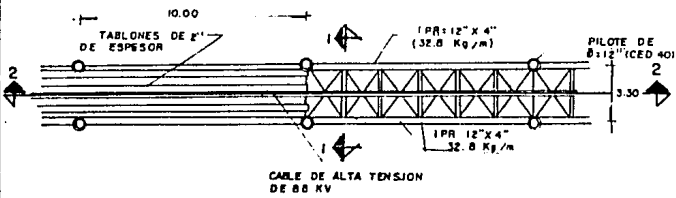
Primera etapa, para el hincado de los pilotes en el terreno se debieron efectuar calas con el objeto de definir la posición exacta de los cables de 85 y 6 Kv. Una vez localizado el trazo correcto del cable de 85 Kv., se hicieron perforaciones de 15" a cada lado de éste; la separación de las perforaciones en el sentido transversal fué de 3.30 m. mientras que en el sentido longitudinal fueron de 10.00 m., figura 16.

Las perforaciones de 15" de diámetro se efectuaron hasta 2.5 m. por debajo del nivel máximo de excavación, realizadas estas se hincaron en el terreno los pilotes metálicos de 12" de diámetro; una vez colocado el pilote se inició el relleno del espacio anular existente entre la perforación y el paño exterior del tubo, utilizando un mortero de cemento - arena con una proporción de 1:4 en peso del cemento, la colocación del mortero se efectuó en sentido ascendente a través de un tubo de 1½" Ø, figura 17.

Segunda etapa, se realizó una excavación en la zona de puente a partir del nivel de terreno natural hasta descubrir el remate de los pilotes, en la forma que se muestra en las figuras 18 y 19, el ancho de excavación debió ser tal que permitió realizar las maniobras necesarias para la colocación posterior de las viguetas longitudinales y transversales.

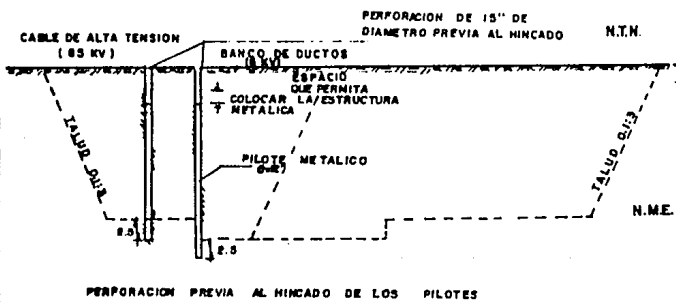






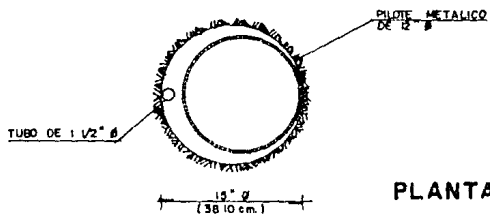
**PLANTA**

FIGURA 15

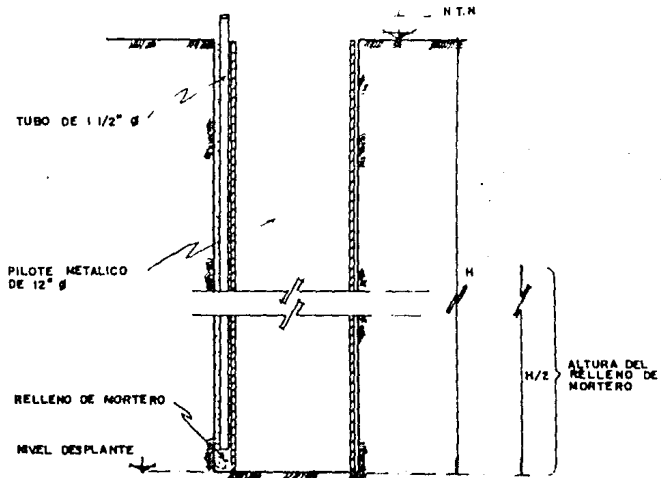


**ESTRUCTURA DE PUENTE**

FIGURA 16

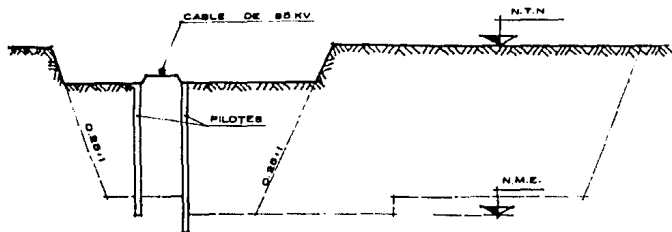


PLANTA



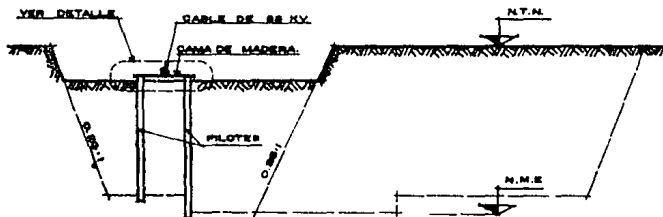
CORTE

FIGURA 17



EXCAVACION HASTA DESCUBRIR EL REMATE DEL PILOTE Y EL CABLE DE ALTA TENSION

FIGURA 18



EXCAVACION HASTA LA CABEZA DEL PILOTE Y LA COLOCACION DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

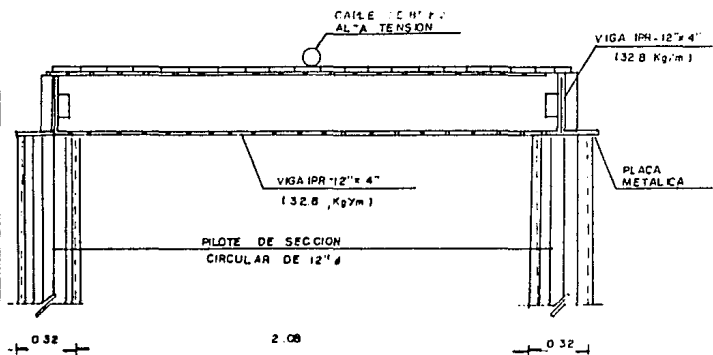
FIGURA 19

Tercera etapa, sobre el remate de los pilotes hincados se colocaron viguetas IPR de 12" X 4" de 32.8 Kg./m. en el sentido longitudinal, las cuales se apoyaron y soldaron sobre placas metálicas. Conforme se descubrió el cable de alta tensión, se colocaron las viguetas en el sentido transversal al cable, debiendo unirse mediante soldadura a las viguetas longitudinales. Inmediatamente después se debieron de colocar tablones de madera de 2" de espesor sobre los patines de las viguetas transversales, los cuales sirvieron para sostener directamente el cable, figura 20 y 21.

Debido a que la construcción de la estructura de puenteo sirvió además para sostener a los cables de 6Kv., éstos se debieron de instalar sobre una corredera que se construyó en un extremo de la plataforma de la construcción, figura 22.

Con el fin de proteger el cable de 85 Kv. se colocaron marcos constituidos por polines de madera de 4" X 4" cubiertos a su vez por hojas de triplay de 3/4", para evitar de esta manera que puedan ser dañados durante la construcción de la estación; además se colocaron en los extremos de la estructura de puenteo barandales, constituidos por varillas del No. 6, adosando a uno de ellos la corredera que alojó los cables de 6 Kv., figura 23.

3.30



**DETALLE A**

FIGURA 20

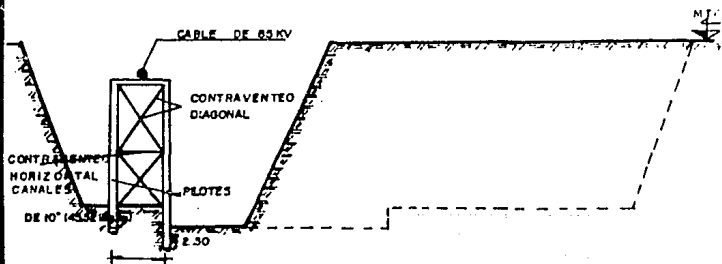
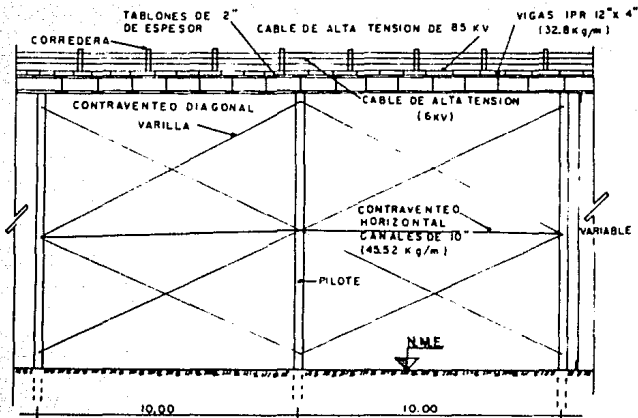
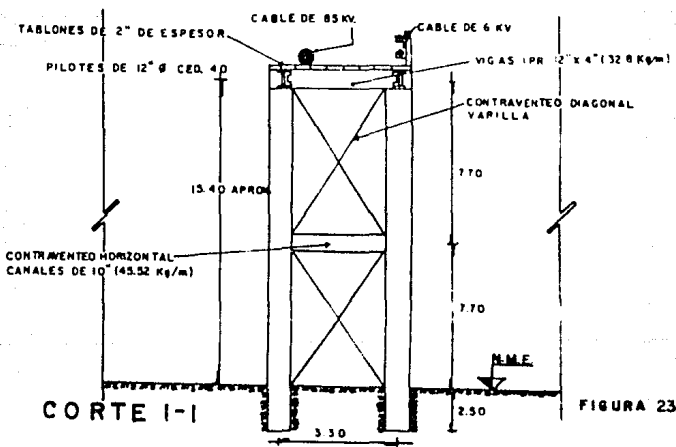


FIGURA 21



CORTE LONGITUDINAL 2-2

FIGURA 22



CORTE I-I

FIGURA 23

Cuarta etapa, una vez que se tuvo puentea do el ducto en su etapa correspondiente y que la excavación de la misma alcanzó el nivel máximo de proyecto, se procedió a estructurar la parte de estación comprendida por las etapas que se estuvieron atacando, una vez que dicha estructura alcanzó su resistencia especificada se procedió a la colocación del material de relleno y se retiró la estructura de soporte.



B) 2.- NOTAS IMPORTANTES.

1.- El nivel de remate de los pilotes estuvo en función de la posición del cable de alta tensión, de tal manera que entre el cable y el remate de los pilotes quedó el espacio suficiente para colocar la estructura metálica y los tableros, con el objeto de que el cable conservara lo más posible su nivel.

2.- Conforme la excavación descubría los pilotes metálicos hincados, se fué colocando el contraventeo tanto en sentido longitudinal como transversal con respecto a los cables.

3.- La excavación en la vecindad de los pilotes hincados se fué realizando con precaución con el propósito de no golpearlos y crear problemas de estabilidad en la estructura de puenteo.

4.- Los huecos dejados por los troqueles en la losa de piso al ser éstos rellenos, se rellenaron de concreto con aditivo estabilizador de volumen.

C) EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA ESTACION

C) 1.- OBSERVACIONES GENERALES

1.- Fué necesario para iniciar la excavación de cualquier etapa que todas las instalaciones municipales de la zona se encontraran fuera de servicio. esto es, debieron tenerse terminados los desvios de dichas instalaciones conforme a los proyectos respectivos. Además se debió de realizar la extracción de los colectores de 1.22 m. y 2.44 m. de diámetro.

2.- Las afectaciones permanentes y por excavación fueron liberadas antes de iniciar la excavación de las etapas localizadas en los sitios de estas afectaciones.

3.- Los cables de alta tensión existentes en la estación, se puentearon antes de iniciar la excavación de las etapas afectadas por la presencia de éstos.

4.- Colada la losa de piso de la etapa -- No. 1, se pudo iniciar la excavación del túnel de correspondencia en las líneas 1 y 7.

5.- En el área contigua a la galería que alojó al colector de proyecto y fuera de la zona con estructura de contención, el talud tuvo una berma a partir de la profundidad de proyecto de la galería, tal como se observa en el corte 8-8; además el relleno se colocó hasta que se concluyó la construcción del lugar adyacente.

### C) 2.- CONTROL DE FILTRACIONES.

Durante la excavación de las etapas, se presentaron filtraciones a través del cuerpo de los taludes, por lo que fué necesario colocar en los puntos de aportación tubos ranurados de  $1\frac{1}{2}$ " de diámetro, los cuales penetraron 3.00 m. en el suelo y contar con un forro exterior de tela de mosquitero en toda su longitud. Las filtraciones se canalizaron hacia cárcamos de bombeo, -- construidos en las esquinas de las áreas de excavación, lugar donde se extrajo el agua por medio de bombas autocebantes de gasolina de 2" de diámetro.

Los posibles escurrimientos pluviales, se recolectaron por medio de zanjas de 0.30 X 0.30 m. rellenas de grava limpia ubicadas en las orillas de excavación las cuales fueron conducidas también hacia los cárcamos ubicados en las esquinas de la zona en cuestión y desde donde se extrajo el agua producto de los escurrimientos y/o filtraciones, como ya se indicó en el párrafo anterior.

### C) 3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

A continuación se dan los lineamientos -- que se siguieron para efectuar la excavación y construcción de la estación Tacubaya de la línea 9.

El orden de ejecución de las etapas de ex cavación se llevaron a cabo de acuerdo a la secuencia in dicada en el plano de etapas y cortes de la figura 24.

La excavación y construcción de la esta- ción Tacubaya, se realizó a cielo abierto, efectuando en tre los ejes 1 y 15 una excavación preliminar a 8 m. de profundidad mientras que en los ejes 15 y 27 dicha exca- vación se efectuó hasta 4 m. de profundidad, conformando taludes perimetrales con una inclinación de 0.3:1 hori- zontal a vertical; los taludes de avance o interiores tu vieron la inclinación mostrada en los cortes de las figu- ras 25 y 26; formando una berma con la misma inclinación en la zona para cambio de andén de correspondencia con - las líneas 1 y 7 de 5.00 m. de longitud y 4.00 m. de pro- fundidad, conformando los taludes mostrados en los cor- tes 6-6 y 7-7. La excavación preliminar debió suspender se momentáneamente en los sitios donde se encontraron -- alojadas las instalaciones municipales para realizar su extracción o bien para instalar el contraventeo de la es tructura que sostuvo a los cables de alta tensión.

En la zona donde se efectuó la construc- ción de la galería que alojó al colector de 2.44 m. de - diámetro la excavación preliminar se hizo hasta el nivel de desplante de la misma, tal como se indica en los cor- tes 8-8 y 9-9; en el área donde se ubica la caja de co- nexión CC-1 se instaló el primer nivel de anclas corres- pondientes a la estructura de contención, una vez con- cluida la excavación preliminar.

PLANO DE ETAPAS Y CORTES

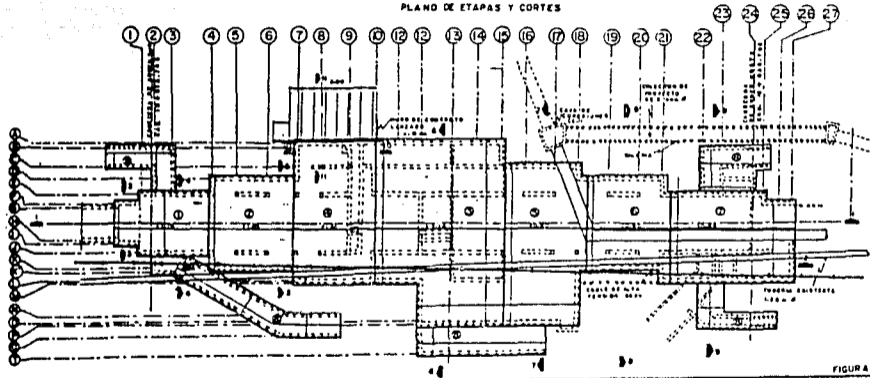
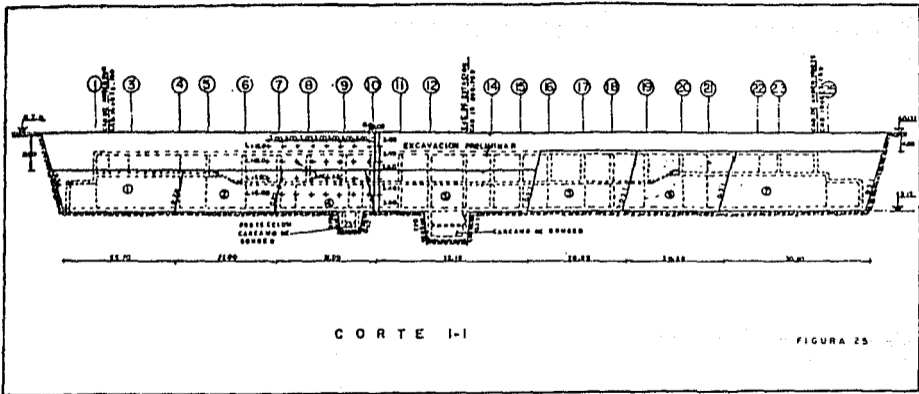
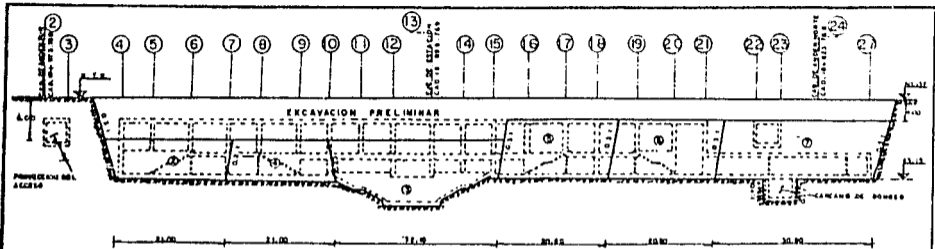


FIGURA 24





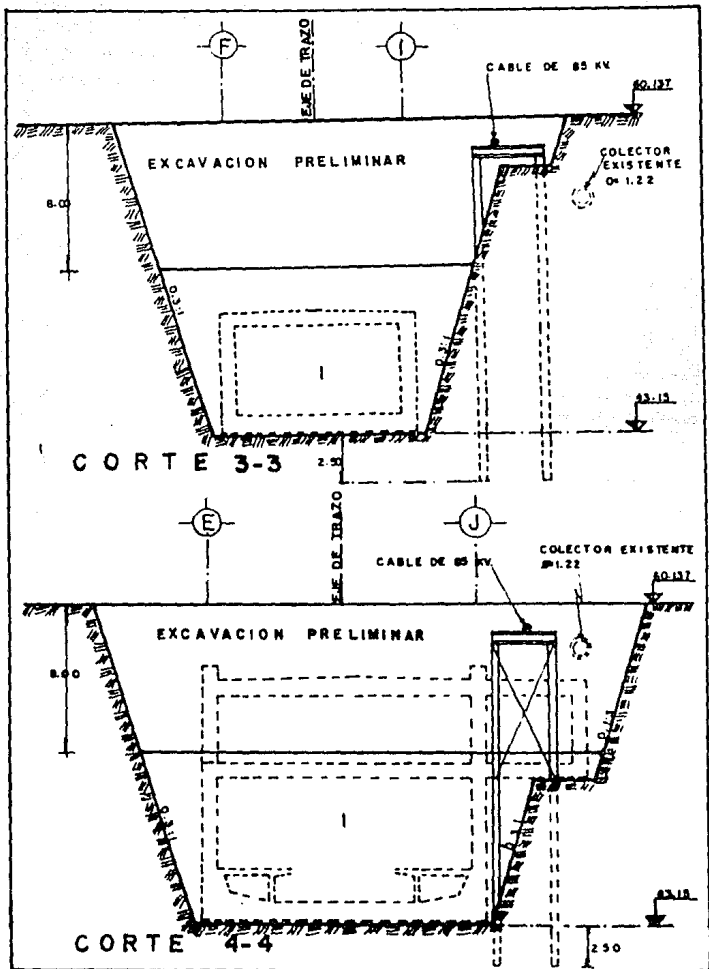
Esta estructura de contención estuvo constituida por un muro de concreto lanzado, de 0.20 m. de espesor, sostenido por un sistema de anclaje cuyos niveles se colocaron conforme se fué profundizando la excavación, tal como se muestra en los cortes 1-1, 7-7 y en las vistas frontales 10-10 y 11-11.

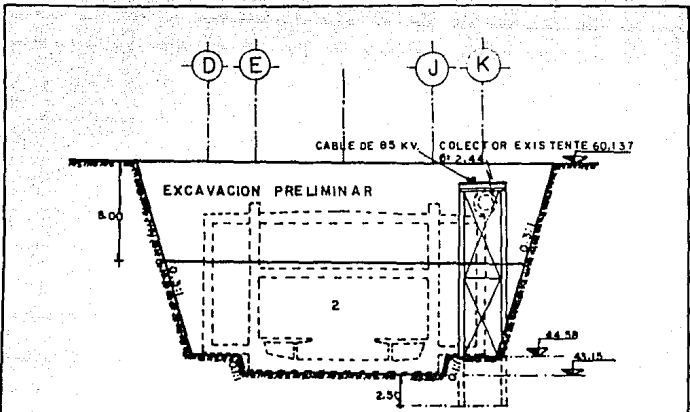
Concluida la excavación preliminar en toda el área de la estación, se procedió a continuar excavando de acuerdo a la secuencia de etapas indicadas en el plano mencionado anteriormente.

La excavación de las etapas se inició a partir de la profundidad especificada para la excavación preliminar, hasta alcanzar la profundidad de proyecto, evitando que el fondo fuera invadido por agua de lluvia, debido que el suelo de apoyo se remoldea y pierde su resistencia; por lo tanto una vez alcanzada la profundidad de proyecto se colocó una plantilla de grava compactada, o concreto pobre previsto de un aditivo acelerante de -- fraguado, de 0.10 m. de espesor en ambos casos.

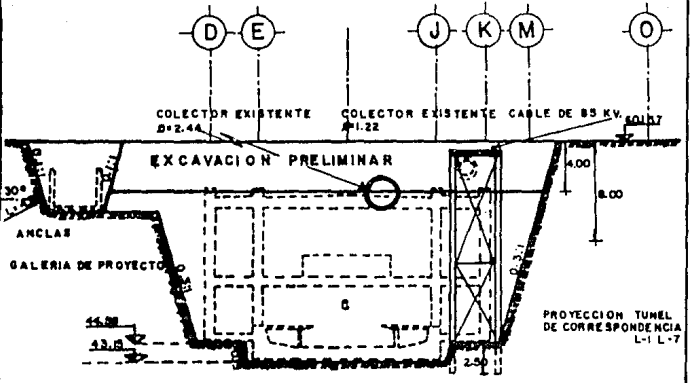
Dos horas después de colada la plantilla, se inició el armado y colado de la losa de piso, con su respectivo bombeo para el caso de las etapas en la zona de andén y dejando las preparaciones para realizar la liga estructural con los tramos de losa adyacentes y con los muros y muretes estructurales en su caso.



