



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**LINEA 8 DEL METRO
PROCESO CONSTRUCTIVO
(CHABACANO-OBRAERA)**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A:
JOSE ARTURO CENTENO HERNANDEZ



MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

INDICE GENERAL.-

	PAGINA
I.- INTRODUCCION	1
II.- TRAZO Y CONSTRUCCION DE MURO MILAN	3
II.á.Abatimiento del nivel freático.	
II.b.Construcción de brocales en las zanjas donde se alojarán los muros tablestaca.	
II.c.Utilización del fluido estabilizador en el-- proceso constructivo de muros de concreto -- colados en zanja.	
II.d.Colocación de muros de concreto colados en-- zanja.	
III.- ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS ESTACIONES CHABACA NO Y OBRERA.	15
III.I Estación Chabacano	
III.I.a.Pasarela de correspondencia con línea 9 - en la estación Chabacano, correspondiente a la línea 8 del metro.	
III.I.b.Excavación y construcción de las cabece-- ras Oriente y Poniente de la estación Cha bacano.	
III.II.Estación Obrera.	
III.II.a. Excavación y construcción de las líneas secundarias de agua potable, que confor man los desvios originados por la cons-- trucción de la estación Obrera.	
IV.- INTERSECCION LINEA 2 Y 8 .	52
IV.I. Generalidades	
IV.II.Zona I	
IV.III.Subtramo comprendido entre los cadenamien-- tos 14+643.320 al 14+653.234	

IV.III.a.Primer fase del tuneleo.	
IV.III.b.Excavación y estructuración del cajón del metro(segunda fase del tuneleo)	
IV.IV.Subtramo comprendido entre los cadenamientos 14+653.234 al 14+660.734 y del 14+672.563 al 14+680.03.	
IV.V. Zona II (cruce con la línea 2 del metro)	
IV.V.a.Excavación y construcción	
V.- CONCEPTOS ESTRUCTURALES Y SU APLICACION EN LOSA DE CIMENTACION, MUROS DE CONCRETO Y COLOCACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.	85
VI. CONCLUSIONES	88

I.-INTRODUCCION.

El incremento demográfico y urbano registrado en el Distrito Federal en los últimos años provocó grandes cambios en su fisonomía. De un asentamiento humano de 5 millones de habitantes en 316 km². Igualmente, el transporte creció de 248 mil vehículos registrados en 1960 a más de 2.8 millones en 1985.

De acuerdo a una hipótesis media de crecimiento demográfico el Distrito Federal llegará a casi a 16'000,000 de habitantes en el año 2010, estimándose que el número de viajes/persona/día será del orden de 41 millones.

Se establece que el metro es la columna vertebral del sistema de transporte. Sin embargo, a pesar de su alta eficiencia y capacidad, el Metro consciente de este problema establece en su --- plan Maestro la construcción de más líneas, entre las que destaca la más próxima, y que es la línea 8.

La línea 8 del metro en la medida que continúe la expansión de la red, se orienta a convertirse en una de las principales líneas del sistema de transporte colectivo de la Ciudad de México al conectar con 9 de las 15 líneas en operación estimadas al año --- 2010.

Permitirá la comunicación directa al Centro Histórico desde el norte de la ciudad y a su vez, a la zona suroriente.

Desde su inicio, en la primera etapa, permitirá aliviar aquellas líneas más saturadas como la 1 y la 2 y fortalecerá las líneas 4 y 9 , beneficiando en forma directa a una población aproximada de medio millón de habitantes.

En su primera etapa (Garibaldi-Constitución de 1917) tendrá una longitud de 20 kilómetros, principiando en el norte, frente a la Unidad Habitacional Tlatelolco, para llegar hacia el suroriente en la calle de Genaro Estrada en la Delegación Iztapalapa donde finalizará el trazo de la línea.

Para el caso específico de este trabajo, se analizará el tramo comprendido entre las estaciones Chabacano y Obrera y la solución para su construcción fué la alternativa subterránea, que se logra partiendo de la construcción de 2 muros tablestaca colados "in situ" (muros milán), los cuales sirven para contener el terreno apuntalando uno contra el otro durante la excavación entre ellos, que se hace a cielo abierto y la estructuración del cajón de concreto que servirá de túnel. Estas tablestacas, según las particularidades de cada caso se pueden utilizar como parte del cajón de concreto.

La estación Chabacano estará localizada en la calle Juan A. Mateos entre las calles Marcos Carrillo y Juan de Dios Arias y tendrá correspondencia con las líneas 2 y 9.

La estación Obrera estará localizada en el Eje Central, entre las calles de Doctor Balmis y Efrén Rebolledo.

En general al iniciar su operación, la línea 8 tendrá una capacidad inicial de transporte de 32,000 pasajeros-hora-sentido, sin embargo, a medida que la demanda así lo justifique, podrá aumentar la capacidad del sistema hasta 60,000 pasajeros-hora-sentido.

En esta primera etapa, la capacidad en día laborable para 1996 se ha estimado sea de 660,000 pasajeros.

II.-TRAZO Y CONSTRUCCION DE MURO MILAN.

II.a.ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO.

Para la ejecución de cada pozo deben seguirse los siguientes pasos:

- Perforación
- Colocación del ademe
- Colocación del filtro
- Colocación de bombas eyectoras.

1)LOCALIZACION DE LOS POZOS DE BOMBEO.

La localización de los pozos de bombeo se hicieron para el caso de las estaciones Chabacano y Obrera y en general para toda la línea a cada 9 m. centro a centro de cada pozo.

2)PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO.

La profundidad de los pozos de bombeo para el caso particular del tramo en estudio oscila en 12m.

3)PERFORACION DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Los pozos tendrán un diámetro de 30 cm, debiéndose tener en cuenta que durante la perforación de estos se utilice exclusivamente agua a presión. Por ningún motivo se deberá utilizar lodo para hacer la perforación de los pozos.

Para la perforación de los pozos se podrá utilizar broca de aletas o escalonada.

Para la perforación de cada pozo se hará en forma convencional, es decir con una máquina perforadora de forma vertical.

4) LIMPIEZA DE LAS PERFORACIONES.

Para tener las perforaciones en condiciones necesarias para instalar el equipo de bombeo dentro de ellas, estas deberán estar limpias y libres de azolve, para la limpieza se emplearán cucharas de percusión con objeto de extraer el azolve grueso y, después de terminar esta operación, se lavará la perforación con agua a presión.

Se considerará limpia ésta hasta que el agua retorne libre de partículas. Por ningún motivo se instalarán el ademe y el filtro dentro de perforaciones que no se hayan limpiado.

5) ADEMES DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Antes de ademar la perforación como se explica posteriormente, será necesario mantenerla llena de agua hasta rebosar, para evitar que sus paredes se cierren. El diámetro de los ademes de los pozos de bombeo deberá adecuarse al equipo por utilizar para extraer el gasto indicado.

6) RANURADO DE LOS ADEMES.

Los ademes se ranurarán con el objeto de que el agua por bombear penetre libremente a su interior. Las ranuras serán de 30 cm de longitud y 3 mm de ancho (1/8"). El porcentaje de área de filtración del tubo no deberá ser menor del 3% ni mayor de 5% del área perimetral del tubo.

7) MALLA ALREDEDOR DEL ADEME.

Para evitar que el filtro de arena pase al interior del ademe, se deberá colocar una malla del número 8 alrededor del ademe.

Esta malla deberá quedar sujeta firmemente al ademe con objeto de que no se vaya a desprender durante las maniobras de instalación y deberá cubrir perfectamente las ranuras.

8) FILTRO.

Entre las paredes del pozo y las del ademe, se colocará un filtro de arena gruesa y grava fina limpias, cuya granulometría esté comprendida entre los siguientes tamaños: 1.0cm para el máximo y 0.25 cm. para el mínimo. El material empleado deberá contener partículas de todos los tamaños intermedios y deberá cribarse y lavarse previamente a su colocación para eliminar todos los materiales finos que contenga y que pueden obstruir el filtro durante su funcionamiento.

9) DESARROLLO DEL FLUJO HIDRAULICO.

Con el fin de establecer el flujo hidráulico en el pozo y hacer con ello más eficaz el bombeo, después de colocado el ademe y el filtro se agitará el interior del ademe con una cuchara de percusión. Si esta operación no resulta suficiente para activar el flujo hidráulico, se arrojará hielo seco al fondo del pozo para que el monóxido de carbono liberado destape los espacios entre partículas que hayan sido bloqueados.

10) BOMBAS.

Las bombas que se emplearán ser capaces de extraer el gastó indicado, debiéndose instalar sistemas de aforamiento con objeto de verificar los volúmenes extraídos.

11) CONTROL.

Para el control del abatimiento del nivel freático, se registrarán cada 12 horas el gasto de extracción, y el nivel dinámico de cada pozo, y con los datos registrados se elaborarán graficas tiempo vs. nivel dinámico. Asimismo, en caso de que se instalen en el tramo piezómetros para registrar el abatimiento del nivel freático, se tomará una lectura diaria y con los datos obtenidos se elaboran graficas tiempo vs. nivel piezométrico, para cada profundidad con presión medida por los instrumentos debiéndose enviar los resultados para los estudios pertinentes.

II.b. CONSTRUCCION DE BROCALES EN LAS ZANJAS DONDE SE ALOJARAN -- LOS MUROS TABLESTACA.

Los brocales tienen la finalidad de retener el material derrellenado suelto localizado superficialmente y de servir de guías a las herramientas de excavación de los muros colados del cajón. Para cumplir adecuadamente con esta última función es necesario que exista un espacio libre entre brocales, de 65cm (para muros de 60-cm de espesor).

Para construir estos brocales habrá que excavar primero la parte superior de las zanjás donde se van a alojar los muros, hagta una profundidad variable de acuerdo con el espesor de los rellenos, pero no menor de 1.5 m ni mayor que la profundidad a la que se encuentra el nivel freático.

En virtud de que dentro de los dos primeros metros bajo la superficie, se encuentran la mayoría de los tubos y ductos de los servicios municipales, la excavación de las zanjás guía deberá hacerse con precaución ya sea a mano o con maquinaria, para no dañarlos. Los brocales son piezas en forma de ángulo recto o "delantales" de concreto, colados en el lugar. Para colar las ramas verticales o faldones del brocal, se tiene que cimbrar. La cimbra de un lado se apoyará contra la del otro por medio de puntales, de manera que se eviten las irregularidades o los abolsamientos.

Los puntales serán polines de madera de sección cuadrada de 10 x 10 cm y se colocarán a cada 2.0m de separación horizontal. En el sentido vertical se colocarán en 2 niveles cuando la altura del brocal sea de 1.5m y en 3 niveles cuando sea mayor.

Las ramas horizontales de los brocales, constituyen pequeñas losas sobre las cuales se podrán rodar las máquinas de excavación. El ancho mínimo de estas ramas horizontales será de 0.50m pero -- podrá modificarse en caso necesario del terreno de apoyo, de tal manera de garantizar siempre que el brocal quede bien apoyado sin peligro de voltearse durante la excavación.

Una vez que se han colado los brocales y las zanjás han quedado - libres de estorbos, se deberán colocar compuertas de madera o de acero para aislar tramos de zanja guía correspondientes a la longitud del tablero del muro que se va a construir.

La longitud de la zanja aislada será igual a la del muro por construir y su valor se indica en el avance de la obra, cada tramo aislado por las compuertas se llenará enseguida con fluido estabilizador hasta hacerlo coincidir con el nivel de aguas freáticas. Este mismo nivel del fluido deberá mantenerse durante todo - el proceso de excavación y colado posteriores.

II.c. UTILIZACION DEL FLUIDO ESTABILIZADOR EN EL PROCESO --- CONSTRUCTIVO DE MUROS DE CONCRETO COLADOS EN ZANJA.

Las paredes de las zanjás que se excavan para construir dentro de ellas los muros de concreto reforzado colados en el lugar, no son estables por sí solas, para evitar que sus paredes se derrumben se ha adoptado la técnica de estabilizarlas con un fluido de acuerdo con su función, pueden sintetizarse en los 2 siguientes puntos:

- 1.-Estabilizar las paredes de la zanja.
- 2.- Facilitar la ejecución del colado con limpieza e integridad del muro.

La garantía de la obtención de estos dos objetivos implica - ciertos requisitos mínimos de calidad del fluido estabilizador, -- que pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Debe ser una suspensión coloidal o sea que no se sedimente.
- Debe tener una densidad adecuada para crear suficiente presión sobre las paredes de la zanja y estabilizarla, evitando flujo plástico y derrumbes.
- El espesor de la costra(cake)no debe ser excesivo a fin de evitar que se acumule en las juntas y en el acero de refuerzo.
- Debe mantenerse limpio, libre de arena y trozos de arcilla- que produzcan sedimentos, con las consiguientes bolsas de lodo y pérdida de adherencia del concreto con el acero.

Para que el fluido estabilizador cumpla adecuadamente su función se requiere que se forme una película impermeable en la frontera con el suelo. Si no se forma, la estabilización es precaria o se pierde. Las características de la película se pueden ver afectadas por las variaciones que sufran las propiedades del fluido o bien, por la contaminación de éste con arena u otras partículas sólidas no coloidales.

Desde el punto de vista práctico, interesa que el fluido mantenga en suspensión todas las partículas que sea posible para evitar azolves o sedimentos en el fondo de la excavación que se estabiliza. Las propiedades del fluido estabilizador deberán quedar comprendidas entre los siguientes límites:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1.-Viscosidad Marsh | entre 28 y 45 seg. |
| 2.-Contenido de arena | inferior a 7% |
| 3.-Densidad | entre 1.03 y 1.07 grs/cm ³ |
| 4.-Espesor de la costra
(cake) | inferior a 2 mm. |
| 5.-P.H. | entre 7 y 8. |

II.d. COLOCACION DE MUROS DE CONCRETO COLADOS EN ZANJA.

A continuación se describe el procedimiento que deberá seguirse para la excavación de las zanjas, la introducción de las parrillas de armado y el colado de los muros de concreto para los tramos subterráneos del tramo en estudio.

Una vez definido el trazo de la zona donde se construirán los muros se realizará la construcción de los brocales antes mencionados, realizado lo anterior se iniciará la excavación de las zanjas que alojarán a los muros de concreto colados en el sitio. Dicha excavación deberá hacerse con equipo ó maquinaria cuya herramienta de corte sea guiada, con objeto de ofrecer una amplia garantía en la verticalidad, alineamiento e integridad de las paredes de la zanja, asimismo el equipo deberá alcanzar sin problemas, la profundidad de los muros.