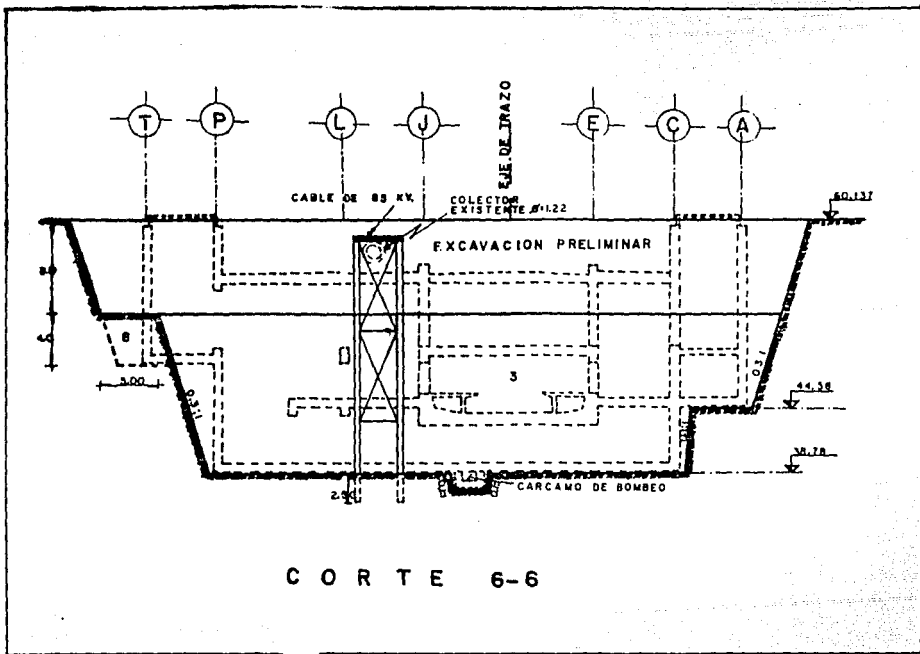


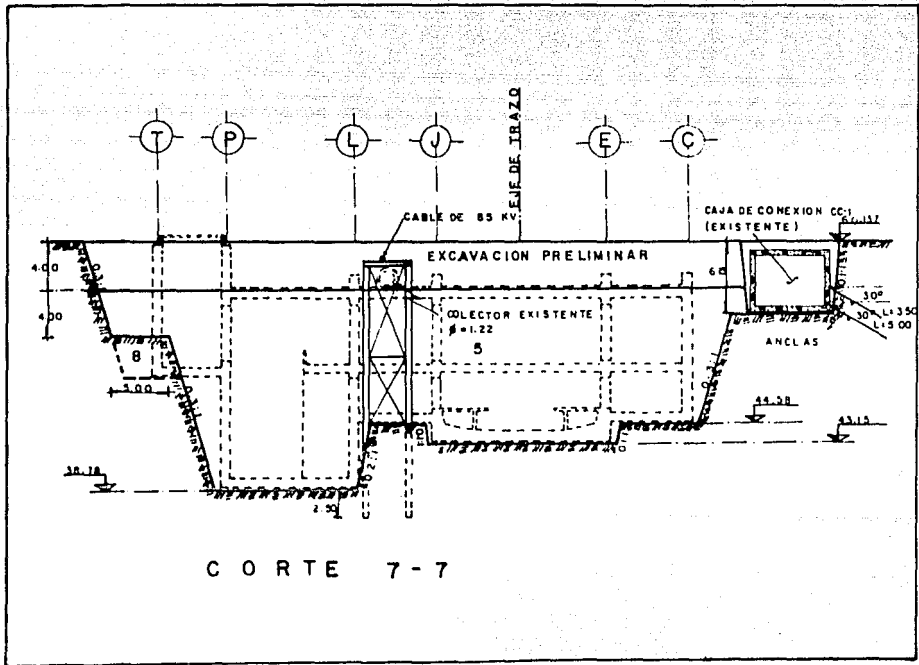


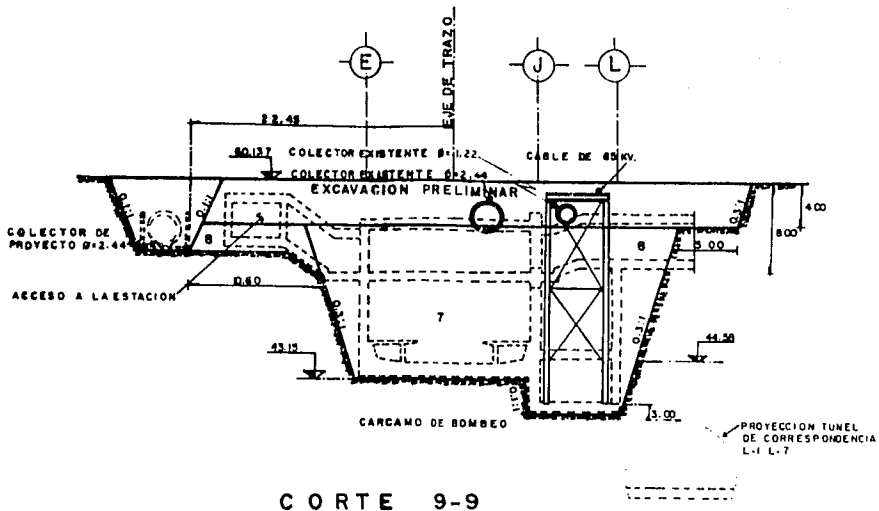
CORTE 5-5



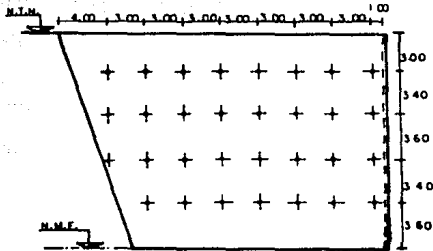
CORTE 8-8





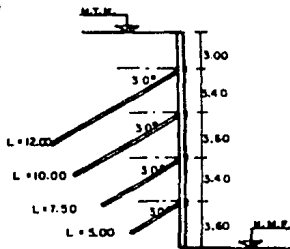


MURO DE CONCRETO LANZADO  $\phi=15\text{ cm}$



VISTA FRONTAL 10-10

MURO DE CONCRETO  
LANZADO  $\phi=45\text{ cm}$



VISTA FRONTAL II - II

En las partes de la losa de piso en las que hubo interferencia con la estructura del puenteo de los cables de alta tensión (pilotes), se dejaron cajas sin colar, las cuales se rellenaron posteriormente con concreto provisto de un aditivo estabilizador de volumen. Lo mismo se hizo con la losa del nivel de vestíbulo de la estación.

El colado de la losa de piso del nivel de andén adyacente a la zona de pasarela, se efectuó hasta una distancia de 0.50 m. medidos a partir del hombro del talud que desarrolló la excavación de la misma.

Transcurridas 24 horas de haber terminado el colado de la losa de piso, se inició el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales y columnas hasta el nivel correspondiente al lecho inferior de la losa del nivel vestíbulo.

Para el caso de los muros que van desde el nivel de andén hasta el nivel de la losa de techo de la estación, en el lugar donde no existe la losa inferior del nivel vestíbulo, el colado de los muros se hizo por tramos; el primer tramo comprende desde el nivel de andén hasta el nivel inferior del vestíbulo y una vez que los muros de este tramo alcanzaron el 75% de su resistencia de proyecto, se continuó con el colado del segundo tramo hasta su nivel de remate.

El cimbrado, armado y colado de la losa - de techo del nivel de andén, la cual constituye la losa de piso del vestíbulo se efectuó una vez que los muros y columnas que recibieron a dicha losa tuvieron la resistencia mínima especificada por el proyecto estructural - correspondiente.

En lo concerniente a los muros que encierran la pasarela, el primer tramo de colado se realizó - hasta el nivel del lecho inferior de la losa de piso del andén, para después iniciar el cimbrado, armado y colado de la misma, posteriormente se llevó a cabo la colocación del material de relleno en el espacio comprendido entre el talud y el paño exterior de los muros, cuya colocación se indica en el punto C. 6; colocado este relleno se hizo el colado faltante de las losas adyacentes; además se efectuó el armado, cimbrado y colado de los muros y columnas que recibieron la losa del nivel vestíbulo, haciéndose más adelante el colado de la losa inferior del mismo. Todo lo anteriormente citado se realizó cuando cada una de las partes alcanzaron su resistencia mínima especificada.

En esta condición cuando los elementos estructurales en cada etapa se encontraron construidos hasta el nivel de la losa de vestíbulo, se continuó con la secuencia constructiva en toda la estación, armándose, cimbrándose y colándose los muros y columnas que llegaron hasta el lecho inferior de la losa de techo de la estación.



Para cada una de las etapas, una vez que los muros y columnas que recibieron la losa de techo de la estación, alcanzaron la resistencia mínima especificada, se tuvieron las condiciones necesarias para proceder a la colocación de las tabletas que integran la losa de techo, para armar y colocar posteriormente el firme de - compresión.

Realizado lo anterior, se colocó el impermeabilizante sobre el firme ya colado y terminado éste, se colocó el relleno sobre la losa de estación. Alcanzando el nivel de subrasante, de banqueta o plaza se restituyó el pavimento y se construyeron las banquetas.

La excavación de las etapas que conforman los accesos a la estación, se realizaron siguiendo la inclinación de las rampas y descansos y los lineamientos marcados en los párrafos anteriores.

#### C) 4.- CONSTRUCCION DE LA GALERIA DE CABLES.

La excavación de la galería de cables se efectuó cuando se encontró estructurada la losa de piso de las etapas 2 y 5 y el muro estructural adyacente a la galería.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Se realizó la construcción de la galería en una sola etapa conformando taludes laterales y de avance con una inclinación de 0.1:1, horizontal a vertical.

Una vez alcanzada la profundidad de proyecto de la galería, se hizo lo mismo que en la estación para el caso de la plantilla, la losa de piso, los muros y la losa de techo de ésta, efectuando la liga estructural con las losas adyacentes.

#### C) 5.- SECUENCIA DE CONTRUCCION.

Como se puede ver en la secuencia señalada de la figura 24, fué posible establecer dos frentes simultáneos de ataque; uno de ellos correspondió a la excavación del cuerpo de la estación y el otro a la construcción del túnel de correspondencia con las líneas 1 y 7; en el que fué condición necesaria que previo a la excavación de las etapas 6, 7 y 8 se haya revestido en forma definitiva dicho túnel.

Al iniciar el ataque de las etapas, se fueron excavando y estructurando éstas conforme se avanzó en ellas; respetando el orden de ejecución indicado en la figura 24.

Como ya se dijo anteriormente, antes de - realizar la secuencia de excavación y construcción se de- bieron retirar las instalaciones municipales, así como - colocar y posteriormente retirar la estructura de puen- teo para sostener los cables de alta tensión de acuerdo con lo indicado en los procedimientos correspondientes.

C) 6.- RELLENOS.

El material que relleno el espacio com--- prendido entre el talud, y los muros estructurales que - conforman la estación, se colocó siguiendo los lineamien- tos indicados a continuación:

A) Cuando el espacio mencionado fué igual o menor a 1.0 m., el relleno se colocó a volteo y fué ma- terial producto de la excavación o bien material areno-- limoso que no contenía arcilla, materia orgánica ni par- tículas mayores de 2".

B) Colocado el relleno descrito en el in- ciso anterior, se procedió a colocar desde ese nivel y - hasta el nivel del firme de compresión de la losa de te- cho, un material areno-limoso cuyo contenido de partícu- las que pasan la malla No. 200 no excedió el 25%; el ten- dido se hizo en capas de espesor compacto máximo de 30 - cm. y se compactó al 90% de su peso volumétrico seco má-

ximo con respecto a la norma AASHTO estandar T 99-74 variante "A", y con una energía de compactación de 6.02 -- Kg.-cm/cm<sup>3</sup>.

El relleno aquí mencionado se tuvo que colocar cuando los muros estructurales perimetrales de la estación, alcanzaron su resistencia de proyecto.

## CAPITULO IV

### ANALISIS DE COSTOS

A) 1.- ANALISIS DE COSTOS.

Toda obra realizada por el hombre nace de una necesidad que hay que satisfacer, para ello es necesario una técnica para planearla, un tiempo para construirla y los recursos necesarios para llevarla a cabo.

Se considera que el factor más importante que interviene en la construcción de un proyecto es el de los costos (recurso), pues de alguna manera la técnica y el tiempo están supeditados a estos.

Pocas compañías constructoras pueden sobrevivir sin un conocimiento de los costos o sin un control inteligente de los mismos. La ausencia de ello da normalmente como resultado pérdidas de dinero al término de una obra.

Muchos proyectos se concursan sobre la base de precios unitarios. Tales proyectos incluyen terracerías, pavimentos, limpieza y desmonte de terrenos, etc. Las unidades designadas incluyen metros cuadrados, cúbicos y lineales; toneladas, etc. Preparándose una estimación para cada tipo o tamaño de unidad.

Se determinan para cada unidad los costos de los materiales, mano de obra y equipo. Estos se designan como costos directos. A dichos costos deberá - - agregarse una parte proporcional de los costos indirectos, tales como transportes, construcciones provisionales, cargos fijos, seguros, impuestos, utilidades y finanzas.

#### A) 2.- ANALISIS DE COSTOS DE LA ESTACION TACUBAYA.

Debido a que existió un gran número de -- conceptos que intervinieron en la elaboración de los pre cios unitarios con los cuales se obtuvo el costo de la - estación Tacubaya de la línea 9 del Metro, y que sería - difícil incluirlos a todos en este capítulo, sólo se da- rán a conocer el análisis de cuatro conceptos representa- tivos de ellos, considerando que de esta forma se justi fican los demás.

También se incluye el listado de los cua- tro conceptos, en donde viene indicado el precio unita- rio y su fecha de elaboración, éstos forman parte de una serie en donde vienen los volúmenes de obra acumulados y sus importes, a precios de diciembre de 1988. La suma - de los importes dan el costo total de la estación Tacuba ya, que también se muestra al final de los listados.

A continuación se describirán los elementos que intervinieron en la integración de cada uno de los precios unitarios y la fecha.



## 1.- TERRACERIAS

### A) EXCAVACIONES

Excavación convencional a cielo abierto. - Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material hecha por el procedimiento convencional para alojar cajón o estación de las obras del Metro. El precio unitario in cluye el costo de: el equipo, su operación, la obra de ma no, herramientas y materiales de consumo necesarios para llevar a cabo el afloje del material, su carga y extrac- ción del banco hacia la superficie, los movimientos del - material en la superficie, su carga en camión, el afine de taludes y piso, así como los indirectos y la utilidad de la empresa. Las mamposterías y concretos que se encuen- tren alojados en el núcleo se pagarán a los precios esti- pulados en las demoliciones.

La unidad será el metro cúbico. Se medirá de acuerdo con las líneas de proyecto. La profundidad de la excavación se medirá a partir del lecho bajo de la de- molición del pavimento. Se tomará con dos decimales.

# EXCAVACION CONVENCIONAL A CIELO ABIERTO

Fecha: Enero y Febrero/88

CLAVE	NOMBRE Y CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE. UNIT.
	<b>MANO DE OBRA</b>						
	Trazos, Alas de taludes, Entrocamos de derrumbes y acabado de detalles.						
10320	Sobresuete	Turno	42,022.00	0.00364	152.96		
10310	Cable	Turno	30,631.00	0.00729	223.30		
103010	Peda	Turno	20,094.00	0.007286	1464.05		
103400	Oficial Electricista	Turno	30,784.00	0.00729	224.42		
105020	Ayudantes en general	Turno	22,940.00	0.00729	167.23		
						2231.96	
	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
9224	Cargador frontal CAT 955-L 3/Orugas	Hora	94,581.00	0.00812	768.00		
92531	Draga 3/Orugas L369 3/4" YD <sup>3</sup>	Hora	87,876.00	0.07867	6849.58		
						7417.58	
	<b>COSTO UNITARIO</b>						
	Carga por energia electrica	Lote	141.00	1.000	141.00		
						141.00	
	<b>COSTO DIRECTO</b>						
	Indirecta + Utilidad						9,790.54
	Procto Unitario/M <sup>3</sup>						3,033.06
							12,823.80

## 2.- ESTRUCTURAS.

### A) CIMBRAS.

Moldes para muro. Moldes para muro en las obras relacionadas con la construcción del Metro. El precio unitario incluye el costo de la cimbra metálica o de madera en la parte proporcional que le corresponda de - - acuerdo al número de usos, tornillos para sujeción de formas, mangueras de plástico, el mortero cemento-arena-embeco, canaletas y tirfor para deslizar la estructura, el equipo su operación, la obra de mano, herramientas y materiales de consumo necesarios para la correcta colocación de los moldes, incluyendo su tronquelado, remoción y traslado fuera de la obra, de acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones del residente; así como los indirectos y la utilidad de la empresa.

La unidad será el metro cuadrado. Se medirá directamente en la obra, la superficie en contacto con el concreto. Se tomará con dos decimales.

02.- En estructuras de 0 a 4 m. de altura.

**CIMBRA PARA MURO EN ESTRUCTURA**  
**DE 0.0 A 4.00M. DE ALTURA.**

Fecha: Enero/88.

CLAVE	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE. UNIT.
	<b>MATERIALES</b>						
	FORRO, CACHETES, BASTIDOR, POLINES, BARROTES, PUNTALES, SEPARADORES Y CUÑAS.			0			
15101	Madera de pino para cimbre	PT	1000.00	9.2442	9,244.42		
22040	Acero Cold Roll	Kg	3200.00	0.0799	251.81		
56204	Desenroscante 5/8"	L	9174.00	0.1867	529.01		
80001	Clevo	Kg	2478.00	0.30000	743.40		
41304	Polidacta 5/8"	m	513.00	1.22950	630.73		
21206	Varilla de refuerzo 19mm (3/4") Diam.	Kg	1105.00	0.69160	764.22		
	<b>MANO DE OBRA HABILITADO</b>					12,163.59	
10312	Cabo	Turno	30,631.00	0.00143	43.80		
10503	Oficial carpintero	Turno	29,404.00	0.01429	420.18		
10302	Ayudantes en general	Turno	22,940.00	0.01429	227.81		
	<b>CIMBRADO Y DECIMBRADO</b>						
10312	Cabo	Turno	30,631.00	0.01280	382.85		
10503	Oficial carpintero	Turno	29,404.00	0.12800	3,675.50		
10302	Ayudantes en general	Turno	22,940.00	0.12800	2,867.50		
	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					7,717.88	
	Equipo = 0.10 de la M.O.	M.O.	7,717.88	0.01000	77.18		
	<b>COSTO UNITARIO</b>						77.18
61020	Mortero: Cemento Embudo - Arena para tapar agujeros, preparacion: 1:1.5:0.8	L	1,167.18	0.24000	280.12	280.12	
	<b>COSTO DIRECTO</b>						20,236.57
	Indirecto + Utilidad						6,273.95
	Precio Unitario /m <sup>2</sup>						26,512.52

## 2.- ESTRUCTURAS

### B) ACERO DE REFUERZO.

Acero de refuerzo grado duro. Acero de re fuerzo grado duro colocado en obras relacionadas con la - construcción del Metro, exceptuando el colocado en las pa rrillas para muro colado en sitio.

El precio unitario incluye el costo de: la adquisición de acero de refuerzo, su carga, acarreo y des carga en la obra, su habilitado, armado, desperdicios, el equipo, su operación, la obra de mano, herramientas y ma- teriales de consumo necesarios para dejar el armado de -- acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones del resi-- dente; así como los indirectos y la utilidad de la empre- sa. La unidad será el Kilogramo. Se medirá directamente en el lugar de la obra. las longitudes de las varillas de refuerzo, incluyendo en la medición los ganchos y trasla- pes. Para convertir los metros lineales obtenidos a Kilo- gramos, se multiplicarán aquellos por los pesos por metro que especifican el manual Monterrey. Se tomará con dos - decimales.

04.- De  $3/4 \text{ } \emptyset$  o mayor, en otras estructuras.

**ACERO DE REFUERZO GRADO DURO EN LOSAS  
Y MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO DE CAJON O-  
ESTACION**

Fecha: Enero/88.

Acuerdo de refuerzo grado duro de 3/4"

CLAVE	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE. UNIT.
	<b>MATERIALES</b>						
21206	Varilla de Refzo. 19.1mm (3/4") Diam.	Kg	805.00	105	1160.25		
20002	Alambre roscaada #16	Kg	2200.00	002000	44.00		
17845	Oxígeno	M <sup>3</sup>	3760.00	0.00180	6.02		
17581	Acetileno	Kg	12995.00	0.00031	4.03		
	<b>MANO DE OBRA</b>					1214.30	
	<b>DESCARGA EN OBRA</b>						
	Cabo	Turno	30631.00	0.00004	1.23		
	Peón	Turno	20094.00	0.00040	8.04		
	<b>ENTOGADO</b>						
	Cabo	Turno	30631.00	0.00003	0.92		
	Peón	Turno	20094.00	0.00029	5.83		
	<b>ACARREO DENTRO DE LA OBRA HASTA 300m.</b>						
	Cabo	Turno	30631.00	0.00004	1.23		
	Peón	Turno	20094.00	0.00040	8.04		
	<b>CORTE DOBLADO Y COLOCACION</b>						
103120	Cabo	Turno	30631.00	0.00013	3.98		
103080	Oficial Herrero	Turno	28354.00	0.00134	37.99		
103030	Ayudante en general	Turno	22940.00	0.00134	30.74		
	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					98.00	
	Banco habilitado	M.O.	98.00	0.00632	0.64		
98911	Equipo de corte, Oxígeno, Acetileno con dos mangueras de 20m. C/U	Hora	478.00	0.01340	6.38		
98222	Rebeldera Percecl 50	Hora	8248.00	0.01340	110.50		
98213	Cortadora Simplex 50	Hora	6884.00	0.01340	92.25	209.77	
	<b>COSTO DIRECTO</b>						
	Indirecto - Utilidad						1522.07
	Precio Unitario/Kg						471.84
							1993.91

## 2.- ESTRUCTURAS

### C) CONCRETOS

Concreto f'c = 200 Kg./cm<sup>2</sup>. Concreto f'c = 200 Kg./cm<sup>2</sup>., colocado en las obras relacionadas con la construcción del Metro. El precio unitario incluye el costo de: la adquisición o fabricación del concreto según sea el caso, sus desperdicios, flete a la obra, el equipo de colocación, su operación, la obra de mano, herramientas y materiales de consumo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones del residente; así como los indirectos y la utilidad de la empresa. La unidad será el metro cúbico. En el caso de muro milán estructural, el volumen colocado en losas, se medirá directamente en la obra, tomando secciones transversales a cada dos metros o donde varíe notablemente la sección. En el caso de muro colado en sitio, el espesor teórico se aumentará 6 cm. y la profundidad teórica en 20 cm.

06.- Revenimiento 10 cm., agregado 1 1/2", R.R. colocado en losas o muros de acompañamiento de cajón o estación.

**CONCRETO 200/40/10 COLOCADO EN LOSAS Y MUROS  
DE ACOMPAÑAMIENTO DE CAJON O ESTACION.**

Fecha: Enero/88

CLAVE	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE. UNIT.
<b>MATERIALES</b>							
1125	Concreto Fc=200Kg/cm <sup>2</sup> RM TMA 40mm Rev. 10 Fabricación de canchales de 6.1 X 0.508m.	m <sup>3</sup>	14,168.00	LOS	117,590.98	117,590.98	
20013	Laminas negro del nom. 11 al 16	Kg	2478.00	0.00092	2.23		
21904	Verillo de retina 12.7mm. (1/2") Diam.	Kg	1121.00	0.00317	3.55		
22006	Perfiles laminados de acero A-7	Kg	1594.00	0.00402	8.41		
72014	Manguera de 3/4" P/aire 125Bn. C/monn.	m	44012.00	0.00478	209.50		
<b>MANO DE OBRA</b>						22.59	
<b>COLOCACION DE CONCRETO</b>							
10312	Cabo	Turno	30631.00	0.00508	155.61		
10303	Vividerista	Turno	22733.00	0.02541	577.85		
	Oficial ABQM	Turno	30734.00	0.02541	781.46		
10302	Ayudantes en general	Turno	22940.08	0.05063	1168.04		
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>							
98115	Soldadora Llave SAE-300 K-1197 de 300A.	Hora	8510.00	0.00095	8.08		
98520	Vibrador Alfa Mecanica MCA Smah Mod. 618-600 con coarctador diesel	Hora	3888.00	0.25413	988.06		
90164	Compresor portátil de 365 PCM	Hora	24007.00	0.01961	470.78		
<b>COSTO DIRECTO</b>						1468.92	
Indirecto + Utilidad							121,960.33
Precio Unitario/m <sup>3</sup>							37,807.70
							159,768.05



VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1988

LINEA 9		CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO, S. R. DE C. V.			
C.L.A.V.E.	P.F.S.C.R.I.F.C.C.O.V.	UNIDAD	VOLUMEN DE OBRA	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUN88	0.22	\$6,715.00	\$1,477.30
		JUL88	6.11	\$6,715.00	\$41,028.65
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		6.33		\$42,505.95
02-01-06-93-3	838181 DEMOLICION DE PISOS DE MOSAICO D. LOSITA M2 DE TABIC INCLUYENDO MAMPARO EN CUALQUIER NIVEL, CON ACEROS LIGER.				
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL88	37.84	\$1,026.00	\$39,823.84
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		37.84		\$39,823.84
02-02-05-02-1	CONVENIONAL 3 CICLO ABERTO				
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	AGOST	16.32	\$7,737.00	\$126,267.84
		SEPT87	405.38	\$7,737.00	\$3,140,293.56
		OCT87	32.45	\$9,575.00	\$311,701.70
		NOV87	15.31	\$9,575.00	\$156,217.18
		DIC87	32.44	\$9,575.00	\$311,435.92
		FEB88	0.01	\$12,826.00	\$128.26
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		503.79		\$4,047,997.94
02-02-05-03-3	EXCAVACION ENTRE TALUDES A CIELO ABERTO DE O.C. 3 32.00 MTS. EN ESTACION TACUBAYA DE LA LINEA 9 PONIENTE.				
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL87	3,804.30	\$10,692.00	\$40,675,575.60
		AGO87	14,910.74	\$11,092.00	\$165,426,732.08
		SEPT87	53,863.14	\$13,692.00	\$735,144,492.88
		OCT87	16,893.25	\$13,237.00	\$223,690,077.45
		NOV87	10,934.58	\$13,237.00	\$145,740,505.98
		DIC87	16,240.31	\$13,237.00	\$215,982,776.07
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		126,600.22	\$17,664.00	\$2,222,914,266.08
		FEB88	5,162.05	\$17,664.00	\$91,182,451.20
		MAR88	1,205.62	\$19,406.00	\$23,398,079.72
		ABR88	2,212.99	\$19,406.00	\$43,045,223.94
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		104,655.58		\$1,362,699,061.00
02-02-05-05-3	822881 EXCAVACION EN CEFA CLASE II EN SECCION DE C.O.C A 2.00 M DE PROFUNDIDAD INCLUYENDO AFINE, TRASPASEOS Y EXTRACCION AL FONDO DE CEFA.				
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL87	22.46	\$3,709.00	\$83,304.14
		MAY88	38.47	\$3,857.00	\$256,094.79
		JUN88	79.44	\$6,657.00	\$528,832.08
		JUL88	39.01	\$6,657.00	\$259,775.57
		AGO88	45.52	\$6,657.00	\$303,032.54

65

VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1989

LINEA 9

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO, S. A. DE C. V.