Para poder cumplir con las características antes descritas, la herramienta de excavación deberá cumplir con las siguientes recomendaciones:

- a) Se deslizará con suavidad sin chicoteos ni golpes.
- b) Se encarará evitando que choque ó caiga libremente contra el lodo o contra las paredes de la zanja para evitar desprendimientos o caídos.
- c) Se deberá meter y sacar sin brusquedad para evitar efectos de émbolo en el lodo.
- d) Cortará firmemente el material hincandola a presión sin sacudirla repentinamente.

Por ningún motivo deberá emplearse para la excavación de las zanjas, maquinaria que utilice cucharón de almeja libre o cualquier herramienta no guiada, ya que dicho equipo además de no cumplir con las características antes mencionadas (verticalidad, alineamiento, etc) podría provocar derrumbes durante la excavación.

El cumplimiento de estas indicaciones conjugado con el uso de un fluido estabilizador de buena calidad, evitará caídos y desgastes que azolven la zanja y provoquen socavaciones de las paredes, asimismo evitará movimientos de las propias paredes y del fondo que se pueden difundir hacia el exterior causando desplazamientos de las zonas vecinas.

Las excavaciones de las zanjas se harán en forma alternada, - es decir no deberán excavar tableros contiguos simultáneamente de igual manera, no se excavará la zanja para un tablero, hasta - que el concreto del contiguo haya alcanzado su fraguado inicial.

Durante la excavación deberá efectuarse un control de las -- propiedades del fluido estabilizador; este control consistirá en - efectuar las pruebas necesarias para confirmar que dichas propie- - dades cumplen con los límites especificados. Se llevarán a cabo - cuando menos 2 pruebas del fluido por cada tablero, la primera al vaciar el fluido en la zanja y la segunda inmediatamente antes de introducir la parrilla de refuerzo.

El nivel del fluido dentro de la zanja deberá coincidir con - el nivel de aguas freáticas, evitando variaciones con respecto al mismo.

Por ningún motivo deberá permitirse abatir el nivel arriba - indicado del fluido estabilizador, ya que se podrían causar succiones y gradientes en el manto freático que favorezcan la desinte- - gración y el derrumbe de las paredes.

No podrá dejarse una zanja totalmente excavada y ademada con el fluido estabilizador por mucho tiempo, por lo que no deberan - pasar más de 24 horas entre el inicio de la excavación de un ta- - blero y el inicio de su colado. Asimismo, no deberán trascurrir - más de 6 horas entre el momento que se alcance la máxima profundi- - dad de excavación y el inicio del colado.

Terminada la excavación, deberá procederse a la limpieza del azolve del fondo, utilizando un tubo eyector que pasará por todo- - el piso de la zanja.

Cuando se haya concluido la excavación y se haya verificado- - la profundidad de la zanja y las propiedades del fluido estabili- - zador, se procederá a introducir las juntas metálicas y la parrilla de refuerzo.

Las juntas deberán ser tubos metálicos huecos de forma semi- - circular o rectangular que en una de sus caras tendrán la forma - macho o hembra y que contendrá la banda de PVC integrada. Una par- - te de esta banda queda ahogada en el momento del colado y la otra parte quedará libre en el interior del tubo para ahogarse durante

el colado del muro contiguo.

En el interior del tubo-junta no deberá introducirse el concreto, por lo que no deberá tener sus extremos cerrados y en su parte inferior tendrá una caja metálica que se hincará y asentará firmemente en el fondo de la zanja para evitar que se mueva o deforme durante el colado. Dicha junta deberá lastrarse para evitar su flotación.

Una vez instaladas las juntas se procederá de inmediato a introducir la parrilla del armado dentro de la zanja con el fluido-estabilizador. Las parrillas irán contraventeadas con rigidizadores y se harán descender por su propio peso por medio de una grúa tomando las debidas precauciones con respecto a la verticalidad, el alineamiento y la profundidad.

Se deberá tener en cuenta que en la parrilla se dejen las preparaciones necesarias para posteriormente realizar la liga estructural de estos elementos con las losas.

No se permitirá que la parrilla flote y se deberá garantizar que permanezca en su lugar, se introducirá en la zanja y una vez colocada en su posición definitiva se deberá fijar contra el brocal para impedir su movimiento durante el colado. Es muy importante verificar cuidadosamente que la parrilla a pesar de la tendencia a la flotación haya quedado en su lugar, y por ningún motivo se permitirá el colado del muro con la parrilla flotando o fuera de su lugar.

El tiempo máximo que transcurra entre el momento de introducción de la parrilla en la zanja y el colado de la misma será de 4 horas, periodos mayores favorecen la formación del cake y reducen la adherencia concreto-acero, por esta razón el colado del muro deberá iniciarse inmediatamente después de introducida la parrilla de armado, ya que no es conveniente sacar y meter nuevamente la parrilla de la zanja pues en cada operación se pueden producir caídos indeseables que afecten la estabilidad de la zanja.

Las parrillas de armado deberán habilitarse con elementos -- que garanticen el recubrimiento de los muros, pudiendose utilizar para tal fin roles de concreto de 5" de diámetro que irán fijados al acero principal por medio de varillas de 3/4", o bien con elementos similares que cumplan su función, localizadas en ambas caras de la parrilla en tres niveles equidistantes en el sentido -- vertical. Cada una de las varillas llevará cuatro roles ubicados -- también equidistantes en el sentido horizontal. Asimismo será necesario dejar dentro de la parrilla espacios libres para el paso de las trompas de colado.

Después de colocada, centrada y nivelada la parrilla se in-- troducirán, las trompas de colado, por tramos. Los coples de --- unión de cada tramo de las trompas deberán ser perfectamente her-- méticos para impedir que la succión de la columna de concreto, al bajar, chupe aire o lodo del exterior. Cada tramo será de no más de 2 m. de largo y tendrá un diámetro no menor de 30cm. Al tramo-- que sobresalga en la superficie se le conectará un embudo o una-- tolva. La boca de ésta tolva deberá quedar a una altura convenien-- te para que se pueda descargar directamente el concreto desde -- las ollas revolvedoras. Todo el conjunto se subirá o bajará duran-- te el colado por lo tanto deberá contarse con el equipo necesario para efectuar esos movimientos. Los tramos de tubo deberán ser lo suficientemente resistentes y pesados para soportar el manejo.

El extremo inferior de la trompa, o boca de descarga, deberá quedar apoyado en el fondo de la zanja antes de iniciar el colado. Una vez introducidas las trompas de colado se colocará entre la-- tolva y el tubo un tapón constituido por un balón de latex, el -- cual descenderá obligado por el peso del concreto vaciado evitan-- do en ésta forma la segregación y contaminación del concreto. En -- ésta forma se evitará la descarga del concreto con mucha energía-- que pueda dar lugar a la mezcla del concreto con el lodo. Para i-- niciar el flujo de concreto la boca de la trompa de descarga debe-- rá levantarse una distancia de 30cm. a partir del fondo de la zan-- ja.

El concreto deberá ser suficientemente fluible, para que sin necesidad de vibrarlo penetre y se distribuya uniformemente por todo el tablero. La boca de descarga de la trompa de colado no deberá quedar nunca ahogada menos de 1.50m. en el concreto que se este colando. Para ayudar al concreto a fluir al principio, podrá desplazarse la trompa verticalmente hacia arriba y hacia abajo vigilando que permanezca siempre suficientemente ahogada en el concreto para que no exista contaminación del lodo con el concreto.- A medida que el concreto fluya se agregará más concreto a la tolva, manteniendo la columna a una altura conveniente para regular la rapidez del flujo, en esta forma, el lodo de la zanja será desplazado hacia la superficie por la diferencia de densidades prácticamente sin necesidad de mover la tubería. El impulso que lleve la primera mezcla al salir por la boca de descarga producirá un efecto de arranque en el fondo del tablero y lo dejará limpio de lodo

Con un buen procedimiento de colado el lodo no se mezclará con el concreto, sino que este lo llevará siempre por delante hasta rebosar a un recipiente colector. También podrá irse succionando con una bomba de lodos.

El concreto no deberá ser vaciado de golpe dentro de la tolva para lograr un flujo suave continuo, por lo que deberán tenerse recesos o suspensiones mayores de 15 minutos.

Se deberá utilizar el número de trompas suficiente para el colado de 6 m. de longitud, debido a las pendientes que desarrolla el concreto dentro del fluido estabilizador y una vez iniciado el colado no deberán desplazarse lateralmente dentro del tablero.

Un buen procedimiento de colado representa:

- a) Tener un fluido estabilizador bajo control que cumpla con todas las características especificadas.
- b) Tener un concreto fluido.
- c) Dejar la trompa ahogada siempre en el concreto; no menos de 1.5 m. durante el colado y asegurarse de que los coples de unión de los tramos de la trompa sean herméticos, es decir, que impidan la entrada del lodo hacia el interior.
- d) Hacer un colado continuo que por ningún motivo sea interrumpido más de 15 minutos.
- e) Evitar todo movimiento brusco de la trompa y todo vibrado y picado, ya que ello favorece la mezcla del fluido estabilizador con el concreto, dando por resultado oquedades y zonas contaminadas de muy baja resistencia en el muro.
- f) Verificar durante el colado el volúmen de concreto que entra en un tablero y el volúmen del fluido que se desplaza y compararlo con los volúmenes calculados de acuerdo con la geometría del tablero.

Debido a que la excavación entre muros se llevará a cabo aprovechando la rigidez de estos y su capacidad de trabajo como tablastacas en el sentido vertical y como losas en el sentido longitudinal, dicha excavación no podrá iniciarse hasta que hayan transcurrido por lo menos 28 días de colados los muros (para concreto elaborado con cemento tipo I) o 14 días (para concreto elaborado con cemento tipo III).

III.- ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS ESTACIONES CHABACANO Y OBRERA

III.I. ESTACION CHABACANO.

III.I.a. PASARELA DE CORRESPONDENCIA CON LINEA 9 EN LA ESTACION -- CHABACANO, CORRESPONDIENTE A LA LINEA 8 DE METRO.

La pasarela de correspondencia en la estación Chabacano de la línea 8 del metro se ubica en la calle de V. Beristain como se indica en la figura No. 1.

La excavación para la construcción de la pasarela se realizará a cielo abierto entre muros tablestaca estructurales colados - en sitio.

Para la construcción de la pasarela se deberán efectuar desvíos de instalaciones municipales y/o darles protección adecuada- esta construcción se hará de acuerdo con lo siguiente:

Construcción de los muros tablestaca.-

Previo al inicio de la construcción de los muros tablestaca- deberán de construirse los brocales, después las zanjas en donde- quedarán alojados los muros tablestaca estructurales deberán esta- bilitarse con lodo bentonítico.

Abatimiento del nivel Freático.-

El bombeo se podrá iniciar una vez que se hayan construido-- los muros tablestaca correspondientes al área por bombear y que-- estén comprendidos dentro de un radio de 50.0 m. o bien que el -- área por excavar se encuentre delimitada por muros tapón.

El bombeo deberá dar inicio 2 días antes de empezar la exca- vación de cualquier etapas en los pozos contenidos en ella y los- que se encuentren a una distancia de 10.0m. a partir del hombro - del talud. El bombeo se suspenderá en cada pozo una vez que haya- sido colocada la losa de piso correspondiente, siempre y cuando-- este no tenga influencia en etapas subsecuentes.

Excavación, apuntalamiento y construcción.

La excavación para la construcción de la pasarela de corres- pondencia se hará entre los muros tablestaca estructurales de es- ta, los cuales además funcionarán como contención del suelo y se- rán contruidos en el sitio con suficiente anterioridad.

En el sentido de avance de la excavación se tendrá un talud-
1:1 (horizontal - vertical), pudiendo circular el equipo de exca-
vación en la corona del talud, a una distancia de 1.0m. a partir
del hombro. Las etapas de excavación serán de 6.0m. de longitud.

La excavación, colocación de puntales y construcción de la-
estructura de la pasarela se hará en la forma que se describe a--
continuación:

a) La excavación se iniciará a partir del nivel de terreno--
natural, suspendiéndola momentáneamente una vez que esta se en --
cuentre 0.30m. por abajo de la elevación correspondiente para la-
colocación de cada uno de los niveles de puntales .

b) Los puntales se instalarán por pares separados entre sí--
3.0m. de distancia centro a centro, de manera que queden simétrí-
camente colocados con respecto a las juntas de construcción de --
los muros tablestaca, excepto donde se indique otra distancia.

c) Una vez que ha sido colocado el último nivel de puntales-
se continuará con la excavación hasta la profundidad de proyecto.

Después de concluida la excavación se procederá a colocar la
plantilla, la cual estará constituida por un concreto pobre con--
aditivo acelerante de fraguado.

El tiempo máximo de colocación de la plantilla, que se conta
rá a partir del término de la excavación, así como su espesor se-
dan en la siguiente tabla:

Zona	Espesor de la plantilla	tiempo máximo de contru- cción.
Rejillas	50 cm.	5 horas.
Fuera de rejillas	10 cm.	3 horas.

Tres horas después de concluido el colado de la plantilla, -
se procederá a efectuar el armado y unión de la losa con los mu -
ros tablestaca estructurales, deberán dejarse las preparaciones -
necesarias para la liga posterior con el armado de la losa adya--
cente así como para la construcción del muro adicional. El tiempo
máximo a transcurrir para el armado y colado de la losa de piso--
será de 12 horas, contadas a partir de haber concluido el colado-
de la plantilla.

Después de haber construido la losa de piso se procederá a - construir el muro adicional (chapeo). Veinticuatro horas después - se colocarán las tabletas que conformarán la losa de techo así co mo el armado y colado del firme de compresión.

Veinticuatro horas después de haber colado la losa de techo - se podrá retirar el primer nivel de puntales.

Una vez que el firme de compresión haya alcanzado su resisten cia de proyecto, se procederá a colocar el relleno sobre el cajón de la pasarela conforme a la especificación general, el relleno - deberá alcanzar el nivel correspondiente para la restitución del - pavimento.

Excavación, apuntalamiento y construcción de rejillas.-

En el área de rejillas la excavación, apuntalamiento y colo - cación de plantilla será de acuerdo con las recomendaciones que - se dan en el inciso anterior.

Tres horas después de haber sido colocada la plantilla, se - procederá a construir la losa de piso conforme a las indicaciones señaladas en el inciso anterior; veinticuatro horas después de ha ber sido colada la losa de piso se procederá a retirar el segundo nivel de puntales.

Una vez que ha sido construida la losa de piso, se dará ini - cio a la construcción de la losa trampa para rejillas; después de - haber sido construida la losa trampa, se dará inicio a la constru cción de los muros perimetrales al área de rejillas sobre la losa de techo.

El primer nivel de puntales podrá ser retirado una vez que - todos los elementos estructurales de la rejilla hayan alcanzado - su resistencia de proyecto.

Conexión con Línea 9.-

La construcción de la pasarela en los límites con el edifi - cio de transbordo de línea 9. se realizará de acuerdo con el si - guiente procedimiento:

Previo al inicio de la excavación en el área de la pasarela que colinda con el edificio de transbordo, la losa de techo que se encuentra apoyada en el muro de contención, ubicado en esa colindancia, se soportará colocándole unos apoyos, con la siguiente secuencia:

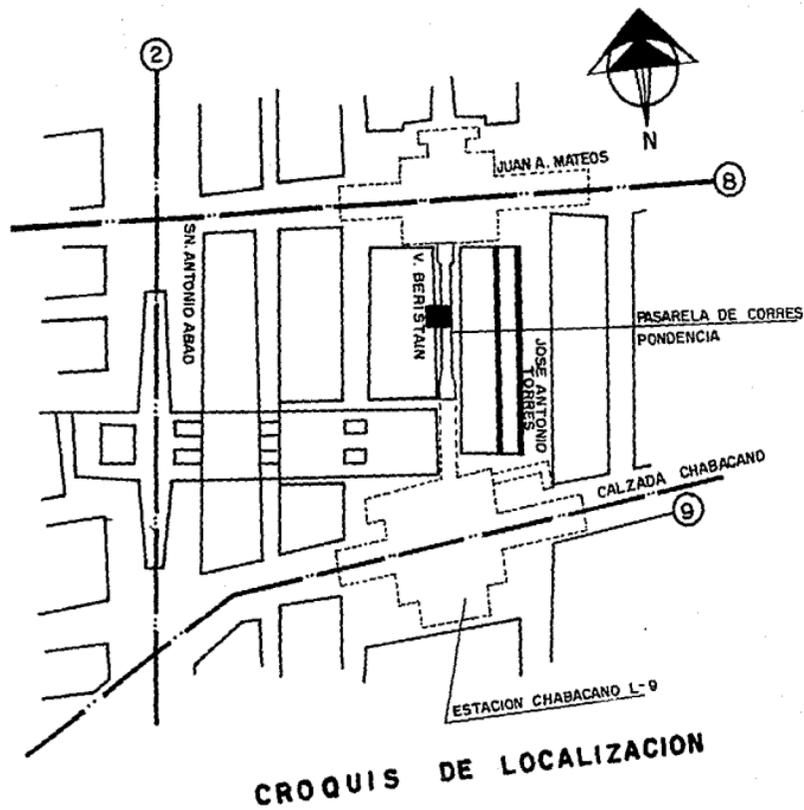
- a) Como primer paso se deberá colocar una viga madrina en el piso de la pasarela ya existente, procurando que sea de forma paralela al muro de contención existente, la separación que habrá entre el muro y la viga será de 0.5m; deberá verificarse que la viga se encuentra uniformemente apoyada, o en su defecto esta se deberá acunar.
- b) Posteriormente se colocará otra viga madrina en el techo paralela a la del piso y a una distancia de 0.5m del muro de contención.
- c) Una vez que han sido colocadas las vigas madrina, se procederá a colocar los puntales de manera vertical, estos deberán estar perfectamente apoyados.

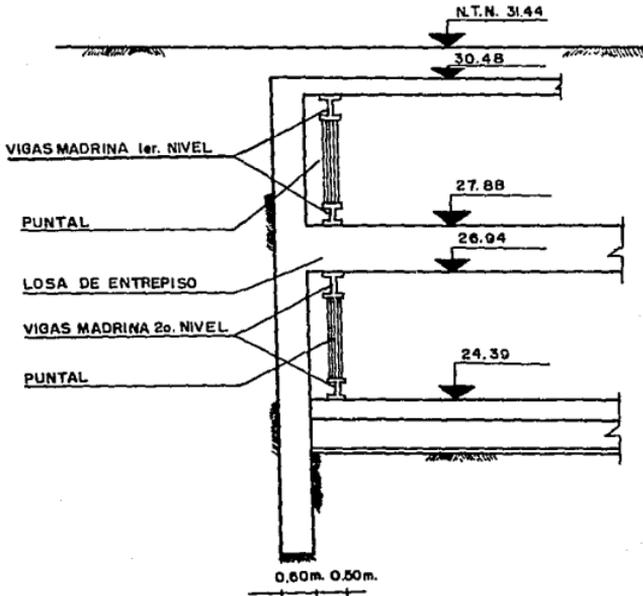
Los anteriores pasos se harán en el primer nivel y posteriormente en el segundo, ver figuras Nos. 2 y 3. Una vez colocados los apoyos se dará inicio a la construcción de la pasarela en esta colindancia con los siguientes pasos:

- a) Excavación de la etapa correspondiente.
- b) Construcción de la losa de piso en la pasarela de correspondencia.
- c) Demolición de la parte superior del muro. En el área que se requiera para la construcción del nuevo apoyo de la losa de techo y entrepiso existentes.
- d) Construcción de la losa de techo y elemento estructural sobre el que se apoyarán las losas.

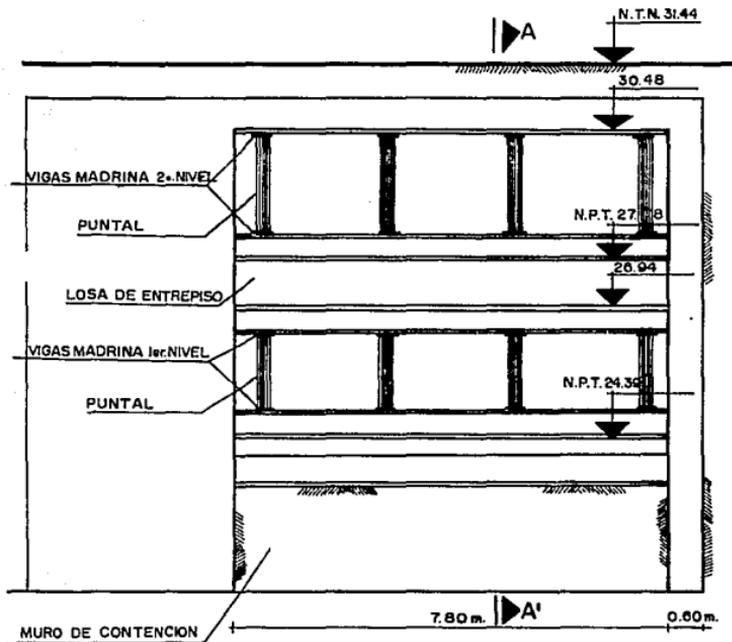
La conclusión de la demolición del muro se hará una vez que se requiera para continuar con la construcción de la pasarela. La estructura de apoyo podrá ser retirada una vez que los nuevos apoyos de las losas hayan alcanzado la resistencia de proyecto.

FIGURA No. 1



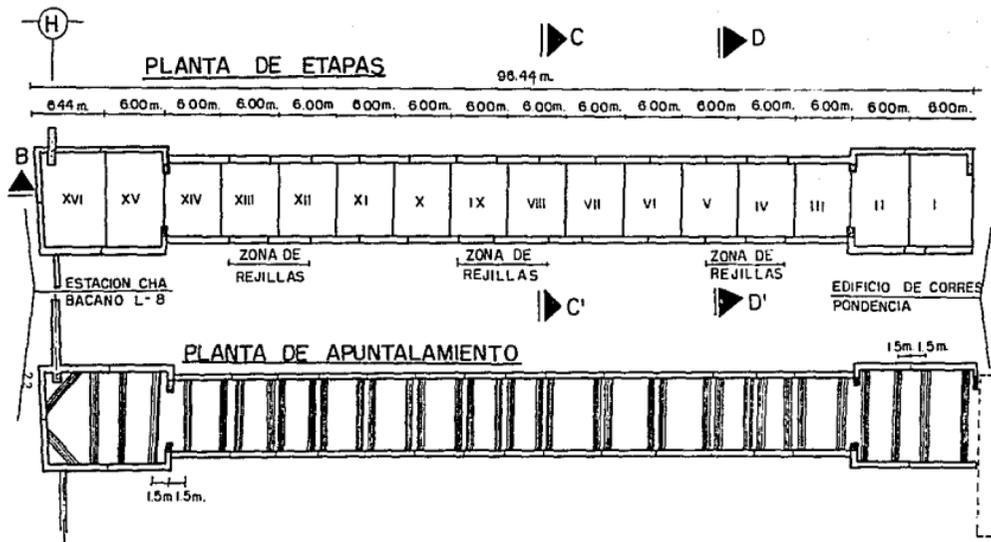


CORTE A-A

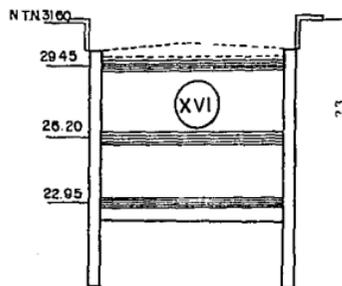
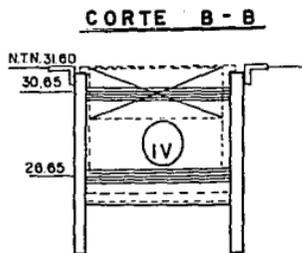
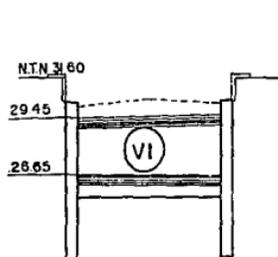
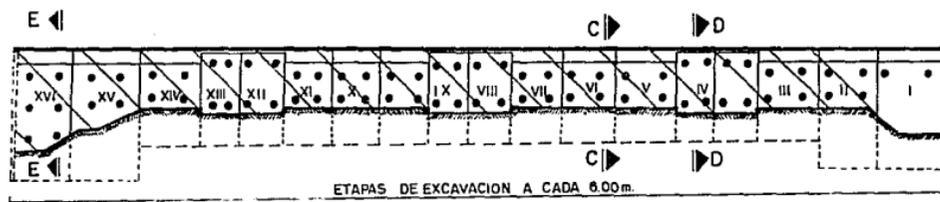


**APUNTALAMIENTO PARA DAR APOYO
A LA LOSA DE TECHO Y ENTREPISO
DE LA PASARELA EXISTENTE**

FIGURA No. 3



- MURO TABLESTACA ESTRUCTURAL
- ▨ MURO DE CONCRETO SIN ARMADO A DEMOLER
- MURO DE CONCRETO ARMADO A DEMOLAR



CORTE C - C

CORTE D - D

CORTE E - E

III.I.b. EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LAS CABECERAS ORIENTE Y PONIENTE DE LA ESTACION CHABACANO.

En éste escrito se describe el procedimiento constructivo -- que deberá seguirse para llevar a cabo la excavación y construcción de la zona de cabeceras de la estación Chabacano cuya ubicación se indica en la figura No. 1.

La excavación de la zona de cabeceras de la estación estará limitada por una estructura integrada por muros tablestaca y en el frente de avance por taludes, los muros tablestaca serán de 2-tipos, estructurales y de acompañamiento, situación que deberá tomarse en cuenta en el procedimiento constructivo.

Si durante la excavación de cualquier etapa se presentan filtraciones o escurrimientos pluviales, estos deberán controlarse mediante la construcción de zanjas de 0.30 x 0.30 m. rellenas de grava limpia, ubicadas en las orillas de la excavación, las cuales deberán comunicarse con cárcamos de bombeo construidos en las esquinas opuestas de la etapa de excavación, de donde se extraerá el agua por medio de bombas autocebantes.

La secuencia de excavación en la cabecera del lado Poniente de la estación podrá hacerse antes que el núcleo Central, de Poniente a Oriente, tomando en cuenta que para realizar la excavación de la zona de andén en las últimas etapas del frente "C" es necesario que el equipo de excavación realice maniobras sobre el área correspondiente a etapas del frente "B". En lo sucesivo todos los niveles que se mencionan en éste escrito están referidos a la elevación 31.60m., considerada como nivel de terreno natural promedio. Previamente a la excavación de cualquier etapa de excavación en la zona de cabeceras, se deberá efectuar un rasero hasta el nivel 29.60 m.

La excavación se iniciará a partir del nivel de rasero 29.60 m, suspendiéndola momentáneamente una vez que ésta se encuentre 0.30m por abajo de la elevación correspondiente para la colocación de cada uno de los niveles de puntales indicados en la figura No. 2.

El proceso de excavación no podrá continuar si no han sido instalados los puntales en su elevación correspondiente. Todos -- los puntales se colocarán con una precarga de 30 ton, debiéndose llevar un riguroso control de la aplicación de la misma y verificando su magnitud en forma periódica cada doce horas, con el objeto de comprobar que exista dicha precarga.

Una vez instalado el último nivel de puntales, se continuará con la excavación hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto para proceder de inmediato al colado de una plantilla de concreto pobre de 10 cm de espesor conteniendo aditivo acelerante de fraguado. No deberá trascurrir un período mayor de 3 horas entre el momento de alcanzar la profundidad máxima de excavación y la terminación del colado de la plantilla, 3 horas después de colada ésta, en cualquier etapa se procederá al armado y colado de la losa de fondo.

Debido a que se contará en la estación con 2 tipos de muros tablestaca, de acompañamiento y estructurales, durante el colado de la losa de fondo se deberán efectuar las maniobras correspondientes para cada caso:

En la zona donde se localicen muros tablestaca de acompañamiento, se deberá dejar en el armado de la losa de fondo, las preparaciones necesarias para efectuar la liga con los muros de la estación, los cuales se deberán construir posteriormente. En los lugares donde se tenga muro tablestaca estructural se deberá efectuar la liga entre éste y la losa de fondo y se dejarán las preparaciones en el armado para efectuar posteriormente la liga con el chapeo del muro estructural.

No deberán de trascurrir más de 12 horas entre el colado de la plantilla y el de la losa de fondo, éste último deberá efectuarse en un período no mayor de 8 horas, será condición necesaria para iniciar la excavación de una determinada etapa que en la etapa anterior se haya colado la losa de piso correspondiente.