LINEA VIAL	UNIDAD	VOLUMEN DE OBRAS	PROFESIONARIO
03-02-11-03-0	Q DE MADEPA PARA REGISTROS, DRENAJES Y CARCANOS EN M2 TUNEL		
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	AG087	10.78
		ENE88	2.59
		FEB88	17.47
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		30.85
03-02-14-01-9	MOLDES PARA MURC EN ESTRUCTURAS DE 0 A 3 M. DE ALTURA		
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	SEP87	412.62
		OCT87	335.38
		NOV87	323.48
		DIC87	222.82
		ENE88	574.26
		FEB88	243.11
		MAR88	331.50
		ABR88	470.24
		MAY88	566.74
		JUN88	140.09
		AGO88	8.25
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		3,338.65
03-02-14-02-2	MOLDES PARA MURC EN ESTRUCTURAS DE 0 A 4 M. DE ALTURA		
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	AGO87	38.12
		SEP87	631.67
		OCT87	273.30
		NOV87	251.71
		DIC87	36.63
		ENE88	3.49
		FEB88	136.54
		MAR88	523.67
		ABR88	984.35
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		2,949.93
03-02-14-03-9	PARA MURC EN ESTRUCTURA DE 4.30 M. DE ALTURA		
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	AGO87	267.80
		SEP87	652.70
		OCT87	155.38
		NOV87	183.14
		DIC87	4.18
		ENE88	192.87

VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1983

LINEA 9

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO, S. A. DE C. V.

UNIDAD	VOLUMEN DE OBRA	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
ENE88	1,849.53	\$2,017.00	\$3,730,502.01
FE88	717.60	\$2,017.00	\$1,447,399.20
MAR88	3,624.00	\$2,213.00	\$8,030,754.00
<b>TOTAL</b>	<b>28,270.52</b>		<b>\$34,058,691.56</b>

TOTAL ESTACION TACUBAYA C.C.

C3-03-C2-C4-2 GRADO CLRO DE 2/3" O MAYOR EN LOSAS Y MUROS DE KG  
ACOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION

9-4-11-1-1 ESTACION TACUBAYA C.C.

JUL87	7,579.80	\$775.00	\$5,885,015.50
AGO87	21,644.62	\$775.00	\$16,773,172.91
SEP87	20,953.64	\$775.00	\$16,239,261.72
OCT87	187,706.27	\$957.00	\$179,234,900.39
NOV87	125,817.75	\$957.00	\$119,527,615.48
DIC87	224,280.50	\$957.00	\$214,520,638.50
ENE88	254,682.90	\$1,994.00	\$506,601,422.71
FE88	198,137.85	\$1,994.00	\$395,086,872.72
MAR88	213,700.40	\$2,191.00	\$468,217,576.00
ABR88	66,939.47	\$2,191.00	\$145,522,337.95
MAY88	7,425.26	\$2,191.00	\$16,265,744.64
<b>TOTAL</b>	<b>1,571,248.49</b>		<b>\$2,222,922,790.06</b>

C3-03-C2-C5-9 GRADO DURO DE 2/3" C MENOR EN LOSAS Y MUROS DE KG  
ACOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION

9-4-11-1-1 ESTACION TACUBAYA C.C.

AGO87	9.57	\$817.00	\$7,818.69
SEP87	4,625.34	\$817.00	\$3,782,170.78
OCT87	7,566.53	\$1,011.00	\$7,649,781.83
NOV87	7,048.08	\$1,011.00	\$7,125,609.98
DIC87	2,553.29	\$1,011.00	\$2,581,780.59
ENE88	6,167.33	\$2,108.00	\$13,022,437.04
FE88	7,803.71	\$2,108.00	\$16,450,220.68
MAR88	9,467.98	\$2,316.00	\$21,885,941.68
ABR88	20,741.85	\$2,316.00	\$47,938,124.60
MAY88	4,467.09	\$2,316.00	\$10,345,780.44
JUN88	1,030.73	\$2,316.00	\$2,386,344.28
AGO88	45.58	\$2,316.00	\$105,563.28
<b>TOTAL</b>	<b>72,231.13</b>		<b>\$134,931,352.77</b>

C3-03-C8-C4-0 11A134, SOLDADURA A TOPE DE VARILLA DE ACERO DE JUNTA  
REFUERZO GRADO DURO DEL NUMERO 8 NO INCLUYE  
FOTOGRAFIAS.

9-4-11-1-1 ESTACION TACUBAYA C.C.

AGO87	6.00	\$5,880.00	\$35,280.00
SEP87	150.00	\$5,880.00	\$882,000.00
OCT87	776.00	\$7,278.00	\$5,644,728.00
NOV87	530.00	\$7,278.00	\$3,857,740.00
DIC87	532.00	\$7,278.00	\$3,871,896.00

VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1988

LINEA 9

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO, S. A. DE C. V.

C. L. A. V. E. S. D. R. S. C. R. S. C. I. C. O. N. S. A. N. T. I. D. A. D. E. S. V. O. L. U. M. E. N. E. S. P. R. E. C. I. O. U. N. I. T. A. R. I. O. M. P. P. O. R. T. E.

03-01-02-35-8	DE 150-74-14 COLOCADO EN LOSAS O MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION.	M3			
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	MAY88	14.46	\$126,893.00	\$2,347,209.04
TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.			14.46		\$2,347,209.04

03-01-02-19-6	CONCRETO LANCADO EN SECO PARA REVESTIMIENTO PRIMARIO EN LUMBREAS DE F(C=150 KG/CM2 A LOS 7 DIAS DE EDAD)				
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL87	8.15	\$315,916.00	\$2,574,715.40
		AGO87	103.63	\$315,916.00	\$31,790,627.08
TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.			108.78		\$34,365,342.48

03-01-03-01-6	DE 200-374-10 COLOCADO EN LOSAS Y MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION	M3			
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	SEPT87	201.75	\$191,050.00	\$19,369,337.50
		OCT87	21.62	\$107,627.00	\$2,326,289.74
		NOV87	347.75	\$128,349.00	\$44,637,584.75
		DIC87	348.82	\$163,627.00	\$57,678,183.84
		ENE88	283.96	\$153,627.00	\$43,291,657.92
		FEB88	762.05	\$164,191.00	\$125,121,751.55
		MAR88	610.69	\$164,191.00	\$100,260,280.79
		ABR88	228.51	\$164,191.00	\$37,519,285.41
		MAY88	163.32	\$164,191.00	\$26,797,597.12
TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.			2,225.87		\$435,179,285.72

03-01-03-02-5	DE 200-112-10 COLOCADO EN LOSAS Y MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION	M3			
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL87	56.20	\$98,904.00	\$4,996,404.80
		AGO87	304.91	\$98,904.00	\$27,107,718.64
		SEP87	1,905.64	\$98,904.00	\$189,241,210.56
		OCT87	1,247.77	\$105,093.00	\$130,681,888.13
		NOV87	543.27	\$105,093.00	\$57,132,960.65
		DIC87	2,047.52	\$125,311.00	\$256,576,778.72
		ENE88	1,573.63	\$159,763.00	\$251,744,671.44
		FEB88	1,138.75	\$159,763.00	\$181,935,810.00
		MAR88	741.33	\$160,332.00	\$117,858,921.58
		ABR88	510.81	\$140,332.00	\$71,867,122.32
TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.			10,267.23		\$1,374,846,487.04

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

PAG.: 60

COSTOS POR FRENTE DE OBRA, ACUMULADOS DE ENERO DE 1988  
A DICIEMBRE DE 1988, A PRECIOS DE DICIEMBRE DE 1988.

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METPO, S.A. DE C.V.

CLAVE	DESCRIPCION	IMPORTE
<b>ESTACION TACUBAYA</b>		
9-6-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA D.C.	\$26,615,399,591.72
9-6-11-1-2-2	LUMBRERA - 3 (TA-3)	\$1,845,770,919.91
9-6-11-1-3-7	LUMBRERA - 4 (TA-4)	\$1,195,551,322.30
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>		<b>\$29,656,721,833.93</b>
9-6-11-2-1-8	ESTACION TACUBAYA D.I.	\$1,805,622,598.22
9-6-11-2-2-1	REPLICACION TACUBAYA (SEM.) L-9	\$43,396,187.83
<b>TOTAL OBRA INDUCIDA</b>		<b>\$2,249,018,786.05</b>
9-6-11-3-1-3	ESTACION TACUBAYA D.V.	\$284,041,342.07
<b>TOTAL OBRA VIAL</b>		<b>\$284,041,342.07</b>
<b>TOTAL ESTACION TACUBAYA</b>		<b>\$32,209,782,962.05</b>
<b>TRAMO TACUBAYA-OBSERVATORIO</b>		
9-6-12-1-1-0	TACUBAYA-OBSERVATORIO D.C.	\$16,442,891,750.55
9-6-12-1-2-3	LUMBRERA 5	\$1,018,088,459.74
9-6-12-1-3-6	LUMBRERA 6 (T06)	\$752,508,178.24
<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>		<b>\$18,213,488,388.53</b>
9-6-12-2-1-7	TACUBAYA-OBSERVATORIO D.I.	\$4,008,222.30
<b>TOTAL OBRA INDUCIDA</b>		<b>\$4,008,222.30</b>
<b>TOTAL TRAMO TACUBAYA-OBSERVATORIO</b>		<b>\$18,217,496,610.83</b>
<b>OBRAS CONEXAS</b>		
9-6-91-3-1-9	ESTACIONAMIENTO KERESPUERTO	\$2,002,959.10
9-6-91-3-2-2	ESTACIONAMIENTO WALDENKS	\$2,276,256.01
9-6-91-3-3-5	ESTACIONAMIENTO COLONIA	\$2,334,830.67
9-6-91-3-4-8	ESTACIONAMIENTO ETIOPIA	\$18,572,742.19
9-6-91-3-5-1	ESTACIONAMIENTO GUELATAO	\$19,291,751.70
9-6-91-3-6-4	ESTACIONAMIENTO JAR. DEL ARTE	\$1,906,938.57
9-6-91-3-7-7	ESTACIONAMIENTO JUAN ESCUTIA	\$4,069,562.58
9-6-91-3-8-0	ESTACIONAMIENTO MISTERIOS	\$22,810,256.46
9-6-91-3-9-3	ESTACIONAMIENTO SAN CARXPO	\$5,232,042.20
<b>TOTAL OBRA VIAL</b>		<b>\$78,897,357.08</b>
<b>TOTAL OBRAS CONEXAS</b>		<b>\$78,697,337.08</b>
<b>OBRAS CONEXAS</b>		

## CONCLUSIONES

El medio de transporte más importante con que cuenta la Ciudad de México es el Metro. Este sistema ha contribuido con su servicio al bienestar social de sus habitantes.

Desde su inicio hubo problemas, sobre todo técnicos y económicos, que dificultaron su construcción; actualmente también se presentan y con seguridad en el futuro de igual manera se harán sentir.

Para nuestra fortuna hoy en día los problemas técnicos se pueden abordar con criterios ingenieriles más amplios, producto de la experiencia adquirida a través de los años en la construcción de las diferentes líneas del Metro y de los avances científicos en general, que han dado como resultado mejores sistemas constructivos, que han hecho de él un medio de transporte más rápido, cómodo y seguro.

Indudablemente se ha hecho un gran esfuerzo para dotar a la Ciudad de México de las líneas del Metro con que cuenta actualmente pero también es cierto -- que falta mucho por hacer, ya que el ritmo de crecimiento de modernidad que presenta la ciudad cada año, exige

la pronta construcción de nuevas líneas que vengan a satisfacer la demanda de transportación existente.

Por los motivos expuestos al final del párrafo anterior y siguiendo con el Plan Maestro del Metro, se construyó la línea 9, empleando los procedimientos tecnológicos de Ingeniería Civil más avanzados para aumentar así las condiciones de servicio y eficiencia operacional.

Parte de la línea 9 del Metro es la estación Tacubaya, la cual para poder ser construida fué necesario efectuar diversos estudios entre los que destacan los socioeconómicos, del transporte, los del subsuelo, las afectaciones, el tipo de estación y el de la interferencia con las vialidades e instalaciones municipales.

El resultado de estos estudios motivó que la estación Tacubaya se construyera en el sistema de tipo cajón subterráneo, pues iba a formar parte de una triple correspondencia con dos estaciones subterráneas más (L-1, L-7, L-9) y también por pertenecer a un tramo subterráneo (Centro Médico-Observatorio) quedando así como estación de transbordo. Esto trajo beneficios a la infraestructura urbana de la zona, ya que las vialidades existentes sólo sufrieron cambios mínimos (es el caso de la Av. Jalisco), que al ser regeneradas no se modificó su buen funcionamiento.

También se buscó servir preferentemente a personas de bajos recursos que se encuentran en una zona de densidad demográfica alta, permitiendo a la vez un -- ahorro de tiempo por medio de la interconexión con las - líneas 1 y 7, además de dejar la preparación de un para-- dero que a futuro recibirá diferentes medios de transpor-- te que facilitarán a los usuarios la transferencia de -- los mismos.

En lo que respecta al subsuelo donde se - construyó la estación, se encontró que estaba constituido por un relleno de 1.5 m. de profundidad aproximadamen-- te, de arena, limos y grava, características propias de la zona de lomas el cual presentó en forma general bue-- nas condiciones para la construcción de estructuras. Es to fué un factor importante que influyó para que la cons-- trucción de ésta se efectuara con relativa rapidez y a - cielo abierto, pues presentó buena resistencia ya que no fué necesario ademarlarlo sino que se formaron taludes - -- (0.3:1) que resistieron el peso de los equipos de excava-- ción sin ningún problema. Tampoco presentó dificultad - para ser excavado y extraído, haciéndose esto último con suma facilidad.

Por lo que corresponde al proceso cons--- tructivo empleado en la fabricación de los diferentes -- elementos estructurales que formaron a la estación Tacu-- baya como son las losas, trabes, columnas y muros, en su



mayoría fueron armados, cimbrados y colados en su sitio, por etapas, porque como se dijo antes las condiciones -- del terreno fueron excelentes, además para que ayudaran a la compensación de cargas.

En el caso de las instalaciones municipales, se destaca el desvío del colector de 2.44 m. de diámetro y también el del puenteo de los cables de alta tensión de 6 y 85 Kv., que obligaron por su tamaño y potencialidad a efectuar procedimientos constructivos por separado para cada uno de ellos, por interferir en la construcción de la estación aumentando el costo de la misma.

Por todo lo mencionado anteriormente, se puede afirmar que los procedimientos constructivos empleados en los diferentes frentes de trabajo que se realizaron durante la construcción de la estación Tacubaya, fueron los más idóneos, los cuales siguieron sin contratiempos el plan original, alcanzándose de esta manera el objetivo primordial que es el de llevar a buen fin el -- término de esta obra, con una mayor seguridad, al menor costo posible adecuado a su magnitud e importancia, para que en su vida útil brinde un servicio eficiente.

## BIBLIOGRAFIA

- Eulalio J. Badillo                      Mecánica de Suelo Tomo II  
Alfonso R. Rodriguez                    Editorial Limusa, 1985
- R. L. Peurifoy                            Métodos, Planeamiento y  
Equipo de Construcción  
Editorial Limusa, 1985
- Carlos Suárez Salazar                    Costo y tiempo en  
Edificación  
Editorial Limusa, 1985
- R. L. Peurifoy                            Estimación de Costos de  
Construcción  
Editorial Dina, 1982
- D. D. F., COVITUR,  
ITSME                                      Especificaciones generales  
para: la desviación del co-  
lector "Rufina" de 2.44 m.  
Ø, el puenteo de cables de  
alta tensión de 85 y 6 Kv.  
y la construcción de la es-  
tación Tacubaya de la línea  
9 del Metro de la Ciudad de  
México, 1986.

D. D. F., COVITUR

Revista COVITUR, 1977-1982  
México, 1983

S. T. C. M.

Metro y Tecnología, Editado  
por la Gerencia de Ingenie-  
ría y Desarrollo Coordina-  
ción de Información y Difu-  
sión Técnica, número 1  
México, 1988

D. D. F., COVITUR

Inauguración Línea 9 Ponien-  
te  
México, 1988

D. D. F., COVITUR

Inauguración Línea 9  
Oriente  
México, 1987.

# I N D I C E

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: DESCRIPCION GENERAL DE LA LINEA 9.....	5
A) ANTECEDENTES.....	6
A) 1.- EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.....	6
A) 2.- ETAPAS DE AMPLIACION DEL METRO.....	12
A) 3.- LINEA 9 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.....	14
A) 3.1.- PRIMERA ETAPA DE LA LINEA 9 (ORIENTE).....	15
A) 3.2.- SEGUNDA ETAPA DE LA LINEA 9 (PONIENTE).....	16
B) ASPECTOS TECNICOS DE LA CONSTRUCCION.....	16
B) 1.- ZONIFICACION Y ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO DEL VALLE DE MEXICO.....	16
B) 2.- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.....	17
CAPITULO II: DESCRIPCION DE LA OBRA.....	21
A) TIPO DE SUELO.....	22
B) AFECTACIONES.....	26
B) 1.- ADQUISICIONES DE PREDIOS.....	26
B) 2.- AFECTACIONES EN LA ESTACION TACUBAYA.....	27
C) TIPO DE ESTACION.....	31
CAPITULO III: PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION UTILIZADO.....	33
A) DESVIO DEL COLECTOR.....	34
A) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	34
A) 2.- PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE INTERFERENCIA CON LOS CABLES DE ALTA TENSION.....	37
A) 3.- NOTA IMPORTANTE.....	37
B) PUENTE DE CABLES DE ALTA TENSION.....	38
B) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	38
B) 2.- NOTAS IMPORTANTES.....	42

C) EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA ESTACION.....	42
C) 1.- OBSERVACIONES GENERALES.....	42
C) 2.- CONTROL DE FILTRACIONES.....	44
C) 3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	44
C) 4.- CONSTRUCCION DE LA GALERIA DE CABLES.....	49
C) 5.- SECUENCIA DE CONSTRUCCION.....	50
C) 6.- RELLENOS.....	51
CAPITULO IV: ANALISIS DE COSTOS.....	53
A) 1.- ANALISIS DE COSTOS.....	54
A) 2.- ANALISIS DE COSTOS DE LA ESTACION TACUBAYA.....	55
CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.....	74

## INTRODUCCION

La Ciudad de México desde su origen, ha sido la más importante de la República Mexicana. debido a que en ella ha existido un centralismo político, económico, cultural, etc. Esto ha ocasionado una importante emigración de personas que vienen en busca de una mejor forma de vida; lo cual ha dado como resultado un crecimiento urbano desproporcionado, que la ha convertido en la más grande del Mundo.

Este crecimiento urbano trajo como consecuencia múltiples problemas, entre los que destaca el del transporte. Por tal motivo se construyó el Metro de la Ciudad de México en su etapa inicial. Pero no se creó un plan específico de crecimiento del mismo, acorde con el aumento de la demanda, lo cual agudizó el problema.

En la década de los setentas el Gobierno del Distrito Federal dió a conocer un proyecto de vialidad y transporte para la Ciudad de México y área metropolitana, nacido de la necesidad de dar una respuesta al problema de la transportación, que debía ser resuelto en el menor tiempo posible.

Principalmente dentro del proyecto en cuestión se elaboró por medio de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) el plan maestro del Metro, que tiene como finalidad dotar a la ciudad de una amplia red de líneas del Sistema de Transporte Colectivo, para que en unión con otros sistemas otorgue un aumento del servicio a la población.

Desde la creación del proyecto la expansión del transporte masivo no-contaminante ha sido uno de los aspectos prioritarios del programa de desarrollo y modernización de la Ciudad de México, porque ha demostrado que puede transportar una gran cantidad de personas con seguridad, comodidad y rapidez.

Por lo expuesto anteriormente y para no perder la inercia del proyecto en sus primeras etapas, se continúa con la construcción de nuevas líneas del Metro. Los estudios de planeación seleccionaron la alternativa de ampliación de la línea 9, para evitar así la aglomeración de personas que se venía formando en la línea 1, desahogándola en un 20%.

Parte importante del proyecto del Metro son las estaciones, ya que están condicionadas por premisas tecnológicas tales como la mecánica de suelos, estructurales, electromecánicas, etc. que hacen que éstas posean características especiales. La estación Tubaya no es la excepción, por tal motivo en el presente trabajo se dan a conocer los aspectos fundamentales

que intervinieron en su construcción, que tiene como finalidad otorgar un servicio cómodo eficiente y seguro, que le permiten formar parte del Sistema de Transporte Colectivo del Metro de la Ciudad de México y para introducirnos a éstos a continuación se describirán brevemente los temas que trata cada capítulo de esta tesis.

En el primer capítulo se muestra un panorama general de los antecedentes del Metro de la Ciudad de México. También se dan las características de los procedimientos constructivos empleados en la línea 9, las zonas en que se encuentra, su trazo, los puntos que une y la importancia de ésta.

En el capítulo dos ya se dá inicio al tema principal de esta tesis; en él se muestra el tipo de suelo encontrado en el lugar donde se construyó la estación Tacubaya, las afectaciones que se realizaron y los aspectos legales que se siguieron para poderla construir, así como el tipo de estación.

En el tercer capítulo, se describen los procedimientos constructivos que se siguieron para efectuar el desvío de un colector de 2.44 m. de diámetro, el puenteo de los cables de 85 y 0 kv. así como el de la estación Tacubaya.



Y por último en el cuarto capítulo se analiza el precio unitario de cuatro conceptos representativos que forman parte del conjunto que intervino en la construcción de la estación Tarubaya, dándose a conocer también el costo total de la misma.

**CAPITULO I**

**DESCRIPCION GENERAL DE LA LINEA 9**

**A) ANTECEDENTES**

**B) ASPECTOS TECNICOS DE  
IA CONSTRUCCION.**

A) ANTECEDENTES

A) 1.- EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

Durante mucho tiempo, la decisión de construir el Metro en la Ciudad de México, se fué aplazando por problemas normales para obras de esa envergadura, -- problemas específicos como el subsuelo y la incidencia de sismos y por problemas de financiamiento que hacían difícil llevar a cabo la ejecución de la obra, pero eran las dificultades de tipo técnico las que presentaban más obstáculos para su realización.

Sin embargo, los problemas en una ciudad que en 1967, tenía una población de más de seis millones de habitantes, exigían una solución adecuada a sus necesidades de transportación.

Los millones de capitalinos estaban urgentes de contar con un medio moderno que les permitiera transportarse con seguridad, comodidad y rapidez, características propias del Metro.

Por eso el LIC. GUSTAVO DIAZ ORDAZ y el LIC. ALFONSO CORONA DEL ROSAL, Presidente de la República y Regente de la Ciudad, respectivamente, tomaron la decisión de construir el Metro Mexicano.

El mismo aplazamiento de que se habló al principio, trajo consigo indudables ventajas, ya que ello permitió abordar soluciones con criterios técnicos que unos años antes no estaban disponibles todavía.

La experiencia Francesa en la construcción de Metros, como la Societé Generale de Traction et d' Exploitation de París, y la Societé Francaise d' Etudes de Realisations de Transports Urbains (Sofretu), también de París, unidas a la firma Mexicana "Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano, S. A." y diversas compañías constructoras Mexicanas que se sumaron a la ejecución de la obra, han servido de valiosa enseñanza para la preparación de técnicos, tanto en la fabricación de trenes, como en obra civil, electromecánica, etc. Aprovechadas en la primera etapa de ampliación. En el aspecto financiero se contó igualmente con la colaboración del gobierno y la Banca francesas, que sumaron su esfuerzo al que realizaba por su parte el Departamento del Distrito Federal, sobre el cual recaía por decisión presidencial el costo de la obra civil, representada principalmente por los túneles, vías y estaciones requeridos.

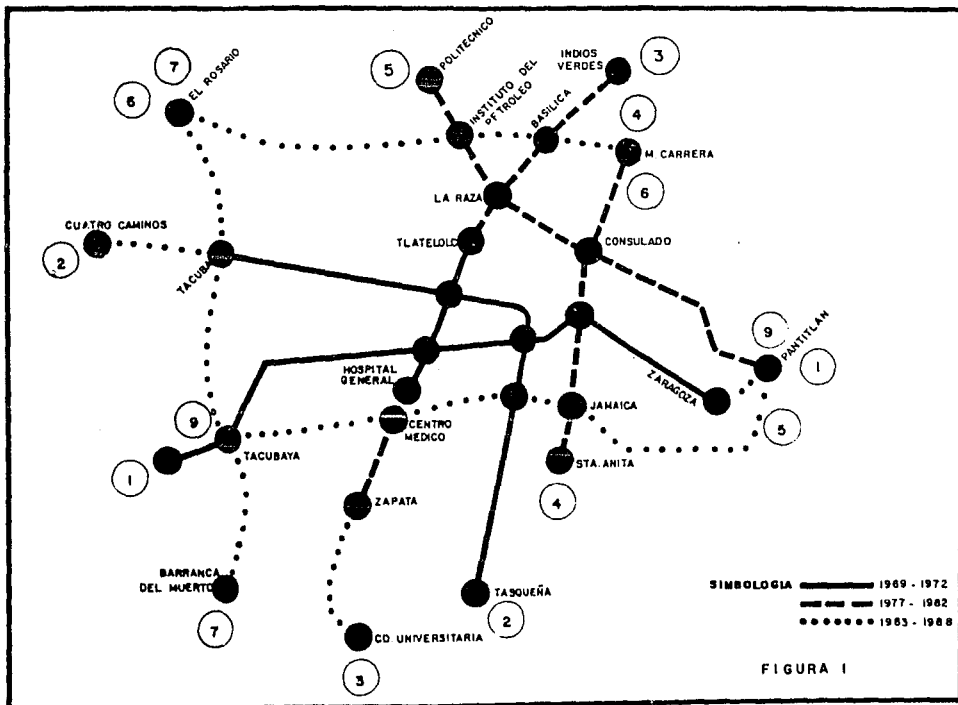
La etapa inicial del Sistema de Transporte Colectivo Metro, se construyó en un tiempo récord de cuarenta meses, a razón de un Kilómetro por mes. El proyecto se inició en el mes de enero de 1967, la construcción principió el 19 de junio del mismo año y se terminó el 20 de noviembre de 1970, comprendió 42 Kilómetros de longitud dividido en tres líneas.

LA LINEA 1.- Con una trayectoria Oriente-Poniente, tenía una extensión de 17 Kilómetros. Esta -- línea que casi en su totalidad es subterránea, contaba -- con 19 estaciones.

LA LINEA 2.- Con una proyección Poniente-Oriente-Sur, tenía una longitud de 19 Kilómetros, de los cuales, 9 son de vía superficial y el resto subterráneo; constaba de 22 estaciones.

LA LINEA 3.- Con una orientación Norte---Sur tenía 6 Kilómetros de extensión, era totalmente subterránea y contaba con 7 estaciones. Figura 1.

Con estas tres líneas y un total de 513 - carros, o sea 57 trenes de 9 carros cada uno, se podía - dar servicio a un millón y medio de pasajeros al día. - En 1977, siete años después, la población alcanzó la cifra de doce millones de habitantes y para entonces el -- Metro, con un total de 537 carros, llegó a transportar - a más de dos millones de usuarios en día laborable. Esta grave situación se debió a la suspensión de la construcción del Metro de 1971 a 1977. De ahí que la movilidad de personas dentro de la gran urbe, se haya agravado considerablemente, produciéndose uno de los mayores problemas de la Ciudad.



De 1971 a 1977, se vislumbraba en la Ciudad de México, la necesidad de establecer una planeación a corto, mediano y largo plazo, tomando el Metro como la columna vertebral de un sistema integral de transportación, ya que como es sabido, la transportación masiva de pasajeros por medio de ferrocarril en vía libre, es el único medio capaz de transportar 60,000 pasajeros por hora. Los demás medios, representados principalmente por autobuses, tranvías y trolebuses, pueden servir a un máximo de 10,000 pasajeros por hora.

En 1977, tanto las Autoridades Federales como las de la Ciudad de México, se dieron a la tarea de preparar un Plan Maestro, que permitiera resolver el problema que representará 57 millones de viajes - persona - día, que se calcula se tendrán en la primera década del próximo siglo, considerando una hipótesis sobre crecimiento de la población.

A efecto de realizar la primera ampliación del Metro, como parte del Plan Maestro, fueron previstas etapas que a partir de la red primaria, se estructuren paulatinamente, para cubrir las necesidades crecientes en los próximos 30 años, las cuales han sido concebidas con el propósito de lograr los siguientes objetivos:

A) Definir políticas sistemáticas de ampliación de líneas que induzcan a la utilización del transporte masivo.

B) Preservar derechos de vía para las líneas futuras.

C) Determinar las rutas por etapas.

D) Abatir tiempos de recorrido y mejorar la seguridad y comodidad.

E) Disminuir la contaminación ambiental.

F) Impulsar el desarrollo de la tecnología y de la industria nacional, relacionadas con la operación del sistema, con objeto de sustituir importaciones y generar empleos.

Para poder cumplir con estos objetivos, será necesario construir a ritmo continuo 12 Kilómetros de líneas y fabricar cuando menos 16 trenes de 9 carros por año.

De acuerdo con el plan, deberán realizarse las previsiones necesarias en arterias en donde se localizan líneas del sistema, para que el Metro se vaya implantando coordinadamente con la reestructuración de la vialidad, hasta tener en 1990, cuando la población del área metropolitana sea del orden de 19 millones de habitantes, una red de 205 Kilómetros de longitud, con 5 millones - pasajeros - día, siendo la participación del sistema Metro en el total de viajes persona-día del 23%.



Para el año 2000, la población del área metropolitana según proyecciones conservadoras, será -- aproximadamente de 30 millones de habitantes y para entonces, la extensión del Metro habrá alcanzado 325 Kiló metros con 314 estaciones; el número de trenes necesarios para su operación, será de 520, con lo que podrá transportar 12 millones 500 mil pasajeros diarios; el porcentaje del Metro, habrá aumentado al 25%, por lo -- cual la expansión del transporte masivo en la Ciudad de México es de aspecto prioritario, que constituirá la columna vertebral del sistema de transporte colectivo de la Ciudad con un crecimiento constante de su infraestructura.

Al cumplirse la primera década del próximo siglo, si se continúa con el ritmo de construcción -- previsto, se tendrá estructurada, una red de 437 Kilómetros, con 408 estaciones, debiendo contar con 600 trenes para mover un total de 18.6 millones de pasajeros -- al día, estimándose su participación en el total de viajes -- persona -- día del área citadina en el 33%.

Los datos expuestos anteriormente, están relacionados con la hipótesis y supuestos de desarrollo urbano, que toman en cuenta las tendencias actuales y -- planteamientos a futuro, considerando que toda planeación debe ser de carácter dinámico, por ello, únicamente a grandes rasgos las dimensiones que el área metropolitana asumirá en términos de crecimiento físico y demográfico.

gráfico, ya que las expresiones urbanas y los patrones de comportamiento que de tal crecimiento se derivan y que en última instancia definen el problema, son escasamente pronosticables.

#### A) 2.- ETAPAS DE AMPLIACION DEL METRO.

Los trazos ideales que se establecen para ubicar las ampliaciones y nuevas líneas de la red, están sujetos a modificaciones que son producto de la experiencia obtenida tanto del proyecto como de la construcción y de la operación del sistema, así como las prioridades de dar servicio a determinadas zonas urbanas, los tipos de subsuelo y las interferencias con las instalaciones municipales.

Para la selección de las etapas de ampliación del Metro, se determinaron los siguientes principios:

A) Tratar de cubrir las zonas de mayor densidad demográfica y servir principalmente a los estratos de escasos recursos.

B) Permitir a los usuarios un ahorro de tiempo por medio de rutas e interconexiones diversas.

C) Intercambiar los principales centros de actividades.

D) Las líneas no deben de exceder de una distancia de 18 Kilómetros para tener una óptima operación.

E) Se deberá de implementar la ampliación de las avenidas que permitan la integración de la solución vial con el Metro.

F) El trazo de las líneas debe dar servicio en los lugares donde la demanda sea mayor de 10,000 pasajeros por hora.

G) Construir en las cercanías de las estaciones paraderos cuya función será la de recibir todo tipo de transporte colectivo y facilitar a los usuarios la transferencia de medios de transporte. Con ello se impedirá la entrada de los autobuses suburbanos a la Ciudad y se proporcionará el reordenamiento de rutas de autobuses urbanos y taxis.

H) Con el fin de inducir a los usuarios particulares a hacer uso del transporte masivo, se construirán estacionamientos públicos para automóviles y bi

cicletas, cerca de las estaciones del Metro, de acuerdo a las necesidades de cada área.

Tomando como base los principios enunciados anteriormente y completándose los estudios de origen y destino, estratos de ingresos y demográficos, se llegó a la elección definitiva del trazo y construcción de las ampliaciones, figura 1.

#### A) 3.- LINEA 9 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

##### PLANEACION

El trazo de la línea 9 indicado en el -- programa Maestro del Metro se definió considerando densidad demográfica, estudios de movilidad, origen y destino de los numerosos usuarios, las alimentaciones exteriores de procedencia urbana, suburbana y foránea, así como, los modelos de simulación de transporte y evaluación que contemplan factores tales como desarrollo urbano, uso del suelo, optimización del sistema de transporte, encuestas directas, etc.

Concordante con la política de expansión de la red del Metro, se puso en servicio la primera etapa de Pantitlán a Centro Médico y la segunda de Centro Médico a Tacubaya, de la línea 9 del Metro.

Entre sus objetivos fundamentales, está el desahogo de la sobrecarga de la línea 1; a este respecto se estima que la línea 9 captará aproximadamente el 20% de la afluencia correspondiente a la línea 1.

A) 3.1.- PRIMERA ETAPA DE LA LINEA 9 (ORIENTE)

A) TRAZO:

El tramo de Pantitlán a Centro Médico, - inicia al Oriente de la Ciudad en la Colonia Pantitlán, continúa el trazo en dirección Norte - Sur sobre el lado Oriente de Río Churubusco, cruza Calzada Ignacio Zaragoza y la Avenida 8 para continuar en sentido Oriente Poniente sobre la Avenida Río de la Piedad y proseguir por Viaducto para incorporarse al Eje 3 Sur (Avenida Morelos) a la altura del Velódromo Radamés Treviño; sigue en dirección Oriente - Poniente sobre la Avenida Central, hasta la Avenida Baja California.

B) LONGITUD:

Este tramo tiene una longitud de 11.5 Km. y tiene correspondencia con 5 líneas del Metro, cuenta con 9 estaciones, que son: Pantitlán, Puebla, Ciudad Deportiva, Velódromo, Mixiuhca, Jamaica, Chabacano, Lázaro Cárdenas y Centro Médico.

A) 3.2.- SEGUNDA ETAPA DE LA LINEA 9 (PONIENTE)

A) TRAZO:

El trazo que sigue la línea con dirección Oriente - Poniente, inicia en el cruce de la calle de Medellín y Avenida Baja California, continuando por esta avenida hasta la calle de Ciencias, siguiendo por Cerrada de la Paz calle J. Martí, Avenida Jalisco, la lateral de Viaducto Miguel Alemán, terminando en la calle de Pavo Real.

LONGITUD:

La línea 9 Poniente tendrá una longitud total de 4,766 m., construyéndose en esta etapa 3,800 m. con los cuales se abarcará la puesta en servicio de tres estaciones, siendo éstas: Chilpancingo, Patriotismo y Tacubaya, tiene este tramo correspondencia con 2 líneas del Metro.

B) ASPECTOS TECNICOS DE LA CONSTRUCCION.

B) 1.- ZONIFICACION Y ESTRATIGRAFIA DEL SUBSUELO DEL VALLE DE MEXICO:

El trayecto de la línea 9 cruza tres zonas distintas del subsuelo de la Ciudad de México, que en base a los numerosos estudios que se han realizado,

han permitido a Marsal y Marzari zonificarlas en tres grandes áreas, atendiendo a un punto de vista estratigráfico; estas zonas son: la de lomas, la de transición y la del lago, figura 2.

#### B) 2.- SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

Como ya se dijo anteriormente, la línea 9 del Metro de la Ciudad de México va de un extremo a otro de la misma, encontrándose a todo lo largo de su recorrido diferentes tipos de suelos para lo cual se utilizaron diversos métodos constructivos, adaptados a los dos ellos a las características del terreno en la mayoría de los casos y en otros por motivos de infraestructura urbana.

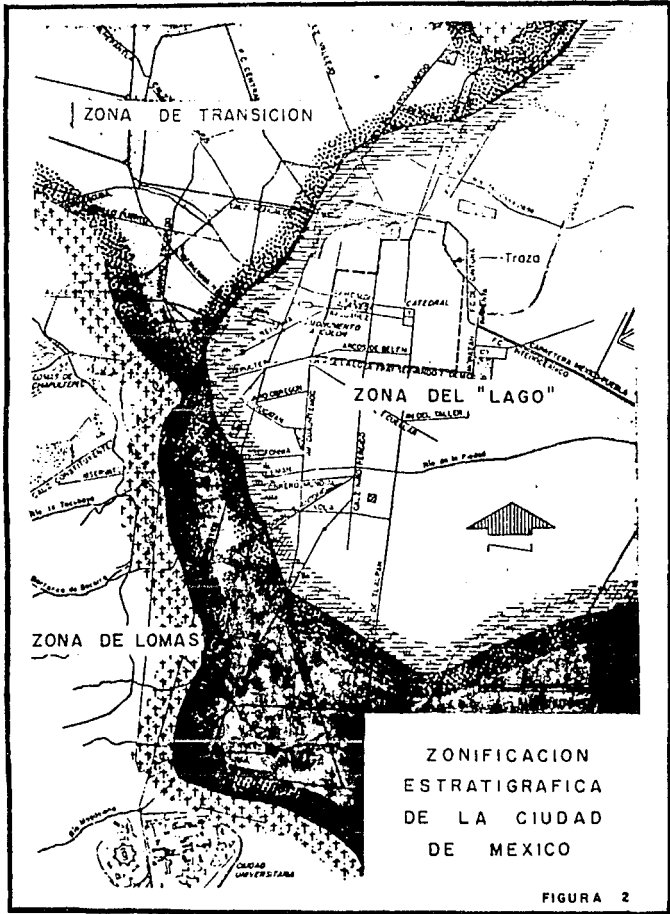
Los procedimientos de estructuración fueron los siguientes:

A) Sección elevada.

B) Sección superficial

C) Sección subterránea de cajón

D) Sección subterránea de túnel





#### A) SECCION ELEVADA:

En los tramos de Pantitlán a Velódromo -  
fue utilizado el procedimiento constructivo en solución  
elevada, esta solución ha sido habilitada por las caracte-  
rísticas físicas y contexto urbano de la zona.

Consiste en un viaducto elevado, formado  
por una trabe de concreto postensado simplemente apoya-  
do en columnas centrales de concreto reforzado de sec-  
ción rectangular variable, las columnas se apoyan en za-  
patas aisladas de concreto reforzado de sección cuadra-  
da con pilotes de fricción también de concreto reforza-  
do de sección cuadrada.

Por lo que respecta a la sección trans-  
versal de la trabe, se decidió emplear trabes pretensa-  
das de sección T con un firme de compresión para repar-  
tir uniformemente las cargas.

En las estaciones los claros entre colum-  
nas son de 25 m. y las trabes son de 16 m. de largo, --  
con el objeto de alojar los andenes laterales y la es-  
tructura metálica de techado, en los tramos la separa-  
ción de columnas es de 30 m. y en las trabes el ancho -  
mínimo es de 8 m., figura 3.

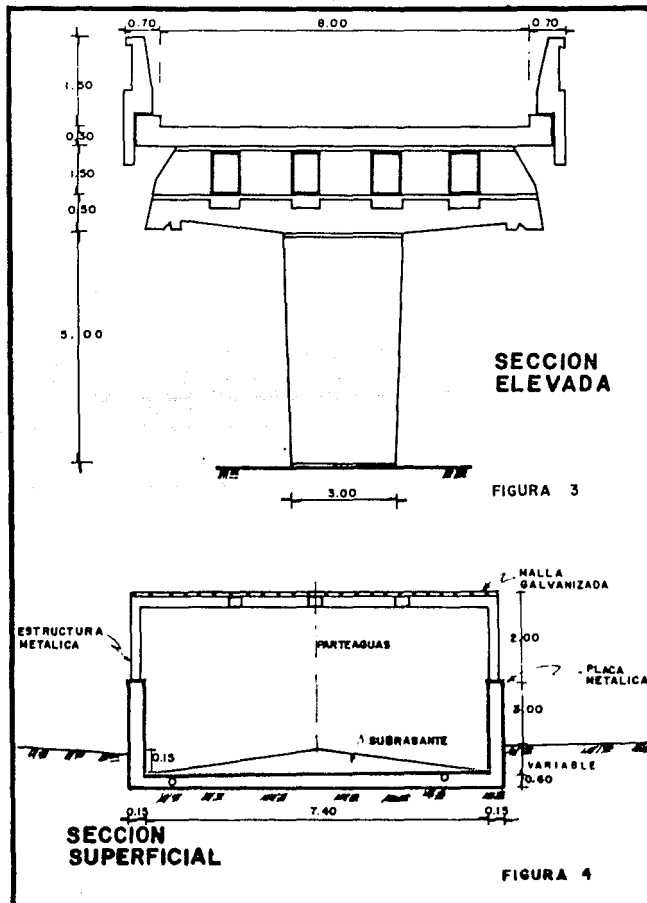
#### B) SECCION SUPERFICIAL:

En una parte del tramo que une a las estaciones de Velódromo y Mixiuhca, existe la transición subterránea que forma la sección superficial de la línea 9. La sección elegida para el tramo entre las estaciones, es una sección constituida por una losa de concreto reforzado y dos muretes de contención de concreto armado, la losa de 7.40 m. de ancho, se desplató en una superficie compactada a una profundidad de 1.5 m. en promedio con el objeto de lograr una adecuada compensación de cargas, figura 4.

#### C) SECCION SUBTERRANEA DE CAJON:

La sección subterránea de cajón comprende los tramos que hay de la estación Mixiuhca a Centro Médico. El cajón es de sección rectangular construido a cielo abierto cuyas dimensiones para los tramos son de 6.90 m. de gálibo horizontal y de 4.90 m. de gálibo vertical, la profundidad de desplante fué de 10 m. en promedio; para las estaciones al ancho mínimo es de 13.60 m. con profundidad en promedio de 15 m.

El procedimiento se realizó utilizando como ademe primario tablestacas coladas en sitio, estructurado posteriormente con losa de fondo, muros estructurales de concreto armado colado en sitio con muro Milan de acompañamiento y tabletas prefabricadas unidas



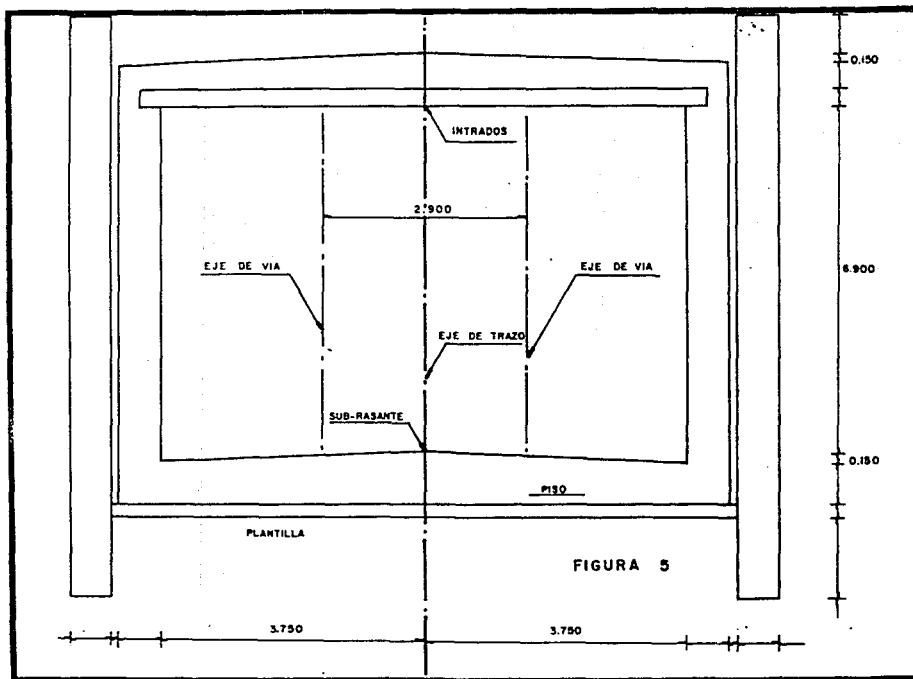
con un firme de compresión en techos. En la figura 5 se muestra una sección común de este sistema.

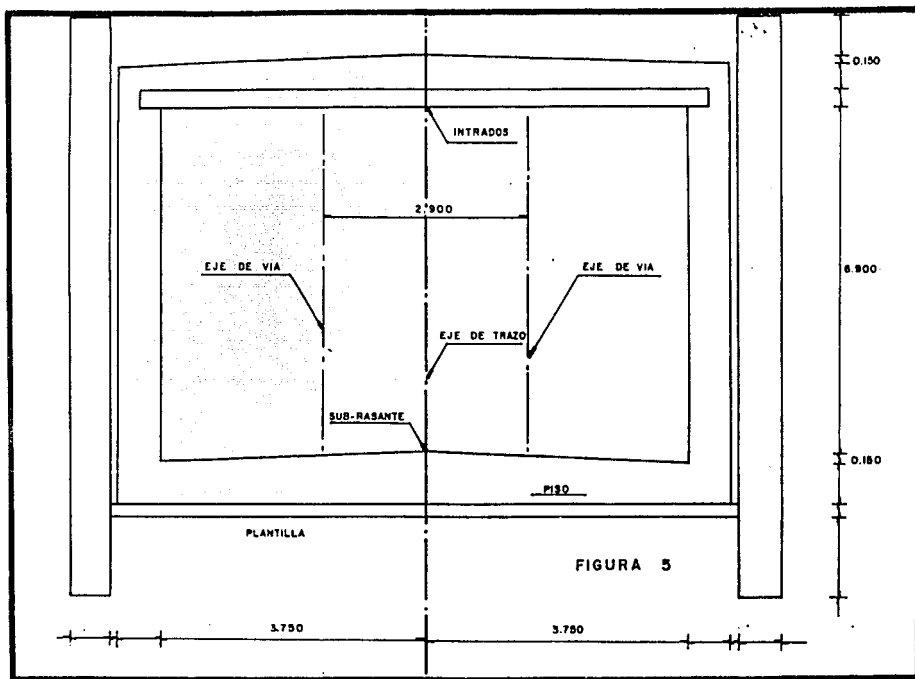
En el tramo de Centro Médico a Patriotismo se utilizó también el tipo cajón subterráneo para el tránsito del Metro, en esencia es la misma técnica empleada en los tramos que se describieron antes, con la salvedad de 253 m. que se ejecutaron en el tramo de Chilpancingo a Patriotismo a base de muros tablestaca estructurales prefabricados siendo este procedimiento una innovación para la construcción del cajón Metro. Los resultados obtenidos indican que este procedimiento es más rápido en ejecución que el método tradicional, lo cual permite disminuir los costos.