El colado de la plantilla y losa deberá excluirse en las zonas donde se construirán las escaleras que comunican el nivel de pasarela de estación y el andén central de cabeceras.

Veinticuatro horas después de colada la losa de fondo se podrá retirar el tercero y segundo nivel de puntales y se procederá a realizar el colado adicional en muros tablestaca y el colado de muro estructural según sea el caso. Para el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales o chapeo no deberá emplearse un tiempo mayor de 72 horas.

Ya que la posición del primer nivel de puntales se encuentra en el espacio correspondiente a las tabletas que conformarán la losa de techo de las cabeceras, éste se deberá retirar una vez colocado un puntal que lo sustituya de acuerdo con lo que a continuación se indica.

Setenta y dos horas después del colado de muros estructurales o después del colado inicial en muros tablestaca así como una vez que el concreto alcance su resistencia mayor a $f'c = 60 \text{ kg/cm}^2$ se procederá a colocar un puntal de sustitución 30 cm por debajo del nivel de remate del muro recientemente colado, manteniendo la misma separación que presenta el puntal original a la junta del tablestaca. La precarga necesaria para colocar el de sustitución será de 10 toneladas (ver figura. No. 2).

Concluido lo anterior se procederá a colocar las tabletas que conformarán la losa de techo para posteriormente efectuar el armado y colado del firme de compresión de dicha losa. Veinticuatro horas después de haber colado el firme de compresión, se podrán retirar los puntales apoyados sobre los muros estructurales

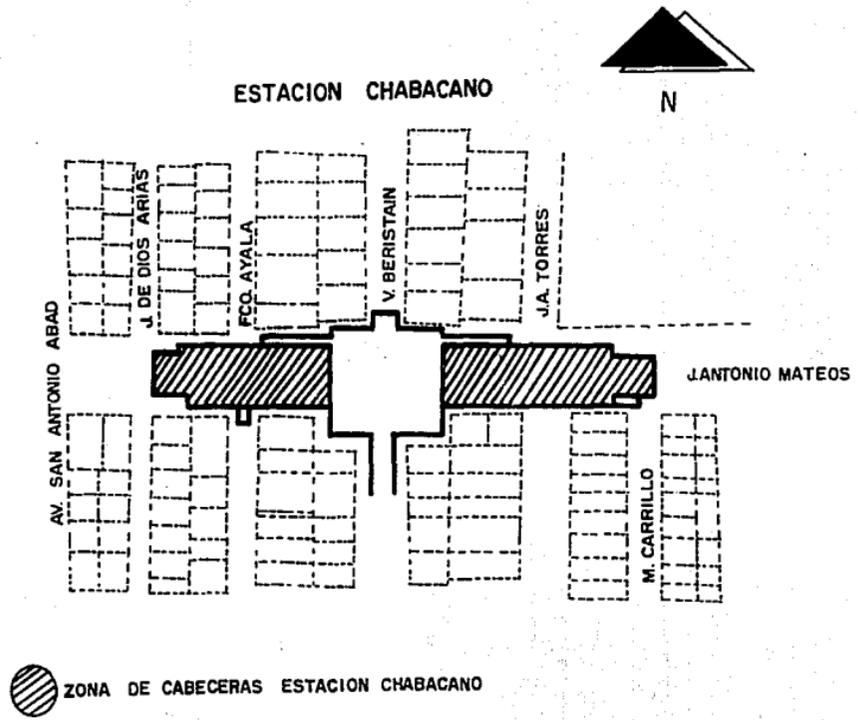
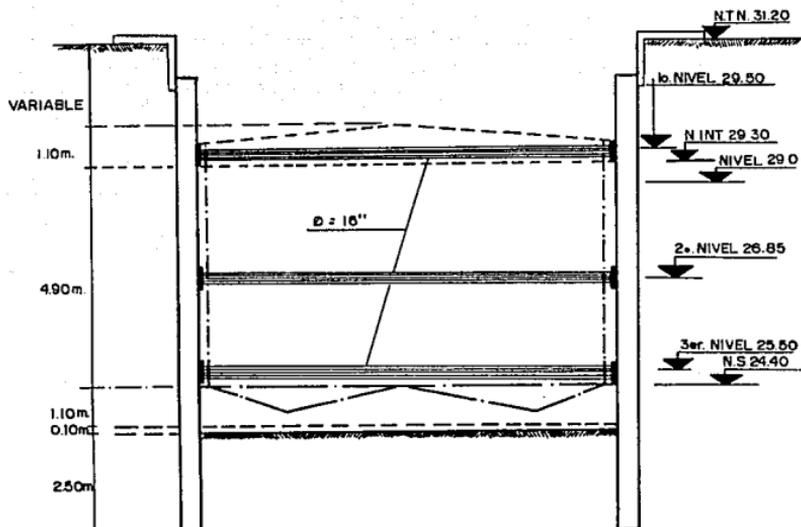


FIGURA N.º 1



APUNTALAMIENTO DE CABECERAS EN ESTACION
CHABACANO

FIGURA No. 2

III.I.c. EXCAVACION Y CONSTRUCCION DEL NUCLEO CENTRAL, SUBESTACION, LOCAL TECNICO Y GALERIAS DE VENTILACION DE LA ESTACION CHABACANO.

El procedimiento constructivo de la estación se dividirá en 2 partes, la primera corresponde a la zona de cabeceras, ya descrito anteriormente y la segunda que corresponde a nuestro tema en estudio. Ver figura No. 1.

Observaciones Generales:

- 1.- Previo a la excavación de cualquier etapa, deberán efectuarse los desvíos, puentes y cancelaciones de las instalaciones municipales existentes comprendidas dentro del área que ocupará la excavación.
- 2.- Antes de iniciar cualquier etapa de excavación deberá contarse con la instrumentación y el abatimiento del nivel freático.
- 3.- La excavación del núcleo central se realizará en 2 períodos, el primero comprenderá la excavación desde el nivel de terreno natural hasta la profundidad de desplante de plantilla para la losa de piso de vestíbulos y de andenes de la estación. El segundo abarcará la excavación desde el lecho bajo de la losa de techo de nivel pasarela hasta la profundidad de desplante de plantilla para la losa de piso del mismo nivel. Cabe mencionar que la losa de piso del nivel de vestíbulo y andén será también la losa de techo del nivel de pasarela.
- 4.- La excavación del nivel vestíbulo y nivel andén se realizará a cielo abierto, por etapas, entre una estructura de contención constituida por muros tablestaca de concreto armado y en el frente de avance se contará con taludes cuya inclinación será 1:1 (horizontal a vertical).
- 5.- La excavación del nivel de pasarela se realizará por tuneleo y en el frente de avance se tendrá un talud cuya inclinación será 0.25:1 (horizontal a vertical).
- 6.- Todos aquellos taludes que quedarán expuestos por más de 72 horas deberán protegerse con una capa de mortero de 5cm. de espesor armada con una tela de gallinero.

7.- Todos los puntales se colocarán con una precarga de 30 ton. - excepto los del primer nivel de la pasarela de correspondencia -- que se colocarán con una precarga de 8 ton. se deberá tener un es tricto control de ésta, debiendo verificar su magnitud en forma-- periódica cada 12 horas.

La excavación del núcleo central, se iniciará antes que cual quier otra zona de la estación. Como ya se indicó en las observa-- ciones generales la excavación del núcleo central se efectuará en 2 períodos, a continuación se describe cada uno.

PRIMER PERIODO.-

Comprende la excavación del núcleo central desde el nivel de terreno natural hasta el nivel de desplante de plantilla de la losa de piso de la zona de vestíbulo y zona de andén. La excavación en éste período estará limitada perimetralmente por muros tablestaca, contando en el frente de avance con un talud cuya inclinación será 1:1 (horizontal a vertical) tal .Previamente a la excavación de cualquier etapa, se deberá efectuar un rasero hasta el nivel 29.60m. donde se iniciará la excavación suspendiendola momentáneamente 30 cm por abajo de la elevación correspondiente a la colocación del primer nivel de puntales, para proceder de inmediato a su colocación; la separación entre pares de puntales será-- de 3.00 m centro a centro, de tal manera que queden simétrica-- mente colocados con respecto a la junta de construcción de los-- muros tablestaca, excepto donde se indique otra distancia.

Se continuará con la excavación suspendiendola nuevamente -- cuando se alcance la elevación correspondiente a 30 cm por debajo del segundo nivel de puntales, para proceder a su colocación.

Una vez instalado el segundo nivel de puntales, se continuará con la excavación hasta alcanzar la profundidad de proyecto (nivel de desplante de plantilla para losa de piso en zona de andén y/o vestíbulo).

Concluido lo anterior, se procederá de inmediato a colocar - una plantilla de grava de 10 cm de espesor en el área excavada, - excepto en la zona correspondiente a la pasarela de correspondencia. En las zonas donde se construirán traveses, se excavarán cepas para alojar dichas traveses, en el fondo de las cepas se colocará-- una plantilla de grava de 5 cm de espesor.

No deberán transcurrir más de 2 horas entre el momento de al canzar la profundidad de proyecto y la colocación de la plantilla Después de colocada la plantilla, se procederá al armado y colado de la losa de piso del nivel andén y/o nivel vestíbulo debiendo-- dejar las preparaciones necesarias en el armado para efectuar la-- liga estructural con las losas adyacentes, traveses, y/o muros.

SECUENCIA DE ESTRUCTURACION.-

Debido al procedimiento constructivo de la estación, la se-- cuencia de excavación y estructuración se realizarán simultánea-- mente, para lo cual se tomarán en cuenta las siguientes indicacio-- nes:

- 1.-Será condición necesaria para iniciar la excavación de cual-- quier etapa, que en la inmediata anterior se haya colado losa de-- piso.
- 2.-En todas las etapas de excavación 24 horas después del colado-- de la losa de piso correspondiente, se deberá colocar un lastre - con el peso necesario para obtener una presión mínima de 3.00 ton /m².
- 3.-En las etapas de excavación donde se ubiquen columnas se debe-- rán construir éstas 24 horas después del colado de la losa de pi-- so, con el objeto de conformar marcos a lo largo de los ejes D y-- F.
- 4.-Una vez que se hayan conjuntado dos columnas consecutivas a lo-- largo de los ejes D o F, se deberá realizar la construcción de la-- trabe que se apoyará sobre dichas columnas.
- 5.-Cuando se hayan construido las traveses a lo largo de los ejes-- D y F cuya posición sea paralela entre éstos, se deberán colocar-- las tabletas con el objeto de conformar la losa de techo, para lo-- cual una vez concluida la colocación de éstas se procederá al co-- lado del firme de compresión.

- 6.-El número de etapas de excavación abiertas en cada frente no podrá ser mayor a 6 si hasta la cuarta etapa no se ha estructurado hasta la losa de techo, siempre y cuando sea posible ésta es--
tructuración, de lo contrario se deberá incrementar el lastre sobre la losa de piso del nivel anden y/o vestibulo hasta lograr -- una presión sobre ésta de 5.00 ton/m^2 .
- 7.-Se deberán colocar puntos de control sobre las losas de fondo del nivel anden y vestibulo con el objeto de poder revisar los mo
vimientos provocados por expansiones del suelo.
- 8.-La magnitud de las expansiones acumuladas desde el inicio de--
la excavación, no deberá ser mayor de 30 cm.
- 9.-Será condición necesaria para poder iniciar la excavación del--
segundo período(nivel de pasarela)que la secuencia de estructura--
ción se concluya hasta el colado del firme de compresión que con--
formará la losa de techo en el área indicada en la figura No. 2.
- 10.-Por ningún motivo se podrá colocar sobrecargas sobre la losa--
de techo del nivel anden y vestibulo cuyo peso sea mayor a $150\text{kg}/$
 m^2 durante el proceso de excavación del segundo período.
- 11.-Cuando se inicie la excavación del segundo período(nivel de--
pasarela)previo al inicio de cualquier etapa, se deberá retirar--
el lastre ubicado sobre la losa de piso del nivel anden y/o vesti
bulo que corresponda a el área excavada.
- 12.-En las etapas de excavación del nivel vestibulo, la losa de -
piso se ligará con los muros tablestaca perimetrales.
- 13.-Durante el colado de las losas de piso de nivel anden y/o ni--
vel vestibulo se deberá efectuar la liga de éstas con los muros--
tablestaca del nivel pasarela.
- 14.-Debido a que la losa de piso del nivel anden y nivel vestibulo
será la losa de techo del nivel de pasarela, en el colado de--
ésta losa, se deberá conformar el terreno de acuerdo a la geome--
tría de dichas losas, con el objeto de evitar colados de concreto
excedentes que tendrían que demolerse durante la construcción del
nivel de pasarelas.
- 15.-En las zonas donde no se construya losa de piso en el nivel -
anden y/o vestibulo, como es el caso de rejillas de ventilación--
y rampas para escaleras, unicamente se colocará la plantilla de--
grava indicada anteriormente.

16.-No deberán transcurrir más de 12 horas entre el momento de la colocación de la plantilla de grava y el colado de la losa de piso del nivel vestíbulo y/o andén..

ESTRUCTURACION DE LA ZONA DE ANDENES.

Veinticuatro horas después del colado de la losa de piso, se procederá a efectuar el armado, cimbrado y colado de las columnas de nivel andén hasta el nivel intrados de la estación. Setenta y dos horas después se procederá a realizar el armado, cimbrado y colado de las traves localizadas a lo largo de los ejes D y F. (ver figura No.2). Setenta y dos horas después del colado de las traves se llevará a cabo la colocación de tabletas que conformarán la losa de techo del nivel andén, para posteriormente efectuar el armado y colado del firme de compresión que conformará la losa de techo de la estación.

Una vez que la construcción del nivel de pasarela de la estación se haya concluido y los elementos estructurales que lo constituyen alcancen el 70 % de su resistencia especificada, así como concluida la construcción de columnas, traves y losa de techo del nivel andén, se procederá a colar un lastre de concreto simple de 65 cm de espesor las tabletas que conformarán la losa de techo, entre los ejes 6-9, D-F y 12-15, D-F.