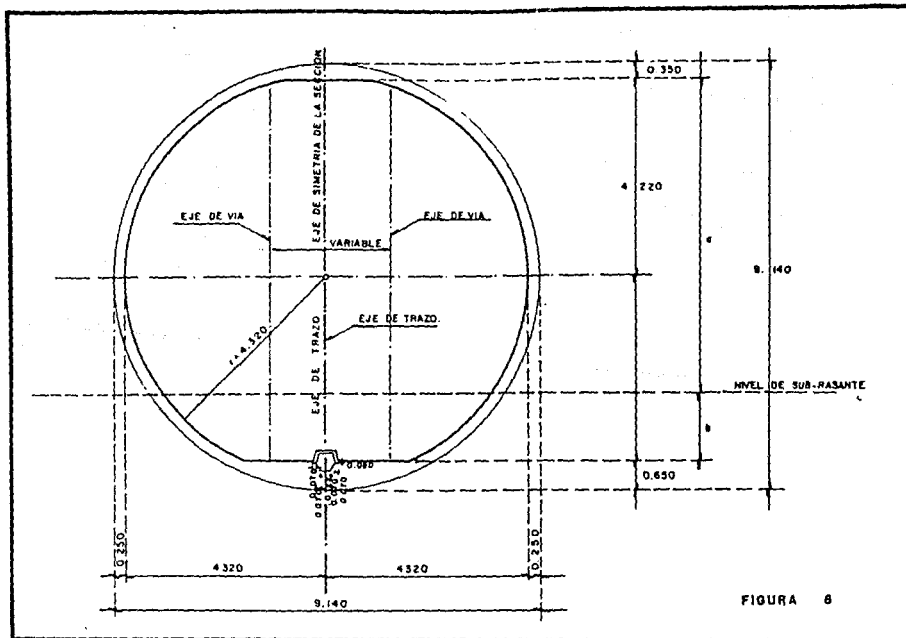
#### D) SECCION SUBTERRANEA EN TUNEL:

En los tramos Patriotismo - Tacubaya y Tacubaya - Observatorio se utilizó el escudo de frente abierto de 9.15 Ø, para ejecutar el sistema de túnel profundo. El proceso fué siguiendo un método ya establecido, que consistió en efectuar la excavación y cubrir con concreto lanzado el túnel para protegerlo del intemperismo, para posteriormente revestirlo definitivamente con prefabricados (dovelas).

Los túneles fueron desplantados a una profundidad de 23 m. en promedio, figura 6.







## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCION DE LA OBRA**

- A) TIPO DE SUELO**
- B) AFECTACIONES**
- C) TIPO DE ESTACION**



A) TIPO DE SUELO:

Con el objeto de conocer las características estratigráficas y propiedades del subsuelo localizado sobre el trazo de la estación Tacubaya de la línea 9 del Metro, fué necesario realizar un sondeo de tipo mixto con obtención de muestras alteradas e inalteradas. La ubicación de éste se indica en la figura 7.

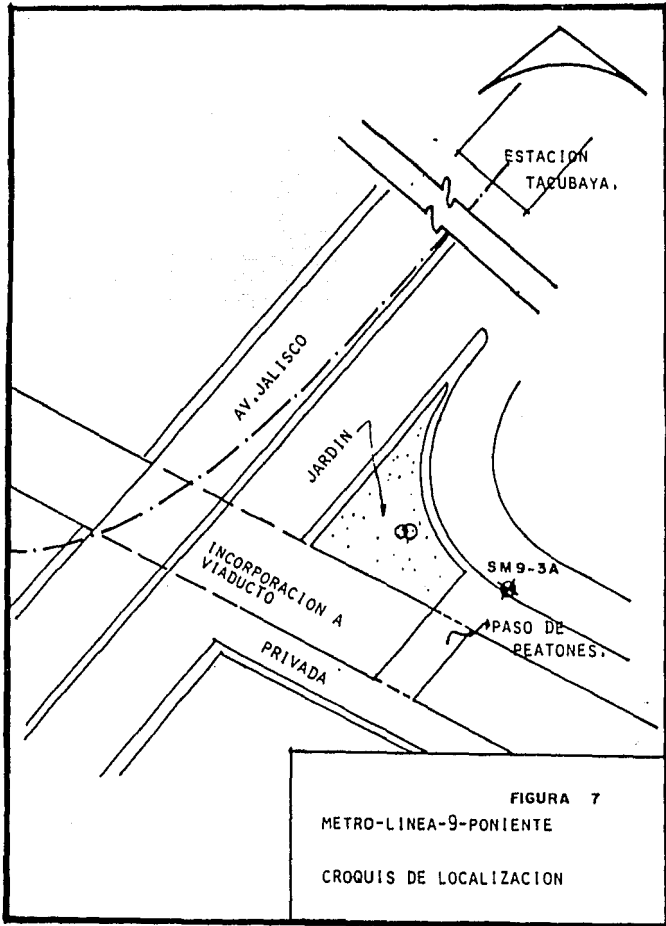
El sondeo SM9-3A, se realizó de acuerdo a lo siguiente:

La longitud total del sondeo se dividió en tres tramos tal como se indica en la tabla 1, debiéndose hacer para cada tramo la perforación y muestreo según las indicaciones siguientes:

A) En el tramo denominado "A", se debió alternar cuatro tubos lisos por un avance de 1.20 m. -- con broca tricónica.

B) En el tramo "B", se debieron de alternar un barril Dénison por cuatro tubos lisos.

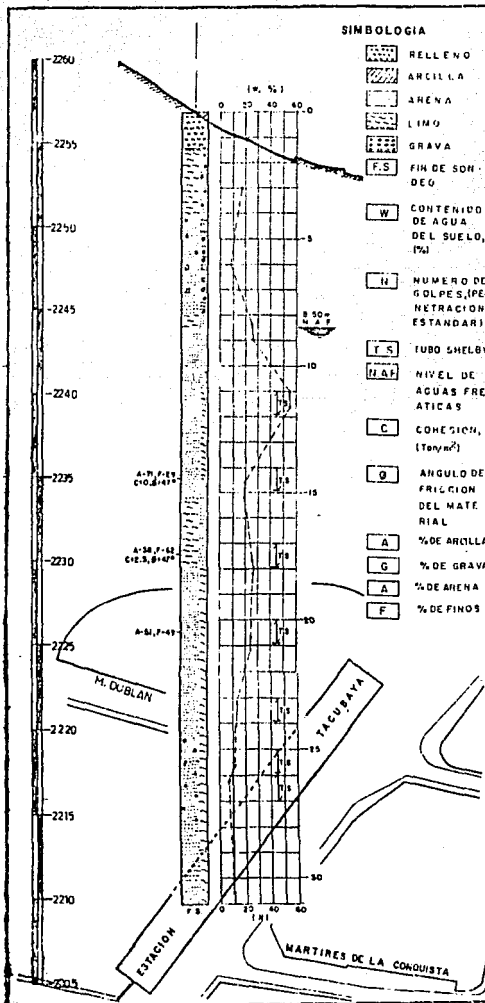
C) En el tramo "C", se tuvieron que alternar un tubo liso por un avance de 1.8 m. con broca tricónica.



Con el objeto de poder referenciar el sondeo al perfil estratigráfico, se debió obtener la elevación del brocal de cada pozo.

Durante la perforación del sondeo, se llevó un registro de campo en el que se indicó la profundidad, el tipo de herramienta de avance, el número de golpes para la penetración de los 30 cm. centrales del tubo liso, el porcentaje de recuperación y una descripción de campo del material muestreado.

En las muestras enviadas a laboratorio, se hizo una clasificación del material a cada 20 cm., dándose los datos siguientes:



SONDEO	UBICACION	PROFUNDIDAD ENTRE LAS QUE SE ENCUENTRAN, EN METROS.		
SM9-3A	AV. JALISCO ESQUINA CON CALLE GORRION	TRAMO "A" 0.00-8.00	TRAMO "B" 8.00-26.00	TRAMO "C" 26.00-31.00

TABLA 1.

**B) AFECTACIONES:**

**B) 1.- ADQUISICIÓN DE PREDIOS:**

Las afectaciones que son generadas por la construcción de una línea del Metro pueden ser ocasionadas por: trazo, estación, puesto de rectificación o estacionamiento; y los predios factibles de encontrar se en esta situación pueden ser de propiedad particular, ejidal o federal.

Una vez conocido el proyecto del Metro y determinadas las afectaciones necesarias al mismo, debidamente justificadas, se realizarán los levantamientos de los predios afectados, marcando en ellos la zona requerida.

En el caso de ser propiedad particular, el proceso se esquematiza en el diagrama 1. Cuando exista algún inquilino ya sea que ocupe el predio como vivienda o negocio, tendrá derecho al pago de una ayuda social debido a los gastos que con el desalojo se le presenten.

Estas adquisiciones de predios particulares para uso de las instalaciones del Metro ocasionan regeneraciones urbanas muy importantes, ya que en muchos

lugares, en donde existen asentamientos irregulares con servicios ínfimos, se convierten en zonas con excelente transporte, abundantes extensiones jardinadas y vialidad amplias y expeditas que incitaron a sus moradores a su superación en varios aspectos.

En los predios ejidales, debido a su carácter jurídico, es necesario realizar una solicitud de expropiación ante la Secretaría de la Reforma Agraria; así como el pago de cosecha, construcciones y terrenos, conforme lo dictamine la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales.

En el caso de predios de propiedad federal que pueden pertenecer a instituciones tales como el Instituto Mexicano del Seguro Social, Comisión Federal de Electricidad, Ferrocarriles Nacionales de México, -- etc., se puede llegar a acuerdos más directos, mediante convenios particulares o realizando permutas por otros predios propiedad del Departamento del Distrito Federal.

#### B) 2.- AFECTACIONES EN LA ESTACION TACUBAYA:

Las partes afectadas por la estación Tacubaya de la línea 9 del Metro de la Ciudad de México -- se muestran en la figura 8, en todos los casos fueron -- predios privados que formaban parte de manzanas ubicadas en las partes extremas de la estación.

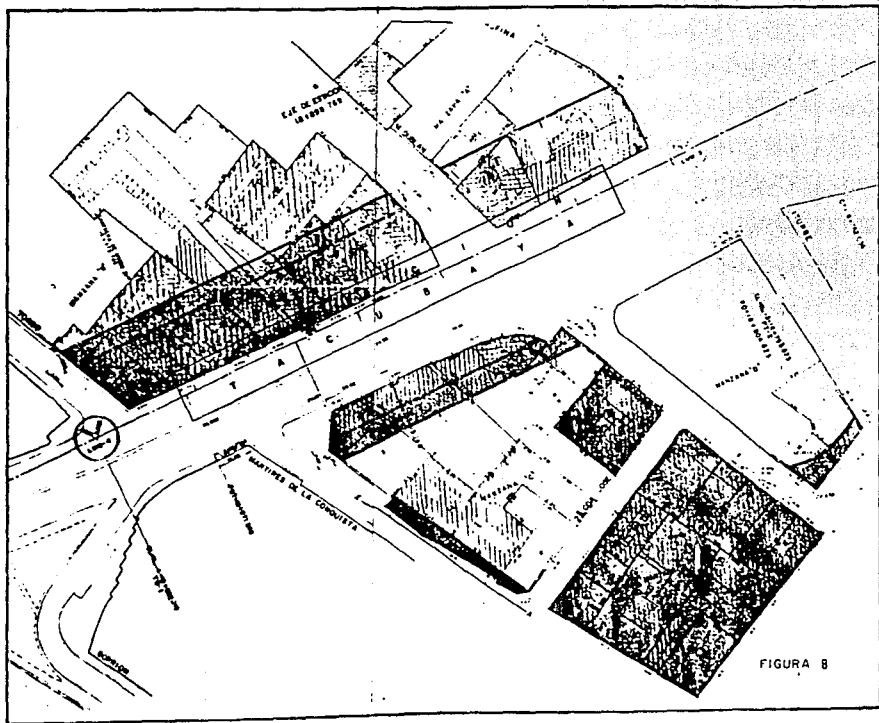


FIGURA 8



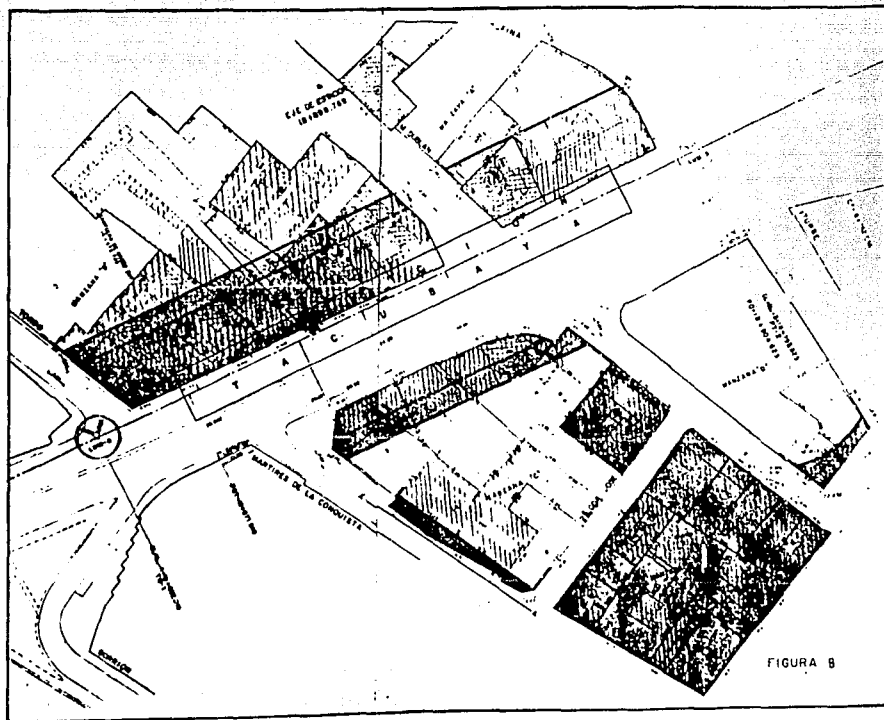


FIGURA B

A continuación se describirán las partes afectadas tomando como referencia a la estación Tacubaya.

AL PONIENTE:

En la Avenida Jalisco:

C A L L E	MANZANA	LARGO	ANCHO
Tordo hasta Manuel Dublan.	B	163.4m.	28.22m.
Manuel Dublan a Carlos Lazo.	A	59.66m.	29.15m.

AL ORIENTE:

En la Avenida Jalisco:

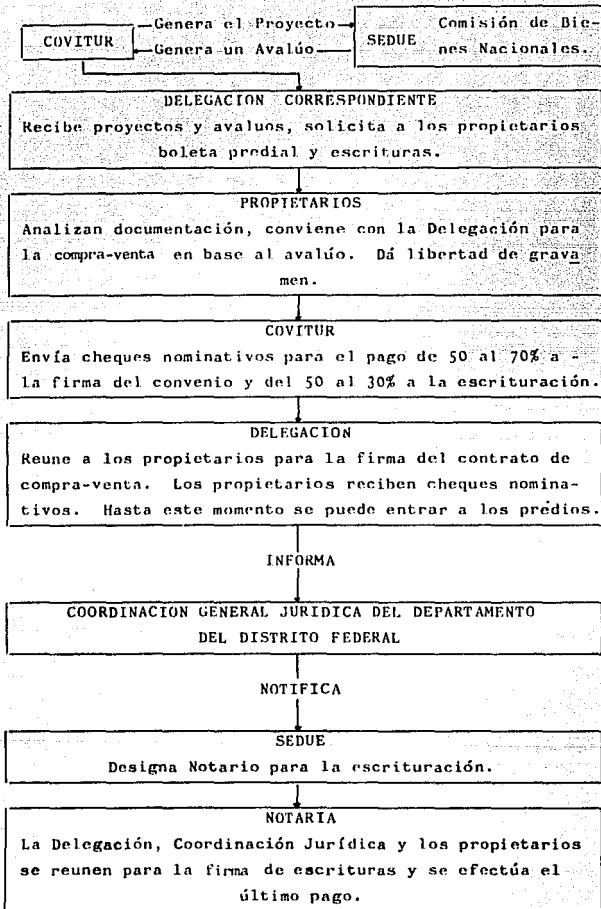
C A L L E	MANZANA	LARGO	ANCHO
Mártires de la Conquista hasta José María Vigil.	C	76.32m.	18.55m.
Mártires de la Conquista.	C	48.33m.	4.50m.
José María Vigil esquina 2a. cuadra de José María Vigil.	C	21.20m.	39.70m.
Iturbe esquina con José María Vigil (tiene dos anchos).	D	28.76m.	11.96m. 5.01m.
José María Vigil y 2a cuadra de José María Vigil (toda la Manzana).	E	85.30m.	54.60m.

A continuación se muestra la tabla 2, --  
donde se puede observar los metros cuadrados expropia--  
dos en cada manzana y el destino que tendrán.

MANZANA	M <sup>2</sup>	DESTINO
A	1309.44	ACCESO A LA ESTACION
B	2952.90	ACCESO A LA ESTACION
C	1675.16	VIALIDADES DE ACCESO A LOS PARADEROS
D	205.16	VIALIDADES DE ACCESO A LOS PARADEROS
E	3832.98	PARADERO DE AUTOBUSES

TABLA 2

DIAGRAMA No. 1



C) TIPO DE ESTACION:

La estación Tacubaya perteneciente a la línea 9 del Metro, se encuentra en la Avenida Jalisco, entre las calles de Carlos Lazo y Tordo, entre los cadenas 18 + 823.769 y 18 + 973.769, ver figura 9.

Cuenta con una longitud de 150 m., su ancho máximo es de 50.50 m. y el mínimo de 9 m., su profundidad es de 17 m., alcanzando 22 metros en la pasarela de cambio de andén, aloja 4 niveles, 4 accesos y 5 escaleras mecánicas.

El tipo de estación es de trasbordo, subterránea en cajón para la cual se tuvo que hacer una excavación a cielo abierto para alojarla, tendrá correspondencia con las estaciones Tacubaya de las líneas 1 y 7 a través de un túnel inclinado y otro horizontal con una longitud total de 66 m.

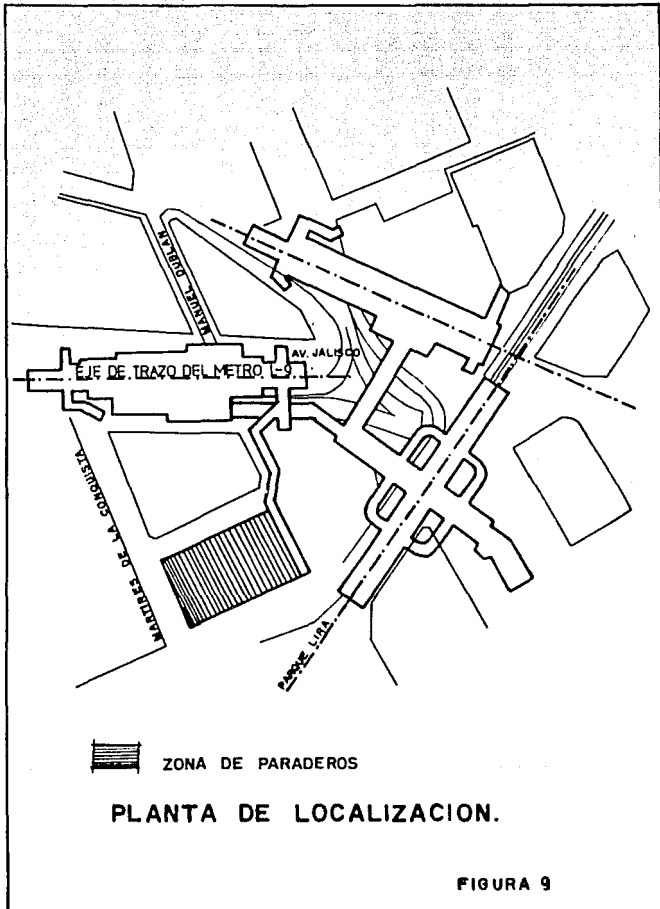
Además, se dejó la preparación de una pasarela para que a futuro se comunique con los paraderos de esta estación, lo que permitirá facilitar el cambio de medios de transporte.

Para dar inicio a los trabajos de construcción de la estación, fué necesario ejecutar los des-

víos de dos colectores de 1.22  $\phi$  y 2.44  $\phi$ , así como la reubicación de atarjeas, tuberías de agua potable, líneas troncales de Teléfonos de México, una línea de 85 Kv. y otra de 6 Kv.

Asímismo fué necesario diseñar y construir una estructura especial para soportar y proteger los cables de 85 y 6 Kv. que se encuentran ubicados al centro de la estación en el sentido longitudinal de la misma.

El procedimiento constructivo que se siguió fué el de excavación a cielo abierto con taludes de 0.3:1 lo cual se permite gracias al tipo de terreno.



### CAPITULO III

#### PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION UTILIZADO

- A) DESVIO DEL COLECTOR
- B) PUENTE DE CABLES DE ALTA TENSION
- C) EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA ESTACION.



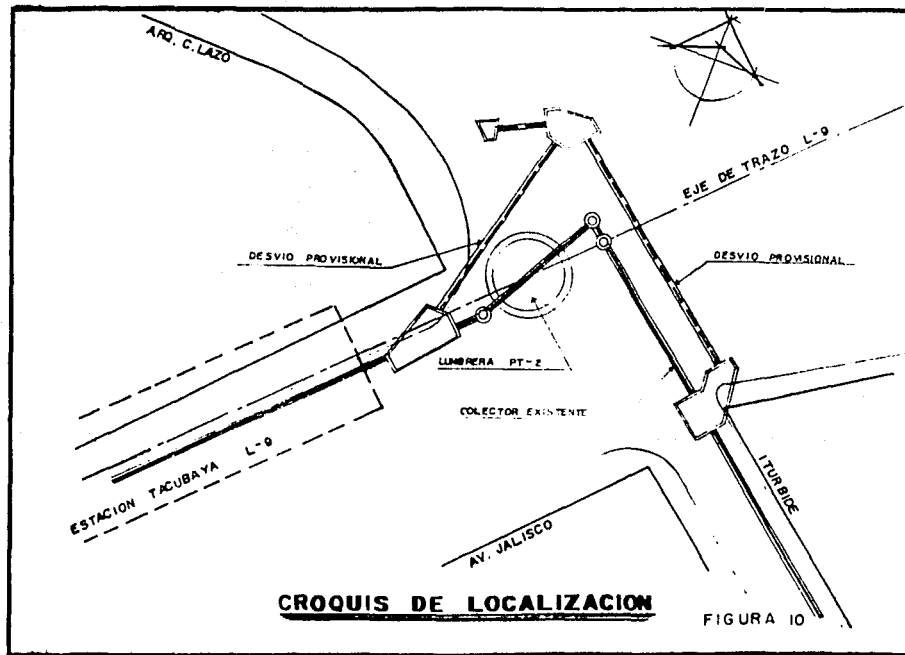
A) DESVIACION DEL COLECTOR.

A) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo para llevar a cabo el desvío provisional del colector Rufina, de 2.44 m. de diámetro ubicado en la cabecera Nor-Oriente de la estación Tacubaya de la línea 9 del Metro, según se muestra en la figura 10, se realizó de acuerdo a lo que se indica a continuación:

La excavación de las zanjas para la instalación de los tramos de tubería, se hizo a cielo -- abierto con taludes laterales en inclinación de 0.10:1, horizontal a vertical, y manteniendo en el frente un talud con una inclinación de 0.30:1 horizontal a vertical. Los taludes laterales se ademaron con una estructura -- constituida por tablonés de madera de 2" de espesor, polines de madera de 6" X 6" funcionando como vigas madrinas y por polines de madera de 4" X 4" como puntales.

La excavación de las zanjas se realizó -- por tramos de 3.50 m. de longitud y con un ancho, en el fondo, igual a 3.70 m. según se indica en las figuras 11 y 12.



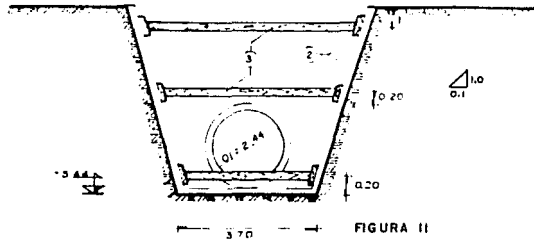
La excavación de cada tramo de zanja se realizó en forma continua y solo se interrumpió momentáneamente cuando el nivel de excavación se encontró a 0.30 m. por abajo de cada uno de los niveles de puntales para proceder a su colocación.

Por ningún motivo se pudo continuar con la excavación sin haber colocado el nivel de puntales descubierto. Los niveles de puntales se indican en la figura 11 y 12.

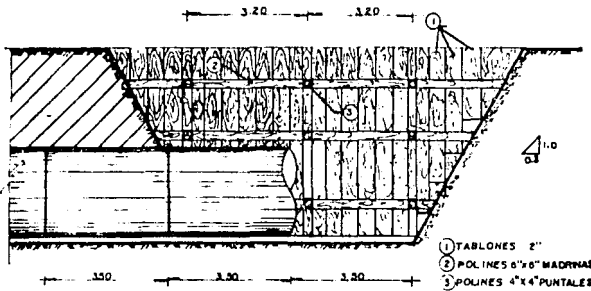
Una vez alcanzada la profundidad máxima de excavación, se colocó en el fondo una plantilla de grava de 10 cm. de espesor, compactada con un pisón metálico.

Después de colocada la plantilla y una vez que se realizó el acostillado en el tramo de tubo colocado en la etapa anterior, de acuerdo a lo que se indica en los párrafos siguientes, se retiró el nivel inferior de puntales y se procedió a colocar el tramo de tubo correspondiente.