ESTRUCTURACION DE LA ZONA DE VESTIBULOS.

a) En la zona de rejillas del vestíbulo, una vez alcanzado el nivel máximo de excavación se procederá a colocar una plantilla de grava de 10 cm de espesor. Concluido lo anterior, se procederá a realizar el armado, cimbrado y colado de las losas y traves que se indican y se dejarán las preparaciones necesarias en el armado para efectuar posteriormente la liga con los muros estructurales de la estación(ver figura No.3). Veinticuatro horas después del colado de éstos elementos, se podrá retirar el segundo nivel de puntales.

b) En las áreas donde se colará losa de piso en nivel vestíbulo una vez alcanzado el nivel máximo de excavación, se colocará una plantilla de grava de 10 cm de espesor, para proceder a realizar el armado, cimbrado y colado de dichas losas, en ésta última actividad, se deberán ligar con las losas de piso del nivel andén, así como con los muros tablestaca perimetrales; deberán dejarse en el armado las preparaciones para efectuar la liga posterior con los muros estructurales de la estación.

Concluido lo anterior, se realizará el armado, cimbrado y colado de las trabes ubicadas en los ejes 9(B-D), 9(F-H), 12(B-D) y 12(F-H) con objeto de poder construir la losa de techo entre los ejes 9 y 12 (ver figura No.2); éstas trabes se apoyarán en un extremo sobre las columnas de los ejes D y F respectivamente y su otro extremo sobre los muros tablestaca perimetrales, siendo ésta liga de manera provisional hasta construir toda la estación.

Setenta y dos horas después del colado de las trabes se procederá a colocar las tabletas que conformarán la losa de techo y a realizar el armado y colado del firme de compresión.

c) Una vez que el firme de compresión alcance su resistencia de proyecto se podrá retirar el primer nivel de puntales en ésta zona, y sustituirlo para los muros tablestaca ubicados entre los ejes (6-9:B-D), (6-9:F-H), (12-15:B-D) y (12-15:F-H) ver figuras 4, 5, 6 y 7; el nivel de sustitución será 0.50 m por arriba o abajo del existente como se indica en la figura No.8.

Una vez efectuada la sustitución, se retirará el primer nivel de puntales original, para proceder a efectuar la excavación del nivel de pasarelas.

SEGUNDO PERIODO.-

Comprende la excavación desde el lecho bajo de la losa de techo del nivel pasarela hasta el nivel de desplante de plantilla de la losa de piso del mismo nivel. En ésta zona la excavación se realizará como un túnel y estará limitada perimetralmente por muros tablestaca y en la parte superior por la losa de piso del nivel andén y/o vestíbulo, contando en el frente de avance con un talud cuya inclinación será 0.25:1 (horizontal a vertical).

La excavación se iniciará en el lado norte, en la zona de rejillas de la estación, a partir del nivel vestíbulo y se continuará hacia el interior del nivel pasarelas por medio de tuneleo. Una vez que se alcance el nivel máximo de excavación, se procederá de inmediato a colar una plantilla de concreto simple con aditivo acelerante de fraguado con los espesores siguientes:

-En el área correspondiente a la zona del cárcamo la plantilla tendrá un espesor de 10cm.

-Entre los ejes 6-15 y B-C' ésta área tendrá un espesor de plantilla de 155cm.

-El área restante del nivel pasarelas tendrá una plantilla de 50cm de espesor.

Para las zonas con plantilla de 10cm y 50cm de espesor, no deberán transcurrir más de 3 horas entre el momento de alcanzar la profundidad de proyecto y la terminación del colado de la misma; mientras que para el espesor de 155cm el tiempo máximo será de 6 horas. Debido a que se contará en el nivel de pasarelas con 2 tipos de muros tablestaca, de acompañamiento y estructurales, durante el colado de la losa de fondo se deberán efectuar las maniobras correspondientes para cada caso:

En las zonas donde se localicen muros tablestaca de acompañamiento, se deberá dejar en el armado de la losa de fondo, las preparaciones necesarias para efectuar la liga con los muros de la estación. Durante el armado de los muros estructurales y/o colado adicional, se deberá efectuar la liga estructural con las losas de techo y piso del nivel pasarelas. Será condición necesaria para iniciar la excavación de una determinada etapa, que en la etapa inmediata anterior se haya colado la losa de fondo y muros estructurales o colado adicional y que éstos elementos alcancen el 70% de la resistencia especificada.

ZONAS DE SUBESTACIONES, LOCAL TECNICO, TAQUILLAS Y GALE RIAS.

a) EXCAVACION Y CONSTRUCCION.- La excavación se efectuará a cielo abierto y estará limitada por una estructura de contención a base de muros tablestaca y un talud de avance con una inclinación 1:1 (horizontal a vertical). Será condición necesaria para iniciar la excavación del local técnico, las subestaciones y gale rias de nivel andén, que se haya estructurado en su totalidad la zona de cabeceras y núcleo central adyacente a estos sitios, con el objeto de poder efectuar la demolición de los muros tablestaca de acompañamiento.

La excavación se realizará por etapas y se iniciará a partir del nivel de terreno natural. El proceso de excavación se suspenderá momentáneamente una vez que se alcance el primer nivel de puntales para proceder a su colocación, por ningún motivo se podrá continuar con la excavación si el nivel de puntales no se ha colocado en su posición. Llegando al nivel máximo de excavación se colocará una plantilla de concreto simple con aditivo acelerante de fraguado de 10 cm de espesor, después se armará y colará la losa de fondo, dejando las preparaciones posteriores para liga de muros y losa adyacentes. Una vez que los muros estructurales o el colado adicional alcancen su resistencia de proyecto se podrá iniciar la colocación de tabletas que conformarán la losa de techo para posteriormente efectuar el armado y colado del firme de compresión.

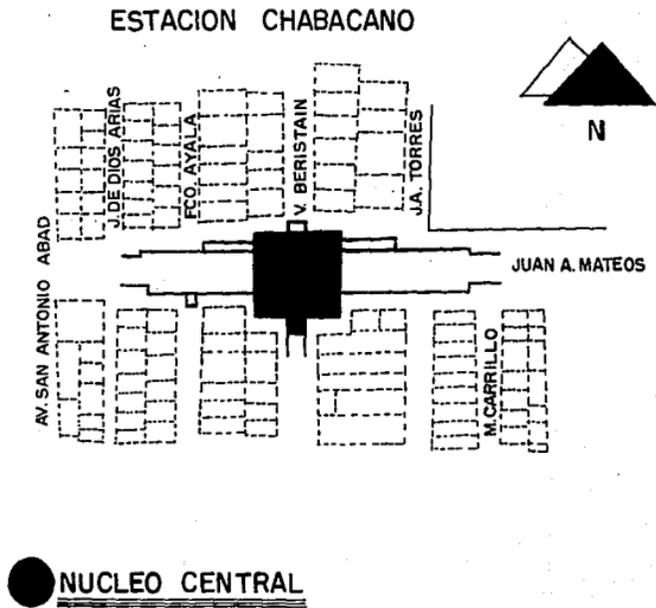
CARCAMO DE BOMBEO DE LA ESTACION.-

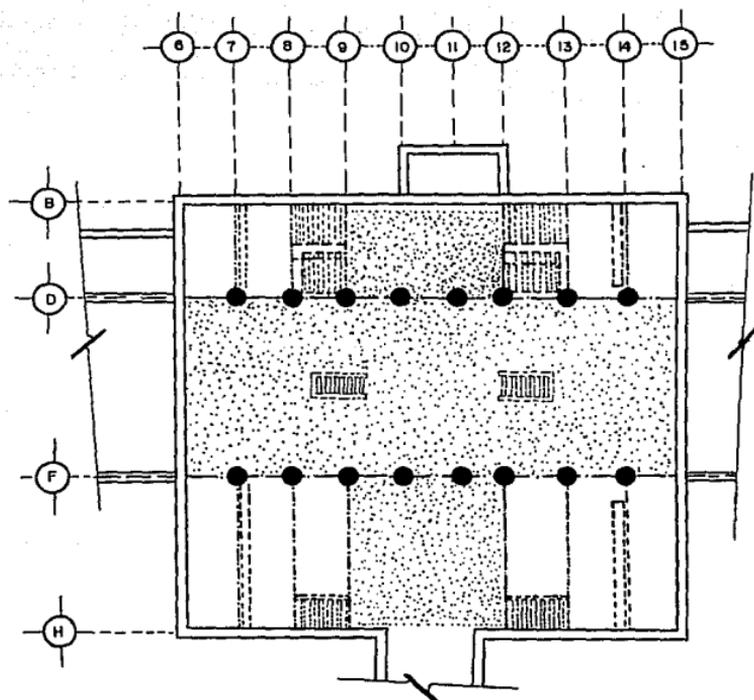
La excavación para la construcción del cárcamo de bombeo se llevará a cabo siguiendo la secuencia de etapas de excavación. Se excavará a partir del nivel de pasarelas hasta alcanzar la profundidad correspondiente a 30 cm debajo del cuarto nivel de puntales donde se suspenderá para proceder a su colocación, se continuará con la excavación hasta el nivel máximo de proyecto para inmediatamente después colocar una plantilla de concreto simple de 10 cm de espesor.

Dos horas después del colado de la plantilla se armará y colará la losa de fondo del cárcamo. Se deberán dejar en el armado las preparaciones necesarias para efectuar la liga estructural -- con los muros. Después de colada la losa de fondo se iniciará el armado y colado de los muros del cárcamo, hasta ligar éstos con la losa de fondo del nivel pasarela.

En los lugares donde interfiera un determinado puntal, se dejarán cajas de 70 x 70 cm sin colar. Los puntales se podrán retirar 72 horas después del colado de los muros, procediendo a rellenar los huecos dejados en el colado de los muros con concreto con aditivo estabilizador de volúmen. Si se presentan filtraciones durante el proceso de excavación, éstas se controlarán por medio de zanjas rellenas de grava las cuales reconocerán a un cárcamo desde el cual se extraerá el agua por medio de bombas.

FIGURA N.º.1

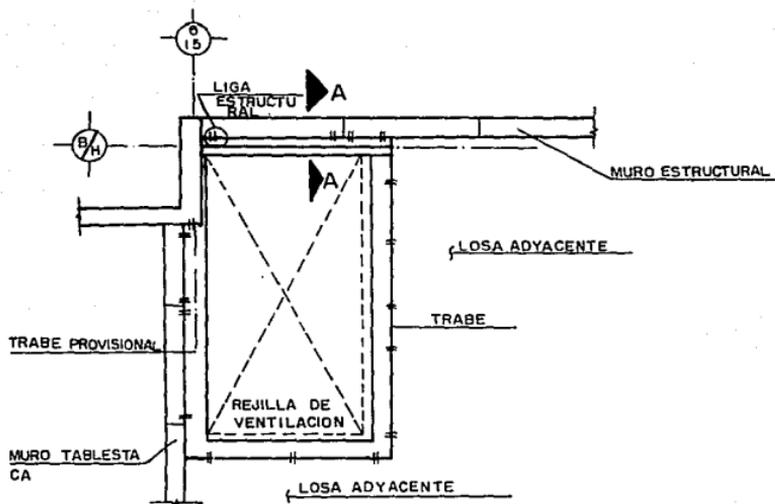




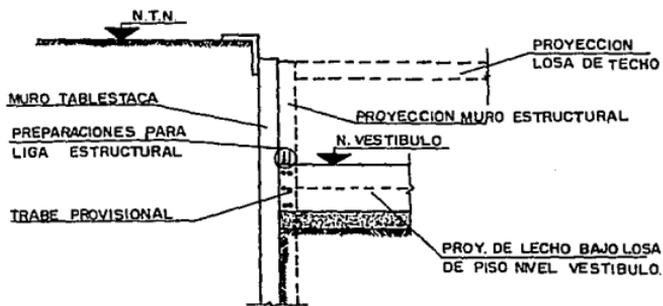
- COLUMNAS
- VIGAS
- ⊙ AREA DE ESTRUCTURACION

ESTACION CHABACANO
PLANTA NIVEL ANDEN
(NUCLEO CENTRAL)

FIGURA No. 2

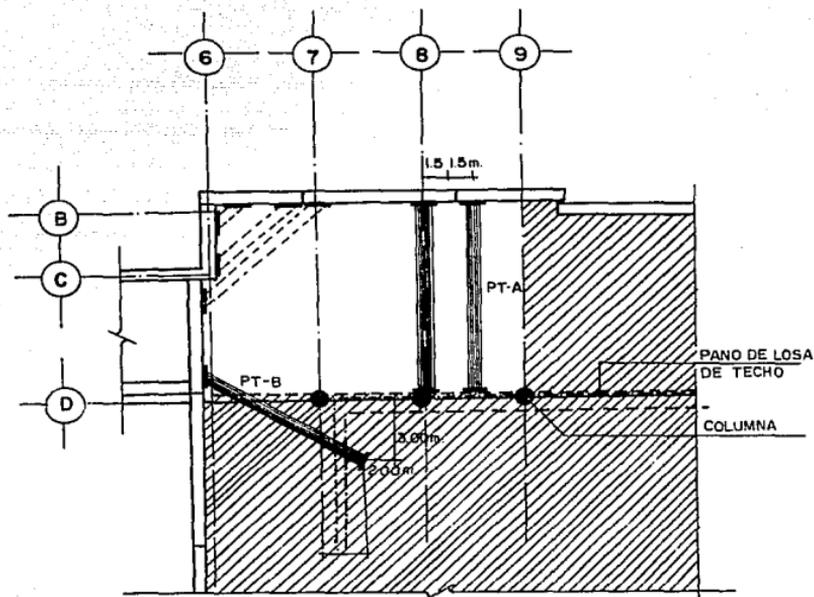


PLANTA



CORTE A-A

FIGURA No. 3



PLANTA DE SUSTITUCION DE PUNTALES
(GALERIA NOR-PONIENTE).

SIMBOLOGIA



AREA ESTRUCTURADA



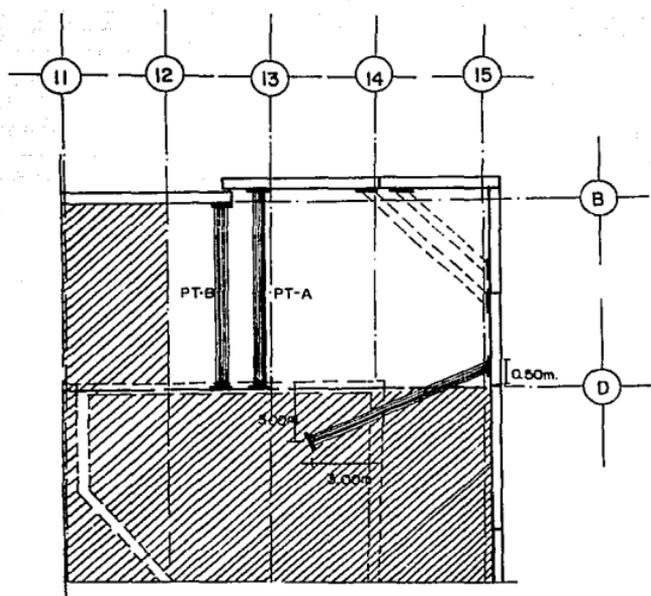
PUNTAL DE SUSTITUCION



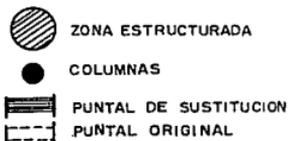
PUNTAL ORIGINAL

TIPO	LONGITUD	CARACTERISTICAS
PT-A	10.50 m.	$\phi = 14''$
PT-B	0.50 m.	$\phi = 14''$

FIGURA No. 4

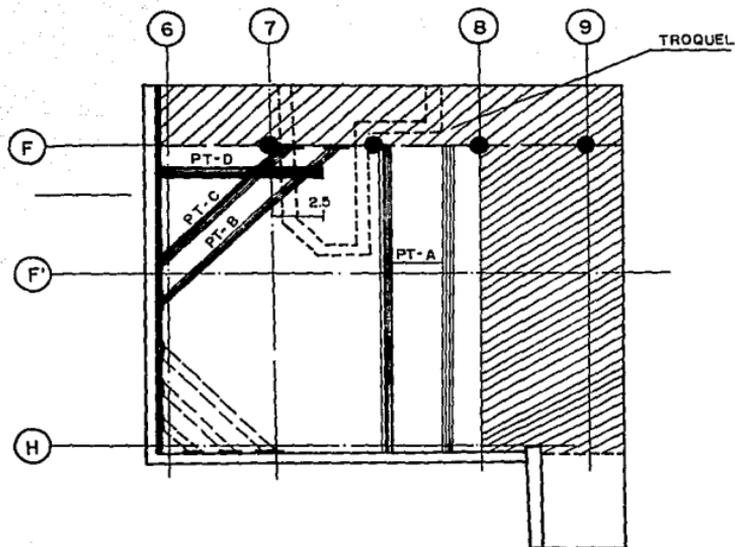


PLANTA DE SUSTITUCION DE PUNTALES
(GALERIA NOR-ORIENTE).



TIPO	LONGITUD	CARACTERISTICAS
PT - A	10.50m.	$\emptyset = 14''$
PT - B	10.00m.	$\emptyset = 14''$
PT - C	10.00m.	$\emptyset = 14''$

FIGURA No. 5



PLANTA DE SUSTITUCION DE PUNTALES
(GALERIA SUR - PONIENTE)

TIPO	LONGITUD	CARACTERISTICAS
PT-A	16.50	$\varnothing = 16''$
PT-B	12.00	$\varnothing = 14''$
PT-C	9.00	$\varnothing = 14''$
PT-D	8.00	$\varnothing = 14''$

SIMBOLOGIA



ZONA ESTRUCTURADA



COLUMNAS

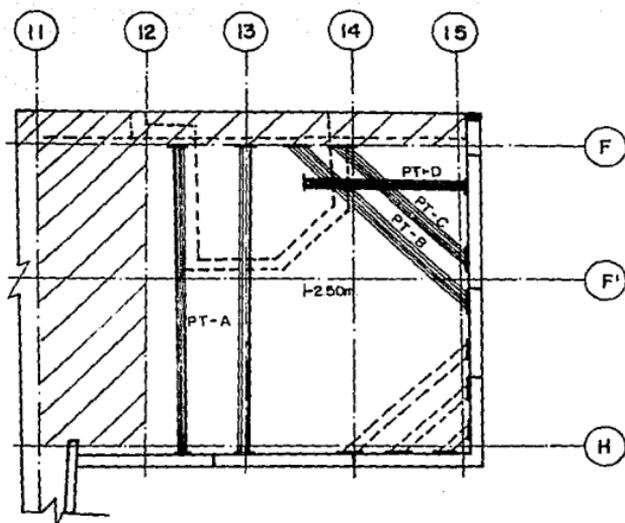


PUNTALE DE SUSTITUCION



PUNTALE QUE NO SE SUSTITUYE

FIGURA No. 6



PLANTA DE SUSTITUCION DE PUNTALES
(GALERIA SUR-ORIENTE)

SIMBOLOGIA



ZONA ESTRUCTURADA



COLUMNAS

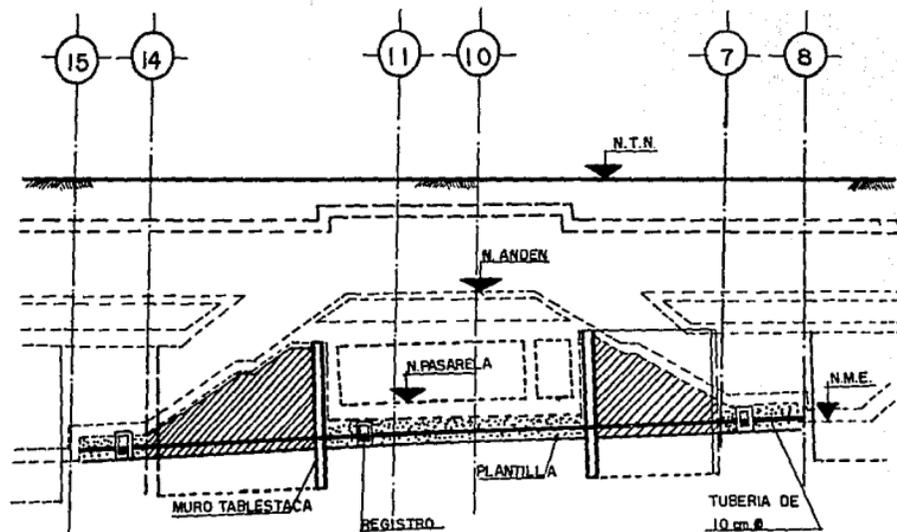


PUNTALE DE SUSTITUCION

PUNTALE QUE NO SE SUSTITUYE

TIPO	LONGITUD (m)	CARACTERISTICAS
PT-A	16.50	$\phi = 16''$
PT-B	12.00	$\phi = 14''$
PT-C	9.00	$\phi = 14''$
PT-D	8.00	$\phi = 14''$

FIGURA No. 7



SIMBOLOGIA



MATERIAL DE RELLENO



TUBERIA DE 10 CM. DE Ø

COLOCACION DE TUBERIA Y CORTE DE NIVEL DE PASARELAS

FIGURA N.º 8

III.II. ESTACION OBRERA

III.II.a EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE, QUE CONFORMAN LOS DEVIOS ORIGINADOS POR LA CONSTRUCCION DE LA ESTACION OBRERA.

La excavación para la colocación de los tramos de tuberías que conformarán las líneas secundarias, se efectuará a cielo abierto entre una estructura de contención constituida por tablonces de madera de 2" de espesor, polines de madera de 6"x 6" funcionando como vigas madrina y como puntales. La distribución y ubicación de todos los elementos se muestra en la figura No. 1.

Durante la excavación e instalación de las tuberías deberán cumplirse las indicaciones siguientes:

- 1.- La excavación en el sentido longitudinal al eje de la tubería se realizará en forma continua sin exceder una longitud de avance de 10.0 m.
- 2.- El ancho de la excavación es función del diámetro de la tubería por instalar y se indica en la figura No. 1.
- 3.- El talud de avance en el frente de la excavación será 0.5:1 horizontal a vertical.
- 4.- La colocación de la estructura de contención se realizará a medida que la excavación avance.
- 5.- La excavación para la colocación de las tuberías que se localizan a una profundidad del 1.50 m o menor, se deberá realizar siguiendo los lineamientos indicados en la especificación general correspondiente.

La excavación e instalación de las tuberías se realizará por etapas de acuerdo a lo que se describe a continuación.

1a ETAPA

Definida el area de excavación del tramo por atacar, se excava vara a mano hasta 1.00 m de profundidad con el fin de localizar - instalaciones municipales que pudieran existir, descubrirlas para darles la protección adecuada y no dañarlas. Se continuará con la excavación y a medida que está progrese deberán colocarse los tablonces, las vigas madrina y los puntales que conformarán la estructura de contención.

Tanto las vigas como los puntales deberán colocarse tan -- pronto como la excavación descubra sus puntos de aplicación, no debiendo continuar con este proceso si estos elementos no han si do instalados en las elevaciones especificadas.

El primer nivel de puntales se colocará a 60 cm abajo del nivel de terreno natural; el segundo nivel se instalará a 20 cm. arriba de la elevación donde quedará instalado el lomo de la tubería de proyecto, vease fig. No. 1.

La separación de los puntales en el sentido longitudinal de la excavación será de 1.5 m, según se indica en la fig. No. 1.

2a ETAPA

Se proseguirá la excavación hasta alcanzar la máxima profun didad de proyecto. Inmediatamente después, se colocará una plan tilla de arena de 10 cm de espesor, la cuál deberá apisonarse -- manualmente.

3a ETAPA

Se procederá a colocar y a unir las secciones de tubería -- correspondiente al tramo excavado.

4a ETAPA

Una vez colocada la tubería en su posición definitiva, se -- procederá a rellenar con material areno-limoso tipo tepetate.

El material de relleno se colocará de acuerdo a las indica-- ciones de la especificación general, para rellenos en zanjas don-- de se alojaran las tuberías de agua potable.

5a ETAPA

Conforme avance el relleno se iniciará la extracción de to-- dos los elementos que integran la estructura de contención.

Los puntales se retiraran cuando el relleno alcance sus pun-- tos de aplicación.

6a ETAPA

El proceso de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante. En esta elevación se procedera a restituir el pavimento y/o banqueta en las zonas donde hayan sido afectados por la excavación, de acuerdo a lo que se indica en las especi-- ficaciones generales correspondientes.

Los pavimentos deben alcanzar el nivel de rasante del proyec-- to de vialidad correspondiente.

Durante este proceso de excavación e instalación de la tubería se podrán excavar en forma consecutiva dos tramos de 10.0 m. de longitud, para ello se-- rá condición necesaria que al iniciar la excavación en el segundo tramo, el material de relleno en el primero se encuentre a una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

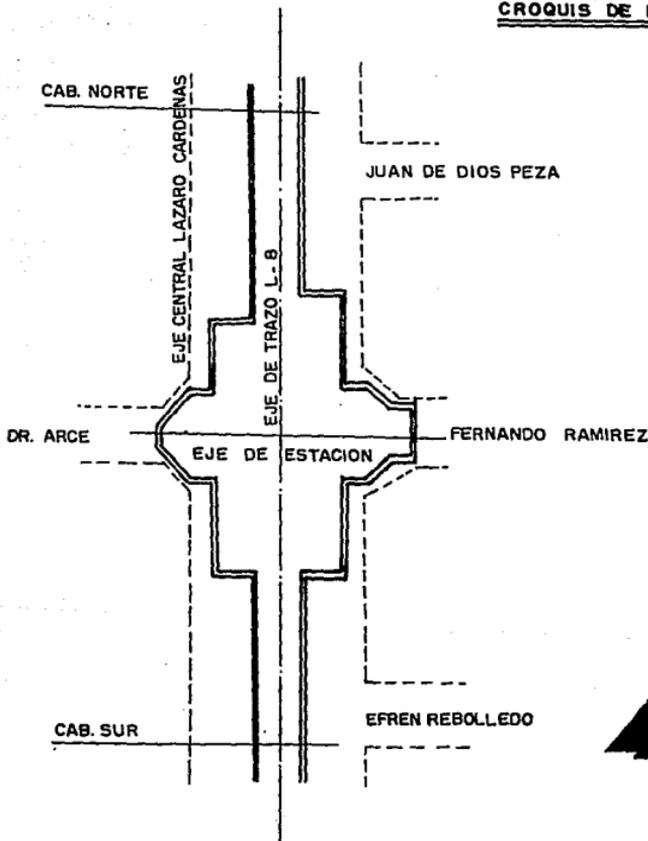
La excavación de un tercer tramo, sólo podrá iniciarse si se cumple que en el primer tramo el material de relleno haya alcanzado el nivel de subrasante y que en el segundo, dicho relleno se haya colocado hasta una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto. El talud que deberá tener el relleno será de 0.5:1 (horizontal a vertical).

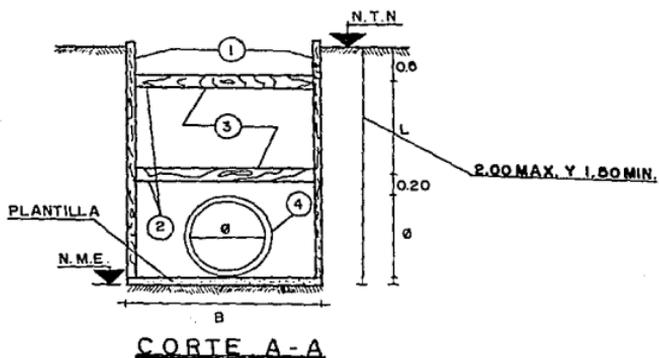
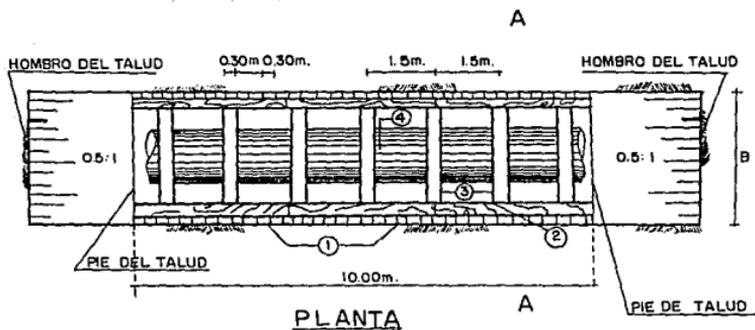
CONTROL DE FILTRACIONES.-

El agua producto de las filtraciones que se presenten durante la excavación del procedimiento descrito, se controlará por medio de pequeños cárcamos rellenos de grava para evitar el arrastre de finos, construidos a lo largo del eje longitudinal de la excavación comunicados entre sí por medio de zanjas y desde los cuales se extraerá el agua por medio de bombas autocebantes.