A continuación se acostilló el tramo de tubo colocando material granular areno-limoso hasta alcanzar una altura igual a la mitad de su diámetro exterior. Este material de relleno se colocó en capas de



**CORTE TRANSVERSAL**



**CORTE LONGITUDINAL**

20 cm. de espesor, las cuales debieron compactarse por medio de polines de madera hasta alcanzar un grado de compactación del 85% de su peso volumétrico máximo seco.

Acostillado el tubo, se continuó con la colocación del relleno utilizando material areno-límoso, tipo topetate. Este tipo de material se debió utilizar para rellenar la zanja desde la elevación que alcanzó el acostillado hasta el nivel de subrasante.

No se puede iniciar la excavación del siguiente tramo de 3.50 m. de longitud, si en el anterior no se colocó el tubo correspondiente con su respectivo relleno hasta el nivel de su lomo.

Los puntales y las vigas mdrinas restantes se retiraron a medida que el material de relleno se fué colocando.

Cuando el relleno alcanzó el nivel de subrasante, se procedió a restituir el pavimento.

Las filtraciones que se presentaron durante el proceso de excavación, se controlaron por medio de cárcamos de bombeo comunicados entre sí hacia unas zanjias, desde las cuales se extrajo el agua con bombas autocebantes.

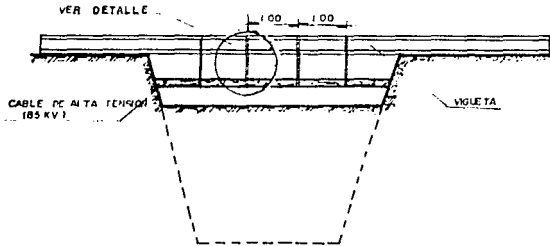
A) 2.- PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE INTERFERENCIA  
CON LOS CABLES DE ALTA TENSION.

En las zonas de interferencia del colector de desvío con el ducto de cables de alta tensión, - el proceso de excavación debió efectuarse manualmente, con el fin de evitar que el ducto fuese dañado. Una vez que la excavación de la zanja descubrió el ducto, fue necesario, antes de continuar con la excavación, protegerlo mediante una caja de madera y colocar el sistema de colganteo que se indica en la figura 13.

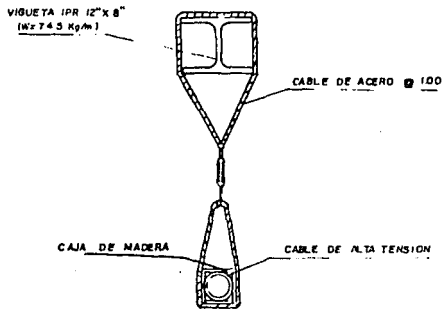
Todos estos trabajos debieron llevarse a cabo de acuerdo a las indicaciones de la Comisión Federal de Electricidad. Una vez concluida la colocación del tramo de colector en esta zona se procedió a restituir las condiciones en que se encontraba dicho ducto.

A) 3.- NOTA IMPORTANTE

1.- Todas las vigas maderas y puntales se sujetaron con varillas que previamente se hincaron en el terreno en zonas aledañas a la zanja, por medio de alambres en cada uno de sus extremos. Los alambres tuvieron únicamente la longitud necesaria para sostener a dichos elementos para evitar que se desplacen verticalmente.



**ESTRUCTURA DE COLGANTEO**



**DETALLE**

FIGURA 13

B) PUENTE DE CABLES DE ALTA TENSION.

A continuación se describe el procedimiento constructivo que se siguió para puentear los cables de alta tensión de 85 y 6 Kv., que por encontrarse a lo largo de la estación Tacubaya interfirieron con el proceso de excavación y construcción de dicha estación, figura 14.

B) 1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Los cables de alta tensión fueron puenteados mediante una estructura metálica cuyos apoyos estaban constituidos por pilotes de sección circular de 12" de diámetro que se hincaron en el terreno a ambos lados de la trayectoria del cable, en todo lo largo de la estación, excepto en la distancia comprendida entre los ejes 1 a 4 y 18 a 21 en donde los pilotes se hincaron a un lado, y el cable se sostuvo por medio de una vigueta metálica trabajando en cantiliver; sobre el remate de los pilotes se colocaron viguetas de acero IPR 12" X 4" de 32.8 Kg./m. tanto en el sentido longitudinal como transversal con respecto a los cables y sobre las cuales se apoyó una cama de tabloncillos de madera de 2" de espesor que sirvieron para soportar directamente el cable, figura 15.

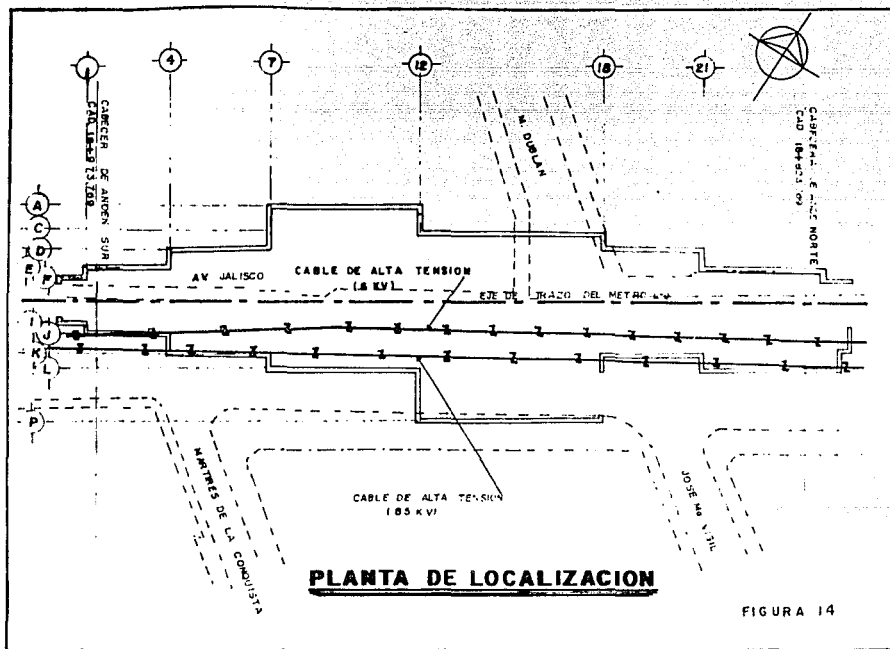
El proceso para efectuar el puenteo de los cables de alta tensión se describe a continuación.

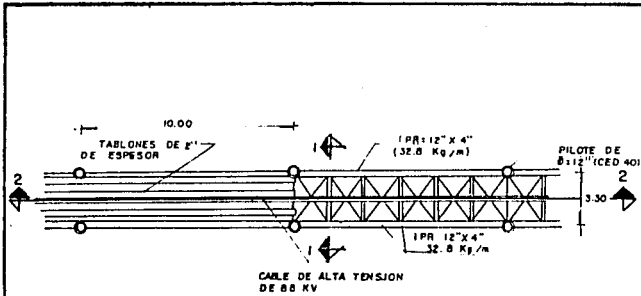


Primera etapa, para el hincado de los pilotes en el terreno se debieron efectuar calas con el objeto de definir la posición exacta de los cables de 85 y 6 Kv. Una vez localizado el trazo correcto del cable de 85 Kv., se hicieron perforaciones de 15" a cada lado de éste; la separación de las perforaciones en el sentido transversal fué de 3.30 m. mientras que en el sentido longitudinal fueron de 10.00 m., figura 16.

Las perforaciones de 15" de diámetro se efectuaron hasta 2.5 m. por debajo del nivel máximo de excavación, realizadas estas se hincaron en el terreno los pilotes metálicos de 12" de diámetro; una vez colocado el pilote se inició el relleno del espacio anular existente entre la perforación y el paño exterior del tubo, utilizando un mortero de cemento - arena con una proporción de 1:4 en peso del cemento, la colocación del mortero se efectuó en sentido ascendente a través de un tubo de 1½" ø, figura 17.

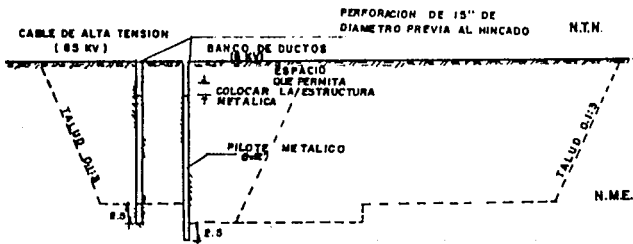
Segunda etapa, se realizó una excavación en la zona de puenteo a partir del nivel de terreno natural hasta descubrir el remate de los pilotes, en la forma que se muestra en las figuras 18 y 19, el ancho de excavación debió ser tal que permitió realizar las maniobras necesarias para la colocación posterior de las viguetas longitudinales y transversales.





**PLANTA**

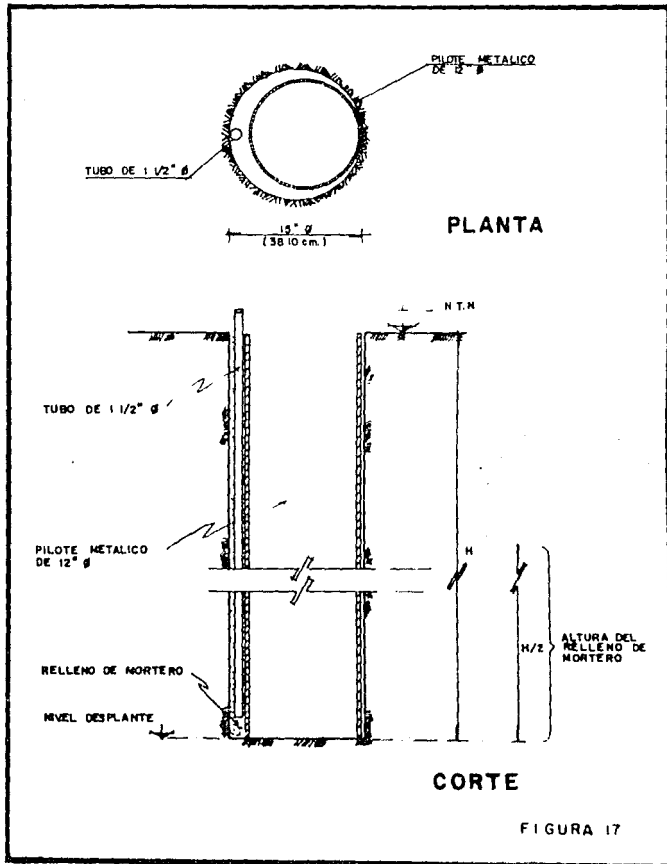
FIGURA 15

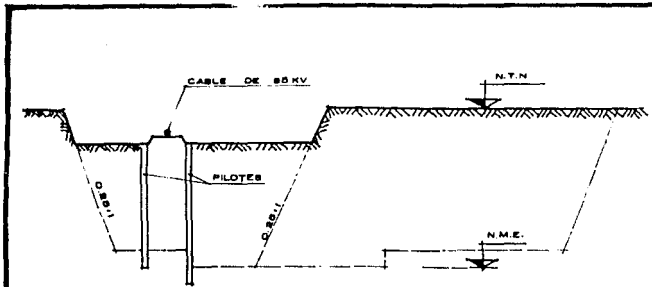


PERFORACION PREVIA AL HINCADO DE LOS PILOTES

**ESTRUCTURA DE PUENTE**

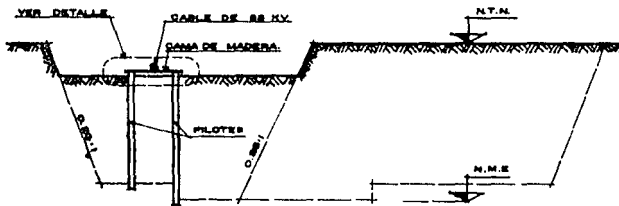
FIGURA 16





ENCAVACION HASTA DESCUBRIR EL REMATE DEL PILOTE Y EL CABLE DE ALTA TENSION

FIGURA 18



ENCAVACION HASTA LA CABEZA DEL PILOTE Y LA COLOCACION DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

FIGURA 19

Tercera etapa, sobre el remate de los pilotes hincados se colocaron viguetas IPR de 12" X 4" de 32.8 Kg./m. en el sentido longitudinal, las cuales se apoyaron y soldaron sobre placas metálicas. Conforme se descubrió el cable de alta tensión, se colocaron las viguetas en el sentido transversal al cable, debiendo unirse mediante soldadura a las viguetas longitudinales. Inmediatamente después se debieron de colocar tabloncitos de madera de 2" de espesor sobre los patines de las viguetas transversales, los cuales sirvieron para sostener directamente el cable, figura 20 y 21.

Debido a que la construcción de la estructura de puenteo sirvió además para sostener a los cables de 6Kv., éstos se debieron de instalar sobre una corredera que se construyó en un extremo de la plataforma de la construcción, figura 22.

Con el fin de proteger el cable de 85 Kv. se colocaron marcos constituidos por polines de madera de 4" X 4" cubiertos a su vez por hojas de triplay de 3/4", para evitar de esta manera que puedan ser dañados durante la construcción de la estación; además se colocaron en los extremos de la estructura de puenteo barandales, constituidos por varillas del No. 6, adosando a uno de ellos la corredera que alojó los cables de 6 Kv., figura 23.

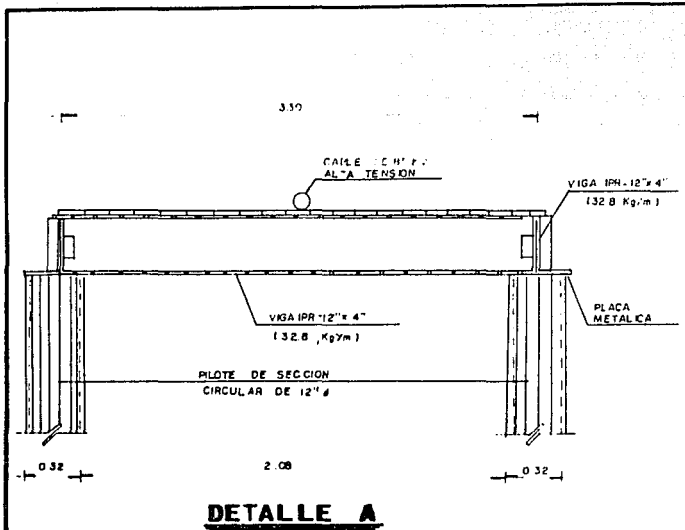
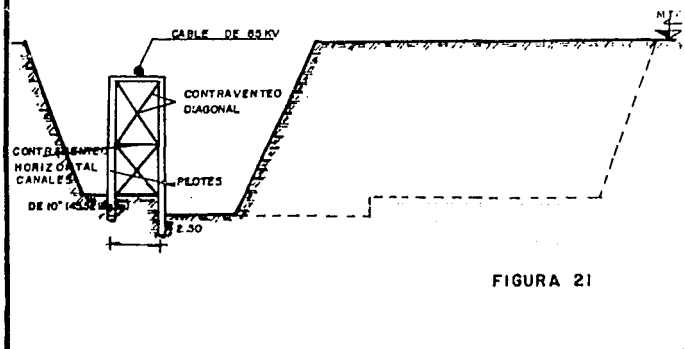
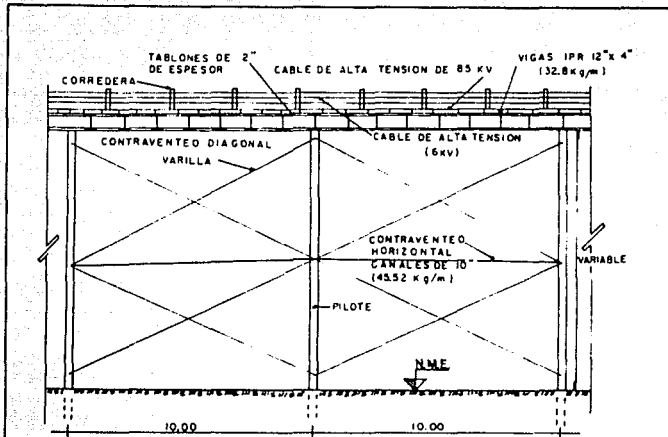


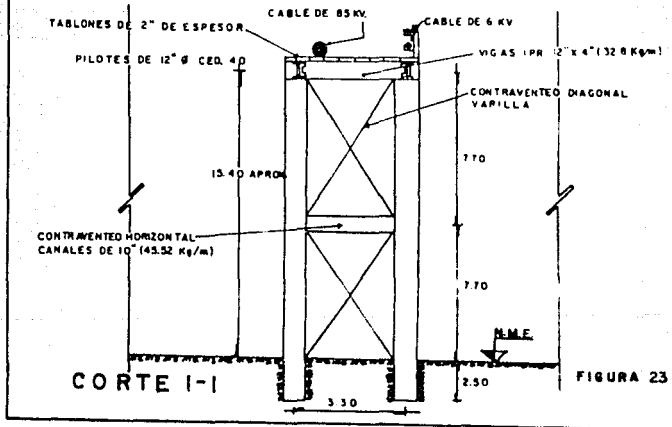
FIGURA 20





CORTE LONGITUDINAL 2-2

FIGURA 22



CORTE 1-1

FIGURA 23



Cuarta etapa, una vez que se tuvo puenteado el ducto en su etapa correspondiente y que la excavación de la misma alcanzó el nivel máximo de proyecto, se procedió a estructurar la parte de estación comprendida por las etapas que se estuvieron atacando, una vez que dicha estructura alcanzó su resistencia especificada se procedió a la colocación del material de relleno y se retiró la estructura de soporte.

B) 2.- NOTAS IMPORTANTES.

1.- El nivel de remate de los pilotes estuvo en función de la posición del cable de alta tensión, de tal manera que entre el cable y el remate de los pilotes quedó el espacio suficiente para colocar la estructura metálica y los tablonos, con el objeto de que el cable conservara lo más posible su nivel.

2.- Conforme la excavación descubría los pilotes metálicos hincados, se fué colocando el contraventeo tanto en sentido longitudinal como transversal con respecto a los cables.

3.- La excavación en la vecindad de los pilotes hincados se fué realizando con precaución con el propósito de no golpearlos y crear problemas de estabilidad en la estructura de puenteo.

4.- Los huecos dejados por los troqueles en la losa de piso al ser éstos rellenos, se rellenan de concreto con aditivo estabilizador de volumen.

C) EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA ESTACION

C) 1.- OBSERVACIONES GENERALES

1.- Fué necesario para iniciar la excavación de cualquier etapa que todas las instalaciones municipales de la zona se encontraran fuera de servicio, esto es, debieron tenerse terminados los desvíos de dichas instalaciones conforme a los proyectos respectivos. Además se debió de realizar la extracción de los colectores de 1.22 m. y 2.44 m. de diámetro.

2.- Las afectaciones permanentes y por excavación fueron liberadas antes de iniciar la excavación de las etapas localizadas en los sitios de estas afectaciones.

3.- Los cables de alta tensión existentes en la estación, se puentearon antes de iniciar la excavación de las etapas afectadas por la presencia de éstos.

4.- Colada la losa de piso de la etapa -- No. 1, se pudo iniciar la excavación del túnel de correspondencia en las líneas 1 y 7.

5.- En el área contigua a la galería que alojó al colector de proyecto y fuera de la zona con estructura de contención, el talud tuvo una berma a partir de la profundidad de proyecto de la galería, tal como se observa en el corte 8-8; además el relleno se colocó hasta que se concluyó la construcción del lugar adyacente.

C) 2.- CONTROL DE FILTRACIONES.

Durante la excavación de las etapas, se presentaron filtraciones a través del cuerpo de los taludes, por lo que fué necesario colocar en los puntos de aportación tubos ranurados de 1½" de diámetro, los cuales penetraron 3.00 m. en el suelo y contar con un forro exterior de tela de mosquitero en toda su longitud. Las filtraciones se canalizaron hacia cárcamos de bombeo, -- construidos en las esquinas de las áreas de excavación, lugar donde se extrajo el agua por medio de bombas autocebantes de gasolina de 2" de diámetro.

Los posibles escurrimientos pluviales, se recolectaron por medio de zanjas de 0.30 X 0.30 m. rellenas de grava limpia ubicadas en las orillas de excavación las cuales fueron conducidas también hacia los cárcamos ubicados en las esquinas de la zona en cuestión y desde donde se extrajo el agua producto de los escurrimientos y/o filtraciones, como ya se indicó en el párrafo anterior.

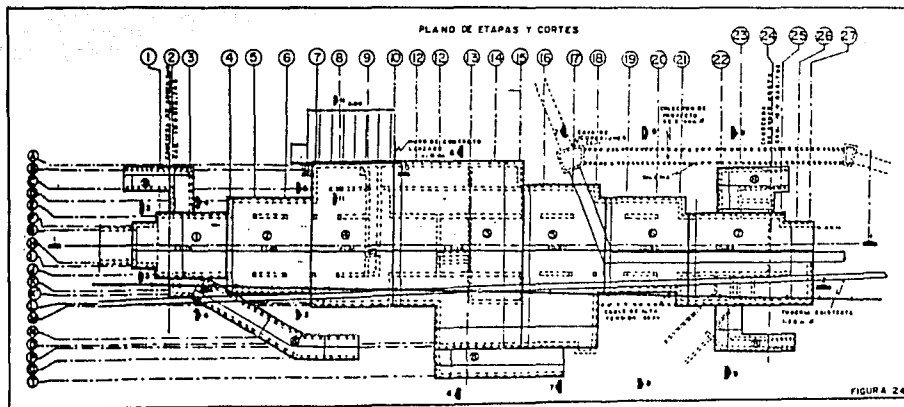
C) 3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

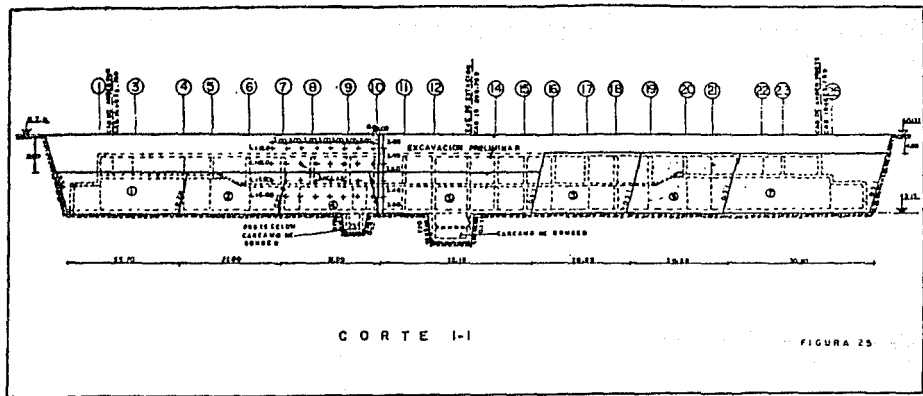
A continuación se dan los lineamientos -- que se siguieron para efectuar la excavación y construcción de la estación Tacubaya de la línea 9.

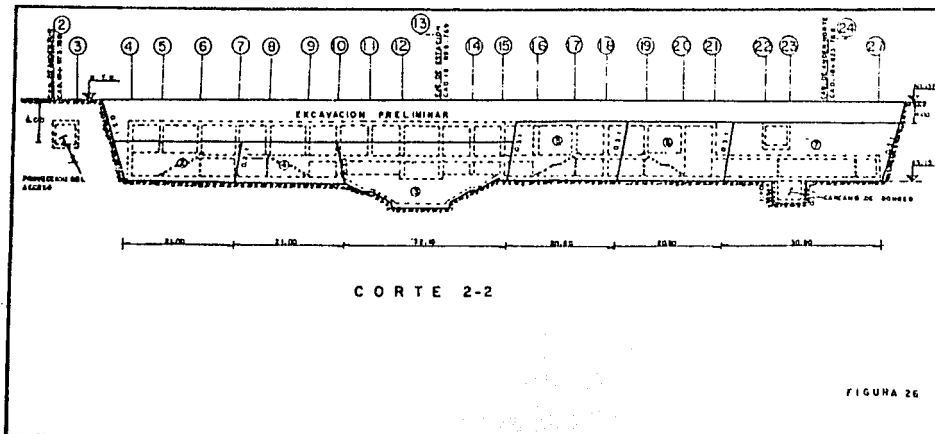
El orden de ejecución de las etapas de excavación se llevaron a cabo de acuerdo a la secuencia indicada en el plano de etapas y cortes de la figura 24.

La excavación y construcción de la estación Tacubaya, se realizó a cielo abierto, efectuando en tre los ejes 1 y 15 una excavación preliminar a 8 m. de profundidad mientras que en los ejes 15 y 27 dicha excavación se efectuó hasta 4 m. de profundidad, conformando taludes perimetrales con una inclinación de 0.3:1 horizontal a vertical; los taludes de avance o interiores tuvieron la inclinación mostrada en los cortes de las figuras 25 y 26; formando una berma con la misma inclinación en la zona para cambio de andén de correspondencia con las líneas 1 y 7 de 5.00 m. de longitud y 4.00 m. de profundidad, conformando los taludes mostrados en los cortes 6-6 y 7-7. La excavación preliminar debió suspenderse momentáneamente en los sitios donde se encontraron alojadas las instalaciones municipales para realizar su extracción o bien para instalar el contraventao de la estructura que sostuvo a los cables de alta tensión.