La extracción del agua se deberá realizar con un número suficiente de bombas de tal manera que el fondo de la excavación permanezca siempre estanco.

ESTACION OBRERA
CROQUIS DE LOCALIZACION





- ① TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR
- ② POLINES DE MADERA DE 6"x 6" FUNCIONANDO COMO VIGA MADRINA
- ③ POLINES DE MADERA DE 6"x 6" FUNCIONANDO COMO PUNTALES
- ④ TUBERIA

SEPARACION L MAX = 0.50m.
L MIN = 1.00m.

Si $\emptyset = 4''$ B = 1.00m.
 $\emptyset = 6''$ B = 1.00m.
 $\emptyset = 12''$ B = 1.20m.

FIGURA No. 1

IV.- INTERSECCION LINEA 2 Y 8.

A continuación se describen los procedimientos constructivos de las zonas de cruce del cajón de metro bajo la calzada San Antonio Abad y bajo la estructura de la línea 2 del metro denominadas en lo sucesivo zona I y zona II, respectivamente, según se indica en la figura No. 1.

La excavación y construcción en la zona I se realizará por medio de un proceso de tuneo falso, indicándose el proceso de construcción de los muros tablestaca, excavación, construcción de la losa de techo del cajón de la línea 8, colocación del relleno superior y la restitución del pavimento de las vialidades, así como la excavación y estructuración de la sección del cajón de metro.

IV.I. GENERALIDADES.-

Como necesidad del procedimiento constructivo para la zona de cruce bajo la línea 2 del metro, la sección del cajón de la línea 8 se verá modificada con sobregalibos horizontal y vertical entre los cadenamientos 14+653.234 al 14+660.734 y del 14+672.563 al 14+680.063, cuyas dimensiones y sección modificada puede verse en las figuras No. 2 y 3.

En lo sucesivo se tomará como nivel de referencia ± 0.00 la parte más alta de la losa de techo (extrados) del cajón de metro, ver las figuras 2 y 3.

IV.II. ZONA I (DEL Km 14+643.320 AL 14+660.734 Y DEL 14+672.563 AL 14+690.245).

No podrá iniciarse la excavación para construir las losas de techo del cajón de la línea 8, si no se ha concluido la construcción de los muros tablestaca correspondientes.

Simultáneamente con la construcción de los muros tablestaca o bien previo a la construcción de la losa de techo del cajón de la línea 8, se realizará la perforación y adomado de los pozos de bombeo, protegiendo su boca superior mediante tapas; los eyectores se colocarán de manera previa al arranque del sistema de abati miento del nivel de aguas freáticas.

Este sistema se pondrá en funcionamiento cuando se vaya a -- realizar la excavación y construcción del resto de la estructura del cajón de la línea 8 mediante el procedimiento tuneleo falso, -- segunda fase.

El sistema de abatimiento consistirá en instalar pozos de -- bombeo, los cuales se localizarán sobre el eje definido por la sg midistancia entre muros tablestaca, a una separación longitudinal de 9.00 m. centro a centro.

Una vez que la excavación que alojará la losa de techo, al-- cance su profundidad de desplante, se excavará al centro del cla-- ro entre tablestacas y a todo lo largo, una zanja de 0.30 x 0.50m para colocar las mangueras de los pozos de bombeo, tal como se ob serva en la figura No. 4, ya que estas deberán quedar por abajo-- de la losa de techo; las mangueras antes mencionadas, se sacarán-- por un extremo de la zona por tunelear.

El bombeo deberá suspenderse en cada pozo cuando se haya ter minado el colado de la losa de piso de la etapa correspondiente.

IV.III.SUBTRAMO COMPREDIDO ENTRE LOS CADENAMIENTOS 14+643.320 AL 14+653.234.

IV.III.a. PRIMERA FASE DEL TUNELEO.

Concluida la construcción de los muros tablestaca en cual -- quiera de las vialidades, se estará en condiciones de iniciar la excavación para la construcción de la losa de techo del cajón de la línea 8.

La excavación en la vialidad de la calzada se efectuará en -- por lo menos 2 etapas por cada sentido, para lo cual se realiza-- rán handeos de tránsito, ver figura No. 5.

La excavación de cada etapa se iniciará a partir del nivel-- de terreno natural hasta alcanzar 30cm. abajo del primer nivel de puntales, procediendo de inmediato a su colocación. Hecho lo ante rior se continuará con la excavación hasta 5cm. abajo del nivel-- de intrados del cajón en esa etapa. La excavación estará limitada por taludes de avance iguales a 0.25:1(horizontal a vertical), de biendo tomar en cuenta lo siguiente:

Las filtraciones que se presenten durante esta excavación--- deberán controlarse mediante un bombeo de achique, para lo cual-- se realizarán zanjas de 0.30 x 0.30 m. localizadas en el perímetro de la excavación, las cuales reconocerán hacia cárcamos ubicados-- en las esquinas de la misma donde se extraerá el agua por medio-- de bombas autocebantes de gasolina o eléctricas; las zanjas antes-- mencionadas deberán rellenarse con grava limpia.

Concluida la excavación, se colocará en el fondo de esta, -- una plantilla de grava de 5cm. de espesor, continuando con la co-- locación de las tabletas que constituirán la losa de techo, efec-- tuando la liga estructural con los muros tablestaca.

Se continuará con el armado y colado del firme de compresión y veinticuatro horas después se podrá retirar el primer nivel de-- puntales. En este momento, se procederá a colar el lastre de co-- creto y setenta y dos horas después se colocará el material de re-- lleno de acuerdo con lo indicado.

Una vez colocado el material de relleno hasta el desplante-- de la capa de sub-base, se procederá a restituir el pavimento de-- la calzada San Antonio Abad, de acuerdo con las indicaciones de - la especificación General de Pavimentos.

IV.III.b.EXCAVACION Y ESTRUCTURACION DEL CAJON DEL METRO.(SEGUNDA FASE DEL TUNELEO).

Se empezará a bombear dos días antes de iniciar la excava-- ción en cualquier etapa del tuneleo, los pozos que se pondrán en-- operación serán aquellos que se localicen a una distancia de 20m. contados a partir del pie del talud del frente de excavación.

El bombeo se suspenderá en la etapa de excavación atacada, - una vez colada la losa de piso correspondiente.

Restituida la superficie de rodamiento de la avenida, podrá-- iniciarse la excavación para la construcción del cajón de metro-- mediante tuneleo falso del tramo en cuestión.

La excavación se iniciará por el interior del cajón y en etapas de 3.00m. de longitud con un talud de avance cuya inclinación será 1:1, el cual se deberá respetar durante todo el proceso hasta alcanzar el muro tapón correspondiente. Esta excavación podrá realizarse por ambos frentes en forma simultáneamente.

Para cada etapa la excavación se iniciará a partir del nivel inferior (intrados) de la losa de techo ya colocada, y se suspenderá momentáneamente 30cm. abajo del segundo nivel de puntales procediendo de inmediato a su colocación en la elevación correspondiente, ver figura No. 6.

Se continuará con la excavación hasta 30cm. abajo del tercer nivel, para proceder a la colocación de este nivel de apuntalamiento en forma inmediata en su nivel correspondiente. En este momento se podrá retirar el segundo nivel de puntales.

Se continuará con la excavación hasta el máximo nivel de proyecto; inmediatamente después se procederá a colar una plantilla de concreto pobre de 10cm. de espesor provisto con aditivo acelerante de fraguado. Antes de llegar a la profundidad de proyecto se deberá tener disponible y al pie de la obra el acero de refuerzo de la losa inferior del cajón. El colado de la plantilla deberá efectuarse en un período máximo de 5 horas, contadas a partir del momento de alcanzar el nivel máximo de excavación.

Colada la plantilla se armará, cimbrará y colará la losa inferior, ligándola con los muros tablestaca y dejando las preparaciones necesarias para la liga estructural posterior con la losa de la etapa adyacente. Veinticuatro horas después de colada la losa de piso se podrá retirar el tercer nivel de puntales, así como iniciar la excavación de la etapa siguiente.

IV.IV.SUBTRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS CADENAMIENTOS 14+653.234 AL-14+660.734 Y DEL 14+672.563 AL 14+680.063.

La excavación, apuntalamiento y construcción de estas zonas se llevará a cabo de acuerdo con lo indicado en el inciso IV.III de este escrito, teniendo en cuenta lo siguiente:

La sección y su apuntalamiento propuesto puede verse en la -
figura No. 7.

Alcanzado el nivel máximo de excavación, se colará la planti
lla y la losa de fondo, para veinticuatro horas después retirar--
el tercer y primer nivel de puntales.

En las etapas adyacentes a los muros tapón, deberán dejarse--
en la losa de piso las preparaciones necesarias para la coloca --
ción posterior de las columnas metálicas C-1. Estas preparaciones
quedarán ahogadas durante el colado de la losa de piso, y estarán
constituidas por placas base y anclas, las cuales deberán soldar--
se el armado de la misma. Cabe aclarar que estas columnas forma--
rán parte de la estructura de contención para el cruce bajo la lí
nea 2 y que se retirarán una vez concluido este.

IV.V.ZONAI(CRUCES CON LA LINEA 2 DEL METRO).

Para iniciar los trabajos en el cruce con la línea 2 del me--
tro, será condición necesaria haber concluido con la construcción
de las zonas adyacentes ya descritas, así como todos los trabajos
previos tendientes a mejorar las propiedades mecánicas del subsue
lo del sitio de proyecto, y haber colocado la estructura metálica
necesaria para la contención de lo que en lo subsecuente será el
techo y las paredes de la excavación de este cruce. Estas activi--
dades se citan a continuación:

a.1.- De manera inicial, se deberá realizar la colocación median--
te el proceso de "Tubo Empujado", de los cajones metálicos cuya -
función será la de contener el techo de la excavación durante el
proceso constructivo descrito en párrafos subsecuentes, ver figu--
ra No. 8.

Estos cajones tendrán una sección de 0.80 x 1.20 m. y esta--
rán formados por 4 placas metálicas, las 2 horizontales con un es
pesor igual a 1.9 cm. y las 2 verticales de 0.95 cm. como detalle
importante estos cajones deberán tener 2 "cejas" en su parte infe
rior con una longitud de 5.00 cm., definidas por la prolongación -
de las placas horizontales inferiores.

Para la colocación de estos cajones, será necesario instalar tanto las estructuras temporales que sustentarán el andamiaje requerido, como las que proporcionarán la reacción necesaria para el empujado de los cajones metálicos por medio de gatos hidráulicos y cuñas constituidas por placas metálicas, vigas de madera o cilindros de concreto o acero. Estos cajones se deberán empujar por un solo frente de ataque, el cual deberá ser la vialidad oriente de la calzada de Tlalpan, y como elemento de reacción se utilizará el muro-trabe ubicado en la transición de galibos verticales y paralelo al muro tapón, mientras que los gatos hidráulicos deberán desarrollar en conjunto una fuerza mínima de 180.0 toneladas, para el empujado de cada cajón.

Para la instalación de dichos cajones se llevará a cabo una ranura en los muros tapón, con objeto de descubrir una área con suelo, lo suficientemente amplia para el paso de los cajones. Esta ranuración se llevará a cabo en etapas, correspondientes cada una al ancho del cajón metálico, dejando una sección de muro sin afectar en la cual se apoyarán las estructuras para su hincado. La secuencia de "empujado" se muestra en la figura No. 9.

Los cajones se instalarán en cuatro tramos de igual longitud uniendo por el interior cada segmento ya colocado con el siguiente por instalar, mediante placas unión metálicas de 50 x 75 cm. que deberán soldarse simétricamente en las juntas, en el techo y piso del cajón metálico.

Ranurado el muro tapón en su primera etapa se procederá a la colocación del primer cajón en su posición, para lo cual se deberá colocar el primer tramo del mismo y "empujarlo" una longitud de aproximadamente 0.90m. En este momento se deberá extraer el material de rezaga del interior del cajón, para proceder nuevamente a empujar el cajón la misma cantidad (0.90m.) y así sucesivamente. Al concluir con este subtramo, se deberá realizar la unión del siguiente, y repetir las actividades anteriores. De esta forma se deberán colocar los cajones restantes.

Durante todo este proceso de colocación de los cajones metálicos, se deberá garantizar la trayectoria de dichos cajones, tanto horizontal como verticalmente. Para realizar lo anterior, se propone la utilización de unos "Cables Guía", que se deberán colocar previa perforación en el suelo en sentido poniente a oriente, ligandolos estructuralmente por el interior de los cajones, para posteriormente ejercer una tensión en los mismos, ayudando con esto al proceso de empujado.

No obstante que estos cajones se deberán colocar sólo por un frente de ataque, (vialidad Oriente de la calzada de Tlalpan) se deberá prever ranurar simétricamente en la vialidad contraria el muro tapón de la manera antes descrita, para permitir la salida de los mismos, ver figura No. 10.

b.1.- Concluida la colocación de los cajones metálicos, se procederá a hincar el sistema de ademe lateral constituido por secciones tubulares y guías longitudinales entre ellos, para lo cual se demolerán lateralmente ambos muros tapón (entrada y salida); se recomienda hincarlos también a partir de la vialidad Oriente. Esta ranuración se propone se haga en tres partes iguales de la altura total del muro tapón, deteniendo dicha demolición hasta no haber hincado el ademe correspondiente a esa etapa. Para realizar el hincado anterior se requerirá una fuerza mínima de 46.0 toneladas para cada tubo, la cual deberá proporcionarse mediante gatos hidráulicos. Estas secciones tubulares se hincarán por tramos de 2.0m. que deberán soldarse entre sí, para atravesar de lado a lado la zona del cruce. El hincado de estas viguetas se realizará iniciando en la parte superior y concluyendo con una sección tubular, en la parte inferior. Las figuras No. 11 y 12 de este escrito muestran la colocación del ademe lateral hasta esta etapa.

c.1.- Cabe aclarar que los trabajos previos a realizar en este cruce para el mejoramiento del subsuelo así como los trabajos correspondientes a la colocación de las estructuras de contención del techo y las paredes de la futura excavación.

Se ejecutarán sólo por las noches después de quedar fuera de circulación el convoy, no siendo necesario esperar a desenergizar la línea 2, y de acuerdo con las indicaciones que a continuación se presentan. Cabe aclarar que una vez concluidos los trabajos-- antes mencionados, las jornadas de trabajo cambiarán completamente, debiendo establecerse los frentes y turnos de trabajo necesarios con el fin de no interrumpir en ningún momento de las veinti cuatro horas del día los trabajos de excavación y estructuración en este cruce.