En la zona donde se efectuó la construcción de la galería que alojó al colector de 2.44 m. de diámetro la excavación preliminar se hizo hasta el nivel de desplante de la misma, tal como se indica en los cortes 8-8 y 9-9; en el área donde se ubica la caja de conexión CC-1 se instaló el primer nivel de anclas correspondientes a la estructura de contención, una vez concluida la excavación preliminar.







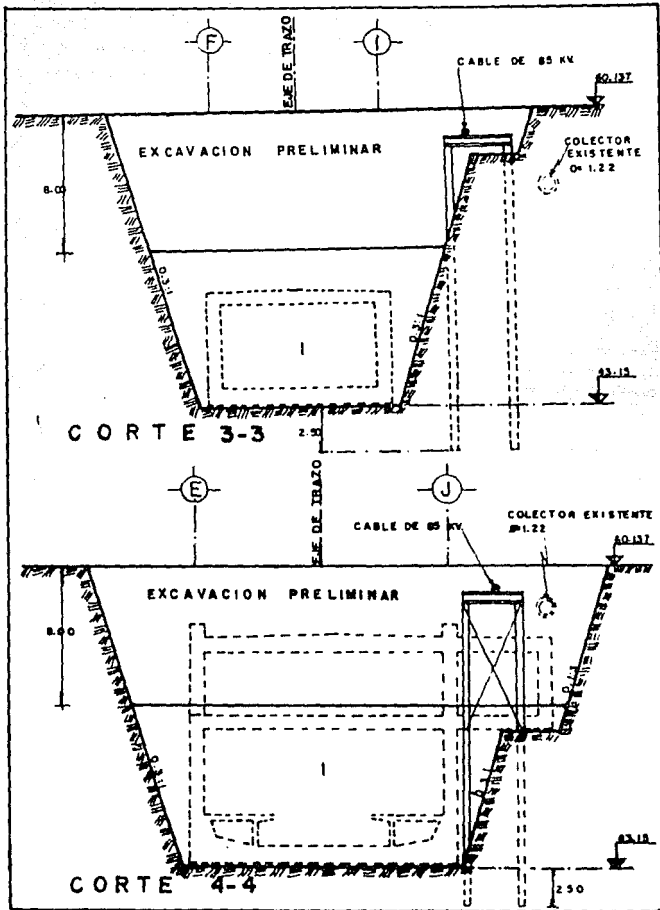


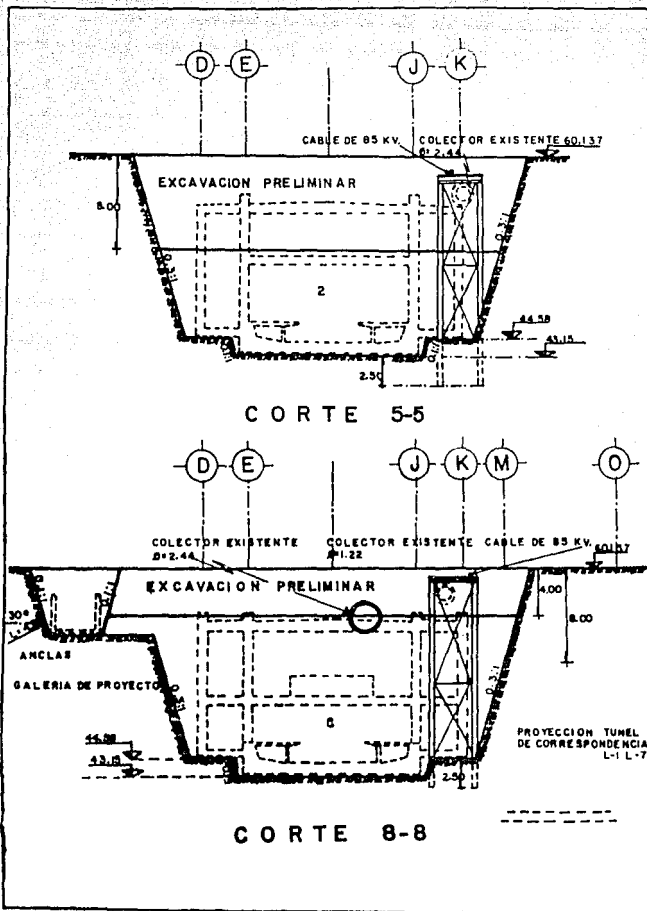
Esta estructura de contención estuvo constituida por un muro de concreto lanzado, de 0.20 m. de espesor, sostenido por un sistema de anclaje cuyos niveles se colocaron conforme se fué profundizando la excavación, tal como se muestra en los cortes 1-1, 7-7 y en las vistas frontales 10-10 y 11-11.

Concluida la excavación preliminar en toda el área de la estación, se procedió a continuar excavando de acuerdo a la secuencia de etapas indicadas en el plano mencionado anteriormente.

La excavación de las etapas se inició a partir de la profundidad especificada para la excavación preliminar, hasta alcanzar la profundidad de proyecto, evitando que el fondo fuera invadido por agua de lluvia, debido que el suelo de apoyo se remoldea y pierde su resistencia; por lo tanto una vez alcanzada la profundidad de proyecto se colocó una plantilla de grava compactada, o concreto pobre previsto de un aditivo acelerante de -- fraguado, de 0.10 m. de espesor en ambos casos.

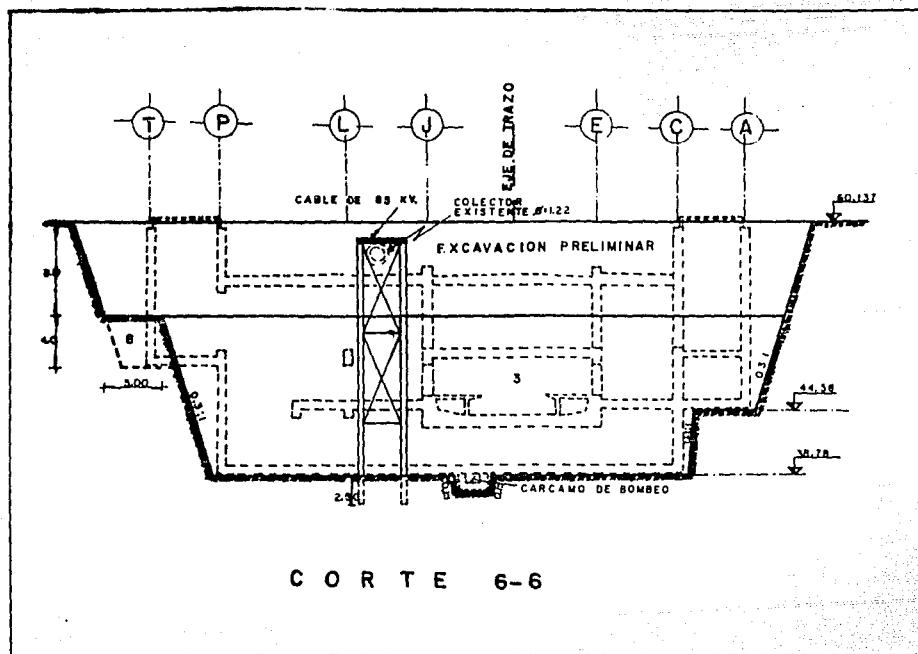
Dos horas después de colada la plantilla, se inició el armado y colado de la losa de piso, con su respectivo bombeo para el caso de las etapas en la zona de andén y dejando las preparaciones para realizar la liga estructural con los tramos de losa adyacentes y con los muros y muretes estructurales en su caso.

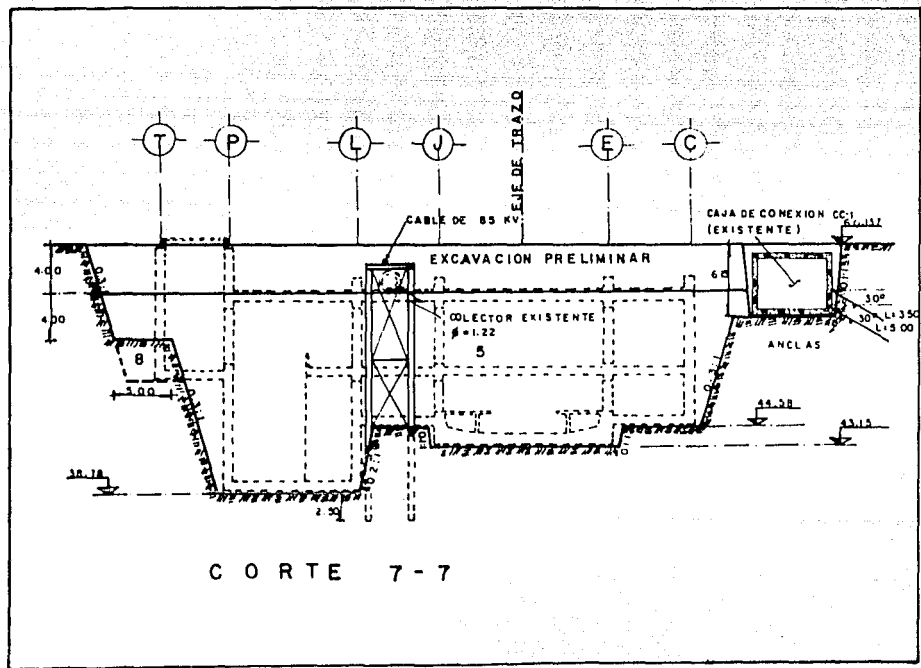




CORTE 5-5

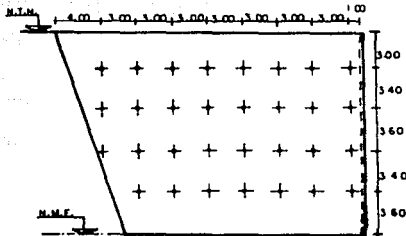
CORTE 8-8





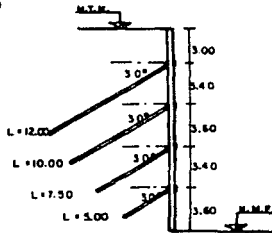


MURO DE CONCRETO LANZADO  $\phi$ 15 cm



VISTA FRONTAL 10-10

MURO DE CONCRETO  
LANZADO  $\phi$ 45 cm



VISTA FRONTAL II - II

En las partes de la losa de piso en las que hubo interferencia con la estructura del punteo de los cables de alta tensión (pilotes), se dejaron cajas sin colar, las cuales se rellenaron posteriormente con concreto provisto de un aditivo estabilizador de volumen. Lo mismo se hizo con la losa del nivel de vestíbulo de la estación.

El colado de la losa de piso del nivel de andén adyacente a la zona de pasarela, se efectuó hasta una distancia de 0.50 m. medidos a partir del hombro del talud que desarrolló la excavación de la misma.

Transcurridas 24 horas de haber terminado el colado de la losa de piso, se inició el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales y columnas hasta el nivel correspondiente al lecho inferior de la losa del nivel vestíbulo.

Para el caso de los muros que van desde el nivel de andén hasta el nivel de la losa de techo de la estación, en el lugar donde no existe la losa inferior del nivel vestíbulo, el colado de los muros se hizo por tramos; el primer tramo comprende desde el nivel de andén hasta el nivel inferior del vestíbulo y una vez que los muros de este tramo alcanzaron el 75% de su resistencia de proyecto, se continuó con el colado del segundo tramo hasta su nivel de remate.



El cimbrado, armado y colado de la losa de techo del nivel de andén, la cual constituye la losa de piso del vestíbulo se efectuó una vez que los muros y columnas que recibieron a dicha losa tuvieron la resistencia mínima especificada por el proyecto estructural correspondiente.

En lo concerniente a los muros que encierran la pasarela, el primer tramo de colado se realizó hasta el nivel del lecho inferior de la losa de piso del andén, para después iniciar el cimbrado, armado y colado de la misma, posteriormente se llevó a cabo la colocación del material de relleno en el espacio comprendido entre el talud y el paño exterior de los muros, cuya colocación se indica en el punto C. 6; colocado este relleno se hizo el colado faltante de las losas adyacentes; además se efectuó el armado, cimbrado y colado de los muros y columnas que recibieron la losa del nivel vestíbulo, haciéndose más adelante el colado de la losa inferior del mismo. Todo lo anteriormente citado se realizó cuando cada una de las partes alcanzaron su resistencia mínima especificada.

En esta condición cuando los elementos estructurales en cada etapa se encontraron construídos hasta el nivel de la losa de vestíbulo, se continuó con la secuencia constructiva en toda la estación, armándose, cimbrándose y colándose los muros y columnas que llegaron hasta el lecho inferior de la losa de techo de la estación.

Para cada una de las etapas, una vez que los muros y columnas que recibieron la losa de techo de la estación, alcanzaron la resistencia mínima específica, se tuvieron las condiciones necesarias para proceder a la colocación de las tabletas que integran la losa de techo, para armar y colocar posteriormente el firme de compresión.

Realizado lo anterior, se colocó el impermeabilizante sobre el firme ya colado y terminado éste, se colocó el relleno sobre la losa de estación. Alcanzando el nivel de subrasante, de banqueteta o plaza se regatuyó el pavimento y se construyeron las banquetetas.

La excavación de las etapas que conforman los accesos a la estación, se realizaron siguiendo la inclinación de las rampas y descansos y los lineamientos marcados en los párrafos anteriores.

#### C) 4.- CONSTRUCCION DE LA GALERIA DE CABLES.

La excavación de la galería de cables se efectuó cuando se encontró estructurada la losa de piso de las etapas 2 y 5 y el muro estructural adyacente a la galería.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Se realizó la construcción de la galería en una sola etapa conformando taludes laterales y de avance con una inclinación de 0.1:1, horizontal a vertical.

Una vez alcanzada la profundidad de proyecto de la galería, se hizo lo mismo que en la estación para el caso de la plantilla, la losa de piso, los muros y la losa de techo de ésta, efectuando la liga estructural con las losas adyacentes.

#### C) 5.- SECUENCIA DE CONTRUCCION.

Como se puede ver en la secuencia señalada de la figura 24, fué posible establecer dos frentes simultáneos de ataque; uno de ellos correspondió a la excavación del cuerpo de la estación y el otro a la construcción del túnel de correspondencia con las líneas 1 y 7; en el que fué condición necesaria que previo a la excavación de las etapas 6, 7 y 8 se haya revestido en forma definitiva dicho túnel.

Al iniciar el ataque de las etapas, se fueron excavando y estructurando éstas conforme se avanzó en ellas; respetando el orden de ejecución indicado en la figura 24.

Como ya se dijo anteriormente, antes de - realizar la secuencia de excavación y construcción se de bieron retirar las instalaciones municipales, así como - colocar y posteriormente retirar la estructura de puen-- teo para sostener los cables de alta tensión de acuerdo con lo indicado en los procedimientos correspondientes.

C) 6.- RELLENOS.

El material que relleno el espacio com--- prendido entre el talud, y los muros estructurales que - conforman la estación, se colocó siguiendo los lineamien- tos indicados a continuación:

A) Cuando el espacio mencionado fué igual o menor a 1.0 m., el relleno se colocó a volteo y fué ma terial producto de la excavación o bien material areno-- limoso que no contenía arcilla, materia orgánica ni par- tículas mayores de 2".

B) Colocadn el relleno descrito en el in- ciso anterior, se procedió a colocar desde ese nivel y - hasta el nivel del firme de compresión de la losa de te- cho, un material areno-limoso cuyo contenido de partícu- las que pasan la malla No. 200 no excedió el 25%; el ten dido se hizo en capas de espesor compacto máximo de 30 - cm. y se compactó al 90% de su peso volumétrico seco má-

ximo con respecto a la norma AASHTO estandar T 99-74 variante "A", y con una energía de compactación de 6.02 -- Kg.-cm/cm<sup>3</sup>.

El relleno aquí mencionado se tuvo que colocar cuando los muros estructurales perimetrales de la estación, alcanzaron su resistencia de proyecto.

## CAPITULO IV

### ANALISIS DE COSTOS

A) 1.- ANALISIS DE COSTOS.

Toda obra realizada por el hombre nace de una necesidad que hay que satisfacer, para ello es necesario una técnica para planearla, un tiempo para construirla y los recursos necesarios para llevarla a cabo.

Se considera que el factor más importante que interviene en la construcción de un proyecto es el de los costos (recurso), pues de alguna manera la técnica y el tiempo están supeditados a estos.

Pocas compañías constructoras pueden sobrevivir sin un conocimiento de los costos o sin un control inteligente de los mismos, la ausencia de ello da normalmente como resultado pérdidas de dinero al término de una obra.

Muchos proyectos se concursan sobre la base de precios unitarios. Tales proyectos incluyen terracerías, pavimentos, limpieza y desmonte de terrenos, etc. Las unidades designadas incluyen metros cuadrados, cúbicos y lineales; toneladas, etc. Preparándose una estimación para cada tipo o tamaño de unidad.

Se determinan para cada unidad los costos de los materiales, mano de obra y equipo. Estos se designan como costos directos. A dichos costos deberá -- agregarse una parte proporcional de los costos indirectos, tales como transportes, construcciones provisionales, cargos fijos, seguros, impuestos, utilidades y finanzas.

A) 2.- ANALISIS DE COSTOS DE LA ESTACION TACUBAYA.

Debido a que existió un gran número de -- conceptos que intervinieron en la elaboración de los pre -- cios unitarios con los cuales se obtuvo el costo de la -- estación Tacubaya de la línea 9 del Metro, y que sería -- difícil incluirlos a todos en este capítulo, sólo se da -- rán a conocer el análisis de cuatro conceptos representa -- tivos de ellos, considerando que de esta forma se justi -- fican los demás.

También se incluye el listado de los cua -- tro conceptos, en donde viene indicado el precio unita -- rio y su fecha de elaboración, éstos forman parte de una serie en donde vienen los volúmenes de obra acumulados y sus importes, a precios de diciembre de 1988. La suma -- de los importes dan el costo total de la estación Tacuba -- ya, que también se muestra al final de los listados.



A continuación se describirán los elementos que intervinieron en la integración de cada uno de los precios unitarios y la fecha.

## 1.- TERRACERIAS

### A) EXCAVACIONES

Excavación convencional a cielo abierto. -  
Excavación a cielo abierto en cualquier clase de material hecha por el procedimiento convencional para alojar cajón o estación de las obras del Metro. El precio unitario incluye el costo de: el equipo, su operación, la obra de mano, herramientas y materiales de consumo necesarios para llevar a cabo el afloje del material, su carga y extracción del banco hacia la superficie, los movimientos del material en la superficie, su carga en camión, el afine de taludes y piso, así como los indirectos y la utilidad de la empresa. Las mamposterías y concretos que se encuentren alojados en el núcleo se pagarán a los precios estipulados en las demoliciones.

La unidad será el metro cúbico. Se medirá de acuerdo con las líneas de proyecto. La profundidad de la excavación se medirá a partir del lecho bajo de la demolición del pavimento. Se tomará con dos decimales.

**EXCAVACION CONVENCIONAL A CIELO ABIERTO**

Fecha: Enero y Febrero/88

CLAVE	NOMBRE Y CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE UNIT.
	<b>MANO DE OBRA</b>						
	Trazos, Alas de taludes, Extraccion de derrumbes y armado de taludes.						
10320	Subesvacho	Turno	42,022.00	0.00364	152.96		
10320	Cabo	Turno	30,631.00	0.00729	223.30		
103010	Peón	Turno	30,084.00	0.00729	1484.05		
103400	Oficial Electricista	Turno	30,784.00	0.00729	224.42		
103020	Ayudantes en general	Turno	22,840.00	0.00729	167.23		
	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					2231.96	
822M	Carpómer frontal CAT 955-L 3/Organos	Mora	94,381.00	0.00812	768.00		
82331	Drapa 3/Drapas L3-68 3/4" 10 <sup>3</sup>	Mora	87,875.00	0.07867	6849.58		
	<b>COSTO UNITARIO</b>					7417.52	
	Carga por energía electrica	Lote	141.00	1.000	141.00		
	<b>COSTO DIRECTO</b>					141.00	9,790.54
	Indirecto + Utilidad						3,035.08
	Presto Unitario/M <sup>3</sup>						12,825.60

## 2.- ESTRUCTURAS.

### A) CIMBRAS.

Moldes para muro. Moldes para muro en las obras relacionadas con la construcción del Metro. El precio unitario incluye el costo de la cimbra metálica o de madera en la parte proporcional que le corresponda de - acuerdo al número de usos, tornillos para sujeción de formas, mangueras de plástico, el mortero cemento-arena-embeco, canaletas y tirfor para deslizar la estructura, el equipo su operación, la obra de mano, herramientas y materiales de consumo necesarios para la correcta colocación de los moldes, incluyendo su tronquelado, remoción y traslado fuera de la obra, de acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones del residente; así como los indirectos y la utilidad de la empresa.

La unidad será el metro cuadrado. Se medirá directamente en la obra, la superficie en contacto con el concreto. Se tomará con dos decimales.

02.- En estructuras de 0 a 4 m. de altura.

**CIMBRA PARA MURO EN ESTRUCTURA**  
**DE 0.0 A 4.00M. DE ALTURA.**

Fecha: Enero/88

CLAVE	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE. UNIT.
	<b>MATERIALES</b>						
	FORRO,CACHETES,BASTIDOR,POLINES,BARROTES,PUNTALES,SEPARADORES Y CUNAS.			0			
15101	Madera de pino para alambre	PT	1000.00	9.24442	9,244.42		
22040	Acero Cold Rold	Kg	32.00.00	0.07889	251.81		
56204	Desenafraute SNa	L	3174.00	0.18667	525.01		
20001	Clevo	Kg	2478.00	0.30000	745.40		
41304	Poliducto 5/8"	.m	513.00	1.22950	630.73		
21206	Varilla de refuerzo 19mm(3/4") Diam.	Kg	1105.00	0.69180	764.22		
	<b>MANO DE OBRA HABILITADO</b>					12,163.59	
10312	Cabo	Turno	30,831.00	0.00143	43.90		
10503	Oficial carpintero	Turno	29,404.00	0.01429	420.18		
10302	Ayudantes en general	Turno	22,940.00	0.01429	227.91		
	<b>CIMBRADO Y DECIMBRADO</b>						
10312	Cabo	Turno	30,831.00	0.01280	382.85		
10503	Oficial carpintero	Turno	29,404.00	0.12800	3,675.50		
10302	Ayudantes en general	Turno	22,940.00	0.12800	2,967.50		
	<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					7,717.88	
	Equipo = 0.10 de la M.O.	M.O.	7,717.88	0.00000	77.18		
	<b>COSTO UNITARIO</b>					77.18	
61080	Materiales: Cemento Embicos - Areas para tapar agujeros, preparacion 1:111.5:0.5	L	1,167.18	0.24000	280.12	280.12	
	<b>COSTO DIRECTO</b>						20,236.57
	Industria = 4 Unidades						8,273.93
	Prealo Unitario / m <sup>2</sup>						28,510.52

## 2.- ESTRUCTURAS

### B) ACERO DE REFUERZO.

Acero de refuerzo grado duro. Acero de re  
fuerzo grado duro colocado en obras relacionadas con la -  
construcción del Metro, exceptuando el colocado en las pa  
rrillas para muro colado en sitio.

El precio unitario incluye el costo de: la adquisición de acero de refuerzo, su carga, acarreo y des  
carga en la obra, su habilitado, armado, desperdicios, el  
equipo, su operación, la obra de mano, herramientas y ma  
teriales de consumo necesarios para dejar el armado de --  
acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones del resi--  
dente; así como los indirectos y la utilidad de la empre  
sa. La unidad será el Kilogramo. Se medirá directamente  
en el lugar de la obra. Las longitudes de las varillas  
de refuerzo, incluyendo en la medición los ganchos y trasla  
pes. Para convertir los metros lineales obtenidos a Kilo  
gramos, se multiplicarán aquellos por los pesos por metro  
que especifican el manual Monterrey. Se tomará con dos -  
decimales.

04.- De 3/4  $\phi$  o mayor, en otras estructuras.

**ACERO DE REFUERZO GRADO DURO EN LOSAS  
Y MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO DE CAJON Q-  
ESTACION**

Fecha: Enero/88.

Acuerdo refuerzo grado duro de 3/4"

CLAVE	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE. UNIT.
<b>MATERIALES</b>							
21206	Vorillo de Refzo. 19.1mm (3/4") Diam.	Kg	805.00	1.05	1160.25		
20002	Alambre recocido #18	Kg	2200.00	0.02000	44.00		
17840	Oxigéno	m <sup>3</sup>	3760.00	0.00180	6.02		
17881	Acetileno	Kg	12995.00	0.00031	4.03		
<b>MANO DE OBRA</b>							
<b>DESCARGA EN OBRA</b>						1214.30	
	Cabo	Turno	30631.00	0.00004	1.23		
	Peón	Turno	20094.00	0.00040	8.04		
<b>ENTOGADO</b>							
	Cabo	Turno	30631.00	0.00003	0.92		
	Peón	Turno	20094.00	0.00029	5.63		
<b>ACARREO DENTRO DE LA OBRA HASTA 300m.</b>							
	Cabo	Turno	30631.00	0.00004	1.23		
	Peón	Turno	20094.00	0.00040	8.04		
<b>CORTE DOBLADO Y COLOCACION</b>							
103120	Cabo	Turno	30631.00	0.00015	3.99		
103060	Oficial Herrero	Turno	26304.00	0.00134	37.99		
105050	Ayudantes en general	Turno	22940.00	0.00134	30.74		
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						98.00	
	Banco habilitado	M.O.	98.00	0.00452	0.64		
98911	Equipo de corte, Oxigéno, Acetileno con dos mangoseros de 20m. C/U	Hora	478.00	0.01340	6.38		
98222	Peladora Perceel 50	Hora	8246.00	0.01340	110.50		
98213	Cañalera Simplex 50	Hora	6884.00	0.01340	92.25	209.77	
<b>COSTO DIRECTO</b>							
Indirecto + Utilidad							1522.07
Precio Unitario/Kg							471.84
							1993.91

## 2.- ESTRUCTURAS

### C) CONCRETOS

Concreto f'c = 200 Kg./cm<sup>2</sup>. Concreto f'c = 200 Kg./cm<sup>2</sup>, colocado en las obras relacionadas con la construcción del Metro. El precio unitario incluye el costo de la adquisición o fabricación del concreto según sea el caso, sus desperdicios, flete a la obra, el equipo de colocación, su operación, la obra de mano, herramientas y materiales de consumo necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones del residente; así como los indirectos y la utilidad de la empresa. La unidad será el metro cúbico. En el caso de muro milán estructural, el volumen colocado en losas, se medirá directamente en la obra, tomando secciones transversales a cada dos metros o donde varíe notablemente la sección. En el caso de muro colado in situ, el espesor teórico se aumentará 6 cm. y la profundidad teórica en 20 cm.

06.- Revenimiento 10 cm., agregado 1 1/2", R.R. colocado en losas o muros de acompañamiento de cajón o estación.



**CONCRETO 200/40/10 COLOCADO EN LOSAS Y MUROS  
DE ACOMPAÑAMIENTO DE CAJON O ESTACION.**

Fecha: Enero/88

CLAVE	NOMBRE DEL CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE	TOTALES	PRE. UNIT.
<b>MATERIALES</b>							
1123	Concreto Fc-200kg/cm <sup>2</sup> RN TMA 40mm Rev. 10 Fabricacion de canchales de 6.1 X 0.508 m.	m <sup>3</sup>	84,166.00	LOS	117,590.98	117,590.98	
20013	Lentisco negro del nom. 11 al 16	Kg	2419.00	0.00082	2.23		
21304	Varilla de refzo 12.7mm (1/2") Diam.	Kg	1121.00	0.00317	3.55		
22008	Perfiles laminados de acero A-7	Kg	1594.00	0.00402	6.41		
72014	Manguera de 3/4" P/aire 125Bn. C/comp.	m	44012.00	0.00478	209.50		
<b>MANO DE OERA</b>						221.63	
<b>COLOCACION DE CONCRETO</b>							
10312	Cabo	Turno	30631.00	0.00508	155.61		
10503	Vibrador	Turno	22735.00	0.02541	577.85		
	Oficial Abom	Turno	50734.00	0.02541	781.46		
10502	Ayudantes en general	Turno	22940.00	0.05083	1168.04		
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>							
96113	Soldadora Lincoln SAE-300 K-197 de 300A.	Hora	8510.00	0.00095	8.08	2680.76	
96520	Vibrador Alfa Mecanica MCA Bmsh Mod. 618-500 con controlador digital	Hora	3898.00	0.25413	988.05		
90154	Compresor portatil de 385 PCM	Hora	24007.00	0.01961	470.78		
<b>COSTO DIRECTO</b>						1468.92	
Indirecto + Utilidad							121,960.35
Precio Materiales							37,807.70
							159,768.05

VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1988

LÍNEA 9

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA MEYER, S. A. DE C. V.

C.L.A.V.E. D.F.S.C.R.I.F.C.C.O.V. UNIDAD VOLUMEN DE OBRAS PRECIO UNITARIO I M P C P T E

9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUN88	0.22	\$6,715.00	\$1,477.30
		JUL88	6.11	\$6,715.00	\$41,028.85
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		6.33		\$42,505.95
02-01-06-93-3	331811 REMOLCION DE PIROS DE MOSAICO O LOSETA M2 DE TABIC INCLUYENDO MORTERO EN CUALQUIER NIVEL, CON ACERTE LUJOS.	M2			
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL88	37.94	\$1,026.00	\$39,823.84
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		37.94		\$39,823.84
02-02-05-02-1	CONVENIENCIA DE CERRO ABERTO	M2			
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	AGOST	16.22	\$7,737.00	\$126,267.84
		SEPT8	405.38	\$7,737.00	\$3,140,293.56
		OCT87	32.45	\$9,578.00	\$310,721.70
		NOV87	15.31	\$9,578.00	\$158,217.18
		DIC87	32.44	\$9,578.00	\$310,425.92
		FEB88	0.01	\$12,826.00	\$128.26
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		503.79		\$4,047,997.94
02-02-05-02-3	EXCAVACION ENTRE TALUDES A CIELO ABIERTO DE 0.00 A 23.00 MTS. EN ESTACION TACUBAYA DE LA LINEA 9 PONTE.	M3			
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL87	3,804.30	\$10,692.00	\$40,675,575.60
		AGO87	14,010.74	\$10,692.00	\$149,425,638.08
		SEPT87	23,863.14	\$10,692.00	\$255,144,282.88
		OCT87	15,593.25	\$13,237.00	\$206,690,077.45
		NOV87	10,934.54	\$13,237.00	\$144,740,505.98
		DIC87	16,460.13	\$13,237.00	\$217,982,747.07
		ENE88	3,600,224	\$17,664.00	\$63,511,914,266.08
		FEB88	5,163.05	\$17,664.00	\$91,130,451.20
		MAR88	1,808.62	\$19,706.00	\$35,698,079.72
		ABR88	27,127.99	\$19,706.00	\$534,945,283.94
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		104,635.58		\$1,362,699,061.00
02-02-05-02-5	EXCAVACION A MANO EN CEFA CLASE II EN ESCO DE 0.00 A 2.00 Y DE PROFUNDIDAD INCLUYENDO APUNTE, TRASPALOS Y EXTRACCION AL ESCO DE CEFA.	M3			
9-4-11-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.	JUL87	22.46	\$3,709.00	\$83,520.14
		MAY88	38.47	\$6,267.00	\$240,090.79
		JUN88	79.44	\$6,267.00	\$498,932.08
		JUL88	30.11	\$6,267.00	\$1,897,755.57
		AGO88	45.92	\$6,267.00	\$2,878,028.44

VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1988

LINEA 9

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO, S. A. DE C. V.

LINEA	UBICACION	UNIDAD	VOLUMEN DE OBRA	PRECIO UNITARIO	MONTANTO
03-02-11-03-0	DE MADEIRA PARA REGISTROS, DORNES Y CARCANOS EN M2 TUNEL				
03-02-11-03-0	ESTACION TACUBAYA O.C.	AGO87	10.78	\$11,297.00	\$121,493.55
		ENE88	6.59	\$34,242.00	\$225,666.78
		FEB88	17.47	\$34,242.00	\$598,207.74
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		30.85		\$948,368.45
03-02-14-01-5	MOLDES PARA MURC EN ESTRUCTURAS DE 0 A 3 M. DE ALTURA				
03-02-14-01-5	ESTACION TACUBAYA O.C.	SEP87	412.62	\$12,025.00	\$4,970,007.90
		OCT87	335.48	\$14,912.00	\$4,999,730.72
		NOV87	323.46	\$14,912.00	\$4,823,435.32
		DIC87	322.82	\$14,912.00	\$4,814,293.84
		ENE88	572.26	\$25,924.00	\$14,737,112.24
		FEB88	243.11	\$25,924.00	\$6,292,383.64
		MAR88	331.50	\$25,924.00	\$8,594,128.00
		ABR88	470.24	\$25,924.00	\$12,192,435.20
		MAY88	566.24	\$25,924.00	\$14,674,755.20
		JUN88	140.09	\$25,924.00	\$3,639,763.20
		AGO88	8.25	\$25,924.00	\$213,980.00
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		3,393.65		\$77,736,699.48
03-02-14-02-2	MOLDES PARA MURC EN ESTRUCTURAS DE 0 A 4 M. DE ALTURA				
03-02-14-02-2	ESTACION TACUBAYA O.C.	AGO87	38.12	\$12,148.00	\$463,091.76
		SEP87	431.00	\$12,148.00	\$5,237,159.36
		OCT87	273.30	\$15,039.00	\$4,110,158.70
		NOV87	251.71	\$15,039.00	\$3,785,466.69
		DIC87	34.63	\$15,039.00	\$522,630.57
		ENE88	3.49	\$26,513.00	\$92,530.37
		FEB88	138.54	\$26,513.00	\$3,661,111.02
		MAR88	523.67	\$26,127.00	\$13,776,674.19
		ABR88	984.35	\$29,127.00	\$28,671,182.45
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		2,949.93		\$65,802,165.11
03-02-14-03-9	PARA MLC EN ESTRUCTURA DE 5.00 M. DE ALTURA				
03-02-14-03-9	ESTACION TACUBAYA O.C.	AGO87	267.80	\$12,947.00	\$3,467,206.60
		SEP87	652.70	\$12,947.00	\$8,450,506.90
		OCT87	155.38	\$16,026.00	\$2,490,430.64
		NOV87	183.14	\$15,023.00	\$2,751,367.92
		DIC87	4.16	\$16,026.00	\$66,676.48
		ENE88	192.87	\$17,911.00	\$3,454,209.19

VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1983

LINEA 9		CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO, S. A. DE C. V.		
ESTACION	UNIDAD	VOLUMEN DE OBRA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ENE83		1,849.53	\$2,017.00	\$3,730,502.01
FEB83		717.60	\$2,017.00	\$1,447,399.20
MAR83		3,826.00	\$2,213.00	\$8,460,784.00
TOTAL ESTACION TACUBAYA C.C.		28,270.52		\$34,058,691.54
C3-03-02-04-2 GRADO DURO DE 1/4" O MAYOR EN LOSAS Y MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION				
9-4-11-1-1 ESTACION TACUBAYA C.C.				
JUL87		7,579.80	\$775.00	\$5,885,155.40
AGO87		21,644.62	\$775.00	\$16,773,291.26
SEP87		20,753.64	\$775.00	\$16,082,265.72
OCT87		187,706.27	\$957.00	\$179,234,900.39
NOV87		125,817.75	\$957.00	\$120,387,615.45
DIC87		224,280.50	\$957.00	\$214,620,638.50
ENE88		254,682.90	\$1,994.00	\$506,601,422.77
FEB88		198,137.85	\$1,994.00	\$395,086,872.72
MAR88		213,700.40	\$2,191.00	\$468,217,576.00
ABR88		66,939.47	\$2,191.00	\$145,562,373.00
MAY88		7,425.26	\$2,191.00	\$16,265,744.56
TOTAL ESTACION TACUBAYA C.C.		1,571,248.49		\$2,232,922,790.06
C3-03-02-05-3 GRADO DURO DE 1/3" O MENOR EN LOSAS Y MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION				
9-4-11-1-1 ESTACION TACUBAYA C.C.				
AGO87		0.57	\$817.00	\$465.81
SEP87		4,825.34	\$817.00	\$3,942,170.78
OCT87		7,506.53	\$1,011.00	\$7,587,761.83
NOV87		7,048.03	\$1,011.00	\$7,125,609.98
DIC87		2,553.69	\$1,011.00	\$2,580,769.59
ENE88		5,167.33	\$2,108.00	\$10,894,437.04
FEB88		7,803.71	\$2,108.00	\$16,450,220.68
MAR88		4,967.98	\$2,316.00	\$11,494,841.58
ABR88		20,741.85	\$2,316.00	\$47,998,124.60
MAY88		4,467.09	\$2,316.00	\$10,340,780.44
JUN88		1,030.33	\$2,316.00	\$2,386,344.28
AGO88		65.58	\$2,316.00	\$152,563.28
TOTAL ESTACION TACUBAYA C.C.		72,231.13		\$134,987,352.77
C3-03-08-04-0 11A154, SOLDADURA A TOPE DE VARILLA DE ACERO DE JUNTA REFUERZO GRADO DURO DEL NUMERO 8 NO INCLUYE REFORZAJES.				
9-4-11-1-1 ESTACION TACUBAYA C.C.				
AGO87		8.00	\$3,880.00	\$31,040.00
SEP87		150.00	\$3,880.00	\$582,000.00
OCT87		776.00	\$7,275.00	\$5,644,725.00
NOV87		530.00	\$7,275.00	\$3,855,750.00
DIC87		532.00	\$7,275.00	\$3,870,596.00

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
 CONTRATORIA DE CALIDAD Y TRANSPORTE URBANO  
 VOLUMENES ACUMULADOS A DICIEMBRE DE 1988

LINEA 9		CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO S. A. DE C. V.			
C.C.L.A.V.E.	DESCRIPCION DE OBRA	UNIDAD	VOLUMEN DE OBRA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
03-01-02-35-8	DE 150-7/4-14 CLOCCADO EN LOSAS O MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION.	M3			
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.		14.96	\$156,899.00	\$2,347,209.04
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		14.96		\$2,347,209.04
03-01-02-19-4	CONCRETO LANZADO EN SECC PARA REVESTIMIENTO PRIMARIO EN LUMBREAS DE FCC=150 KG/CM2 A LOS 7 DIAS DE EDIFICACION.	M3			
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.		8.15	\$315,916.00	\$2,574,715.40
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		8.15		\$2,574,715.40
03-01-03-01-6	DE 200-3/4-10 CLOCCADO EN LOSAS Y MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION.	M3			
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.		201.75	\$191,050.00	\$38,349,337.50
	SEP87		21.62	\$107,627.00	\$2,326,895.74
	OCT87		347.75	\$128,349.00	\$44,633,366.75
	ENER88		3.82	\$137,627.00	\$524,978,193.84
	FEB88		283.96	\$137,627.00	\$390,231,657.02
	MAR88		762.05	\$164,191.00	\$125,121,751.55
	ABR88		610.69	\$164,191.00	\$100,269,507.79
	MAY88		228.51	\$164,191.00	\$37,519,285.41
	JUN88		116.32	\$164,191.00	\$19,179,597.12
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		2725.87		\$435,179,285.72
03-01-03-02-3	DE 200-11/2-10 CLOCCADO EN LOSAS Y MUROS DE ACCOMPANAMIENTO DE CAJON O ESTACION.	M3			
9-4-11-1-1-1	ESTACION TACUBAYA O.C.		56.28	\$38,904.00	\$2,196,404.80
	AG087		304.91	\$38,904.00	\$27,127,718.64
	SEP87		1,903.64	\$38,904.00	\$169,241,210.56
	OCT87		1,147.77	\$105,095.00	\$120,581,888.15
	NOV87		943.27	\$105,095.00	\$99,132,980.65
	DIC87		2,047.52	\$125,311.00	\$256,576,778.72
	ENER88		1,373.23	\$159,763.00	\$219,447,671.44
	FEB88		1,138.75	\$159,763.00	\$181,935,810.00
	MAR88		741.33	\$160,332.00	\$119,858,921.56
	ABR88		310.61	\$160,332.00	\$50,007,122.36
	TOTAL ESTACION TACUBAYA O.C.		10,967.83		\$1,374,846,487.04

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
 COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

PAG: 60

COTIZACION POR FRENTES DE OBRA ACUMULADOS DE FEBRERO DE 1983  
 A DICIEMBRE DE 1983, A PRECIOS DE DICIEMBRE DE 1982.

CONTRATISTA: CONSTRUCTORA METRO, S.A. DE C.V.

CLAVE	DESCRIPCION	IMPORTE
<b>ESTACION FACUBATA</b>		
9-4-11-1-1	ESTACION FACUBATA D.C.	\$26,019,399,591.72
9-4-11-1-2-1	LUMBRERA = 3 (TA-3)	\$1,245,770,919.91
9-4-11-1-3-1	LUMBRERA = 4 (TA-4)	\$1,195,551,327.50
TOTAL OBRA CIVIL		\$28,460,721,839.13
9-4-11-2-1-5	ESTACION FACUBATA D.I.	\$1,805,622,598.22
9-4-11-2-2-1	ESTACION FACUBATA (DEM.) L-9	\$463,396,387.83
TOTAL OBRA INDUCIDA		\$2,269,018,986.05
9-4-11-3-1-3	ESTACION FACUBATA D.V.	\$284,041,342.07
TOTAL OBRA VIAL		\$284,041,342.07
<b>TOTAL ESTACION FACUBATA</b>		<b>\$32,209,782,167.15</b>
<b>TRAMO FACUBATA-OBSERVATORIO</b>		
9-4-12-1-1-0	FACUBATA-OBSERVATORIO D.C.	\$16,442,891,750.55
9-4-12-1-2-1	LUMBRERA 5	\$1,018,088,454.72
9-4-12-1-3-1	LUMBRERA 6 (T06)	\$452,508,176.24
TOTAL OBRA CIVIL		\$18,213,488,381.51
9-4-12-2-1-7	FACUBATA-OBSERVATORIO D.I.	\$4,008,222.36
TOTAL OBRA INDUCIDA		\$4,008,222.36
<b>TOTAL TRAMO FACUBATA-OBSERVATORIO</b>		<b>\$18,217,496,603.87</b>
<b>OBRAS CONEXAS</b>		
9-4-91-3-1-9	ESTACIONAMIENTO AEROPUERTO	\$2,202,959.10
9-4-91-3-2-2	ESTACIONAMIENTO BALCONES	\$2,276,254.01
9-4-91-3-3-3	ESTACIONAMIENTO COLONIA	\$2,316,830.47
9-4-91-3-4-3	ESTACIONAMIENTO ESTADIA	\$1,857,742.19
9-4-91-3-5-1	ESTACIONAMIENTO GUERRERO	\$19,291,151.70
9-4-91-3-5-4	ESTACIONAMIENTO JAR. DEL ARTE	\$1,906,938.57
9-4-91-3-7-7	ESTACIONAMIENTO JUAN ESCUTIA	\$4,069,582.38
9-4-91-3-9-0	ESTACIONAMIENTO MISTENIUS	\$22,810,256.46
9-4-91-3-9-3	ESTACIONAMIENTO SAN LAZARO	\$5,232,042.20
TOTAL OBRA VIAL		\$78,897,337.08
<b>TOTAL OBRAS CONEXAS</b>		<b>\$78,697,337.08</b>
<b>OBRAS CONEXAS</b>		

## CONCLUSIONES

El medio de transporte más importante con que cuenta la Ciudad de México es el Metro. Este sistema ha contribuido con su servicio al bienestar social de sus habitantes.

Desde su inicio hubo problemas, sobre todo técnicos y económicos, que dificultaron su construcción; actualmente también se presentan y con seguridad - en el futuro de igual manera se harán sentir.

Para nuestra fortuna hoy en día los problemas técnicos se pueden abordar con criterios ingenieriles más amplios, producto de la experiencia adquirida a través de los años en la construcción de las diferentes líneas del Metro y de los avances científicos en general, que han dado como resultado mejores sistemas constructivos, que han hecho de él un medio de transporte más rápido, cómodo y seguro.

Indudablemente se ha hecho un gran esfuerzo para dotar a la Ciudad de México de las líneas del Metro con que cuenta actualmente pero también es cierto -- que falta mucho por hacer, ya que el ritmo de crecimiento de modernidad que presenta la ciudad cada año, exige

la pronta construcción de nuevas líneas que vengan a satisfacer la demanda de transportación existente.

Por los motivos expuestos al final del párrafo anterior y siguiendo con el Plan Maestro del Metro, se construyó la línea 9, empleando los procedimientos tecnológicos de Ingeniería Civil más avanzados para aumentar así las condiciones de servicio y eficiencia operacional.

Parte de la línea 9 del Metro es la estación Tacubaya, la cual para poder ser construida fué necesario efectuar diversos estudios entre los que destacan los socioeconómicos, del transporte, los del subsuelo, las afectaciones, el tipo de estación y el de la interferencia con las vialidades e instalaciones municipales.

El resultado de estos estudios motivó que la estación Tacubaya se construyera en el sistema de tipo cajón subterráneo, pues iba a formar parte de una triple correspondencia con dos estaciones subterráneas más (L-1, L-7, L-9) y también por pertenecer a un tramo subterráneo (Centro Médico-Observatorio) quedando así como estación de transbordo. Esto trajo beneficios a la infraestructura urbana de la zona, ya que las vialidades existentes sólo sufrieron cambios mínimos (es el caso de la Av. Jalisco), que al ser regeneradas no se modificó su buen funcionamiento.



También se buscó servir preferentemente a personas de bajos recursos que se encuentran en una zona de densidad demográfica alta, permitiendo a la vez un ahorro de tiempo por medio de la interconexión con las líneas 1 y 7, además de dejar la preparación de un paradero que a futuro recibirá diferentes medios de transporte que facilitarán a los usuarios la transferencia de los mismos.

En lo que respecta al subsuelo donde se construyó la estación, se encontró que estaba constituido por un relleno de 1.5 m. de profundidad aproximadamente, de arena, limos y grava, características propias de la zona de lomas el cual presentó en forma general buenas condiciones para la construcción de estructuras. Esto fué un factor importante que influyó para que la construcción de ésta se efectuara con relativa rapidez y a cielo abierto, pues presentó buena resistencia ya que no fué necesario ademararlo sino que se formaron taludes (0.3:1) que resistieron el peso de los equipos de excavación sin ningún problema. Tampoco presentó dificultad para ser excavado y extraído, haciéndose esto último con suma facilidad.

Por lo que corresponde al proceso constructivo empleado en la fabricación de los diferentes elementos estructurales que formaron a la estación Tacubaya como son las losas, trabes, columnas y muros, en su

mayoría fueron armados, cimbrados y colados en su sitio, por etapas, porque como se dijo antes las condiciones -- del terreno fueron excelentes, además para que ayudaran a la compensación de cargas.

En el caso de las instalaciones municipales, se destaca el desvío del colector de 2.44 m. de diámetro y también el del puenteo de los cables de alta tensión de 6 y 85 Kv., que obligaron por su tamaño y potencialidad a efectuar procedimientos constructivos por separado para cada uno de ellos, por interferir en la construcción de la estación aumentando el costo de la misma.

Por todo lo mencionado anteriormente, se puede afirmar que los procedimientos constructivos empleados en los diferentes frentes de trabajo que se realizaron durante la construcción de la estación Tacubaya, fueron los más idóneos, los cuales siguieron sin contratiempos el plan original, alcanzándose de esta manera el objetivo primordial que es el de llevar a buen fin el -- término de esta obra, con una mayor seguridad, al menor costo posible adecuado a su magnitud e importancia, para que en su vida útil brinde un servicio eficiente.

#### BIBLIOGRAFIA

- Eulalio J. Badillo                      Mecánica de Suelo Tomo II  
Alfonso R. Rodriguez                    Editorial Limusa, 1985
- R. L. Peurifoy                            Métodos, Planeamiento y  
Equipo de Construcción  
Editorial Limusa, 1985
- Carlos Suárez Salazar                    Costo y tiempo en  
Edificación  
Editorial Limusa, 1985
- R. L. Peurifoy                            Estimación de Costos de  
Construcción  
Editorial Dina, 1982
- D. D. F., COVITUR,  
ITSME                                      Especificaciones generales  
para: la desviación del co-  
lector "Rufina" de 2.44 m.  
 $\phi$ , el puenteo de cables de  
alta tensión de 85 y 6 Kv.  
y la construcción de la es-  
tación Tacubaya de la línea  
9 del Metro de la Ciudad de  
México, 1986.

D. D. F., COVITUR

Revista COVITUR, 1977-1982  
México, 1983

S. T. C. M.

Metro y Tecnología, Editado  
por la Gerencia de Ingeniería  
y Desarrollo Coordinación  
de Información y Difusión  
Técnica, número 1  
México, 1988

D. D. F., COVITUR

Inauguración Línea 9 Poniente  
México, 1988

D. D. F., COVITUR

Inauguración Línea 9  
Oriente  
México, 1987.