IV.V.a.- EXCAVACION Y CONSTRUCCION.

La excavación y construcción de la sección del cajón de metro de la línea 8 que cruzará bajo la estructura correspondiente a la línea 2, se realizará por etapas una vez que se haya concluido el tuneleo falso bajo ambas vialidades de la calzada San Antonio Abad, así como los trabajos previos citados en los párrafos anteriores, ver figuras 13 a la 21.

1ª ETAPA.

Antes de realizar cualquier tipo de excavación, se deberá llevar a cabo la colocación de las vigas verticales V-2 que formarán parte del apoyo externo, y sobre la cual se deberán colocar los tres niveles de puntales indicados en la figura No.13. Estos marcos se calzarán en su extremo inferior con cuñas de madera, y estarán provistos de apuntalamiento horizontal en tres niveles, según se indica en las figuras No. 13 y 14. Asimismo se colocarán las vigas metálicas externas TM-2, cuya sección es de 0.40 x 0.80 m y las cuales están formadas por 4 placas, ranurando los muros--tablestaca a fin de alojarlas en ellos. Estas vigas se deberán soldar a placas metálicas previamente niveladas y soldadas al armado del muro para proporcionar continuidad estructural y posteriormente se rellenarán las ranuras con un concreto provisto con un estabilizador de volúmen. Posteriormente se colocarán las columnas metálicas C-1, garantizando que estas reciban a las trabes o vigas portantes TM-2.

Sobre estas vigas portantes deberán apoyarse los cajones metálicos colocados durante los trabajos previos, quedando así constituido el sistema de contención del techo de la excavación, considerando como techo, una parte de suelo y la estructura de la línea 2. Las figuras No. 13 y 14 muestran la disposición final que deberá tener este sistema.

2ª ETAPA.

En este momento se estará en condición de iniciar la excavación de la primera etapa en este cruce, para lo cual se demolerá el muro tapón Oriente hacia la profundidad máxima de proyecto, debiendo conformar en el frente y durante todo el proceso siguiente un talud 0.25 : 1 (horizontal a vertical). La longitud para esta etapa de estructuración se indica en la figura No.15.

Durante este proceso de excavación, se deberán colocar entre los cajones metálicos del techo, polines de sección 4" x 4" a manera de "cama", apañados uno tras otro y a todo lo largo de la sección de cruce, utilizando para ello las "cejías" que se dejaron en dichos cajones, y realizando una sobreexcavación que permita llevar a cabo las maniobras para la colocación de los polines, -- los cuales y una vez ubicados en su posición, deberán acuñarse -- con madera, esto con el fin de garantizar el contacto con el suelo confinado entre ellos, evitando desprendimientos del mismo, -- ver figura No. 16.

3ª ETAPA.

Una vez concluida la excavación en su primera etapa, se cederá a colocar las vigas madrina V-3 excavando localmente para ello. Estas vigas se soldarán al ademe lateral, y se apuntalarán con tres niveles de puntales tubulares, ver figura No. 15. Habiendo colocado estos puntales, se estará en posibilidad de iniciar la excavación y construcción en la segunda etapa (lado Poniente) cu ya longitud será también de 1.70m, siguiendo los lineamientos enunciados en los párrafos siguientes, aclarando que durante ésta etapa se demolerá el muro tapón de ese lado, ver figura No.17.

Asimismo, y en ambas etapas, se deberá proteger el talud de la excavación mediante la colocación de tela de alambre del tipo "gallinero" y mortero cemento-arena 1:3 en peso del cemento; al mismo tiempo se colará una plantilla de concreto simple de 10cm. de espesor, en un tiempo no mayor de 3 horas contadas a partir del momento en que se alcance el nivel máximo de excavación de la misma. Tres horas después se estará en posibilidad de colocar el armado y realizar el colado de la losa de piso de esta etapa, colándola contra el ademe lateral, y dejando en ella las preparaciones necesarias para su liga posterior con los muros estructurales de la sección, así como con la losa de la etapa siguiente. El tiempo máximo a transcurrir para el armado y colado de la losa de piso será de 12 horas contadas a partir del momento en que la plantilla alcance su fraguado inicial.

4ª ETAPA.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso se continuará con el armado y colado de los muros estructurales de la etapa. Estos muros se colarán contra el ademe lateral quedando por consiguiente ahogados los tubos del mismo durante esta actividad- ver la figura No. 12. En estos muros estructurales se colarán hasta el nivel de intrados, debiendo dejar en ellos las preparaciones necesarias para su liga posterior con la losa de techo, la cual podrá construirse ocho horas después de colados estos muros.

5ª ETAPA.

Se cimbrará, armará y colará la losa de techo de las sección contra el lecho inferior de los cajones metálicos y de las "camas de polines", ver figura No. 12.

Cabe aclarar que, este colado se realizará por el frente de avance, utilizando el espacio generado por el talud de la excavación, hacia atrás y mediante concreto "Bombeado", provisto con aditivos fluidizante y estabilizador de volúmen, y cuyo revenimiento deberá verificarse en su momento.

Durante la construcción de esta losa se deberán dejar en -- ella las preparaciones necesarias para realizar posteriormente--- la inyección de contacto, que garantizará que la losa reciba efeg-- tivamente la estructura de contención, el suelo y la estructura-- de la línea 2 del metro.

6ª ETAPA.

Se continuará el proceso de estructuración realizando la ex-- cavación de la zona central veinticuatro horas después de colada-- la losa de techo de la segunda etapa, o bien una vez colocadas -- las vigas mdrinas verticales interiores (V-3) y su apuntalamiento respectivo de las etapas 1 y 2, debiendo al concluirlo, colar la-- plantilla de 0.10m. de espesor hasta el paño de ambas vigas V-3, colando además la losa de piso hasta 0.50m. antes del citado paño ver figura No. 18.

7ª ETAPA.

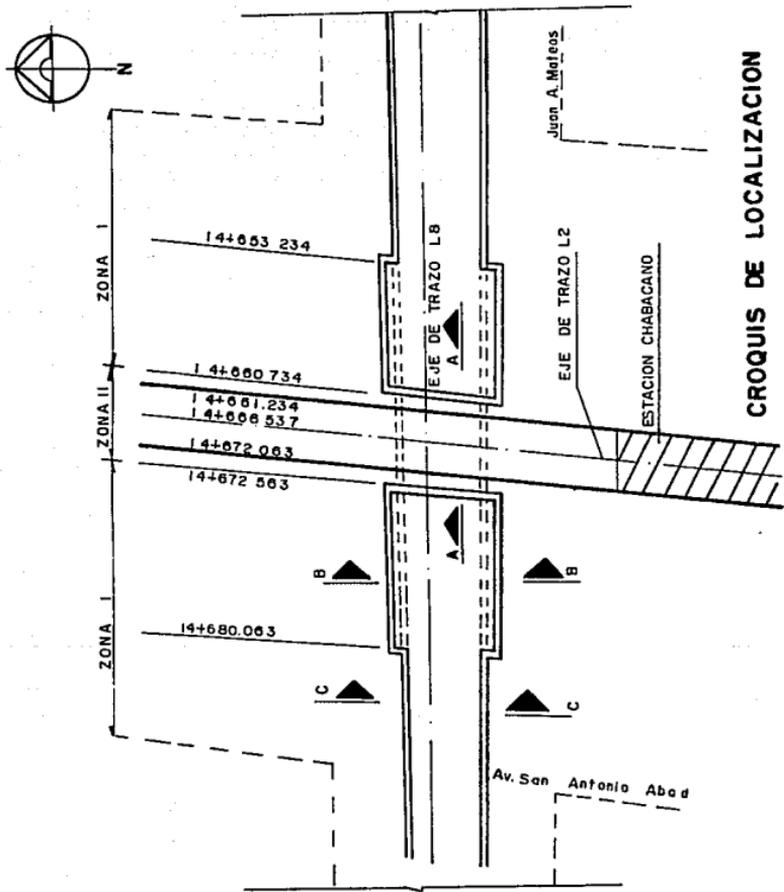
Se construirán los muros estructurales y la losa de techo de la zona central de acuerdo con lo indicado para la primer etapa, -- y setenta y dos horas después de esto último, se podrán retirar-- los puntales y las vigas mdrinas V-3, para proceder finalmente-- a la construcción de la plantilla, losa de piso, muros y losa de-- techo en las 2 "franjas" restantes, ver figura No.19.

8ª ETAPA.

Veinticuatro horas después de colada la losa de techo en es-- tas ultimas "franjas", se podrán retirar las vigas mdrina V-2--- (marcos externos) y sus puntales, para proceder a cortar las vi-- gas V-1 para realizar el armado, cimbrado y colado del muro es -- tructural que se unirá con las tablestacas de las zonas adyacen-- tes, ver figuras No. 20 y 21.

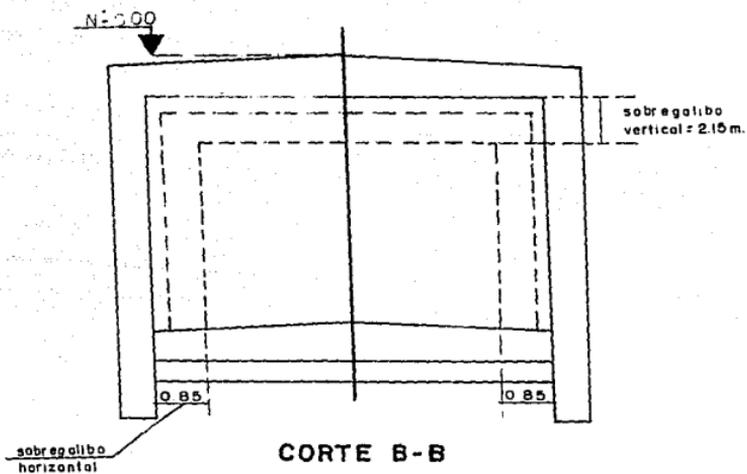
9ª ETAPA.

Por último y cuando todos los elementos de la sección hayan alcanzado su resistencia especificada, se cortarán y/o retirarán tanto los cajones metálicos que quedaron fuera de la zona de construcción, como las vigas portantes externas (TM-2), y las columnas también metálicas (C-1), procediendo a realizar el armado, cimbrado y colado de las uniones estructurales de las losas del cajón del cruce con las correspondientes de las zonas adyacentes, formando con ello una estructura continua.



CROQUIS DE LOCALIZACION

FIGURA No 1



SECCION MODIFICADA PARA CRUCE CON L-2

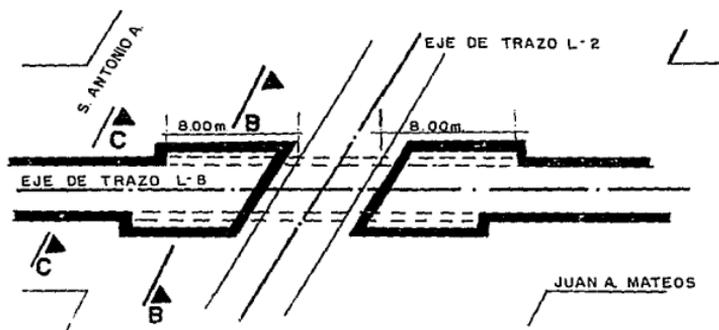
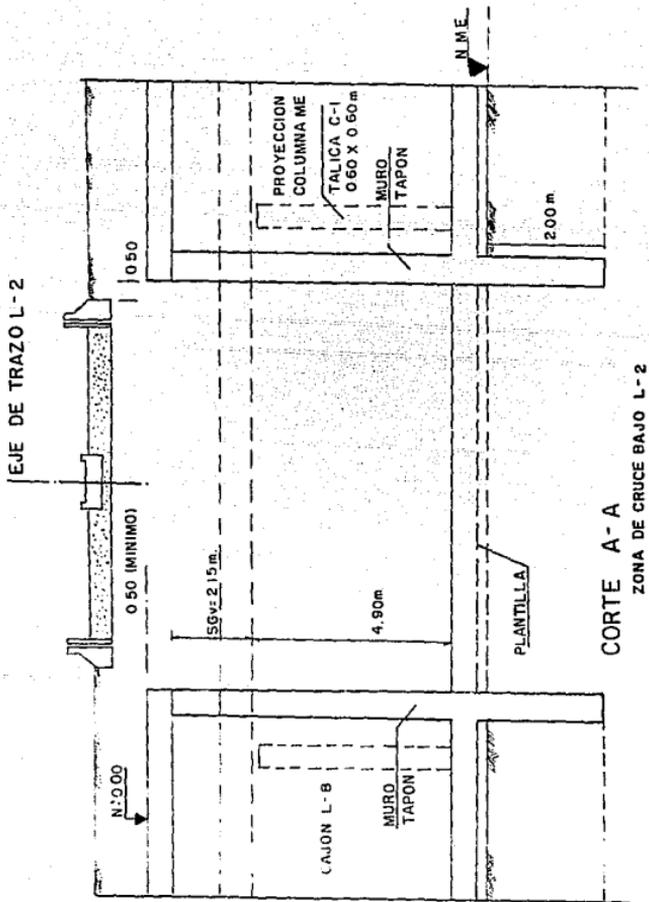


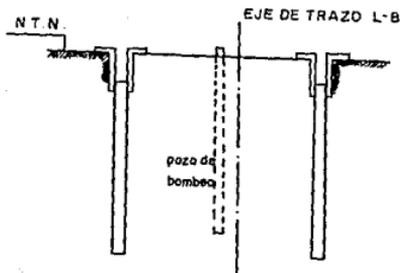
FIGURA No. 2



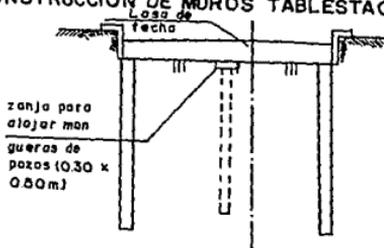
SGv = sobregalibo vertical

N.M.E. nivel máximo de excavación

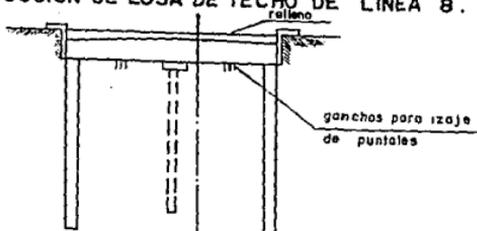
FIGURA No. 3.



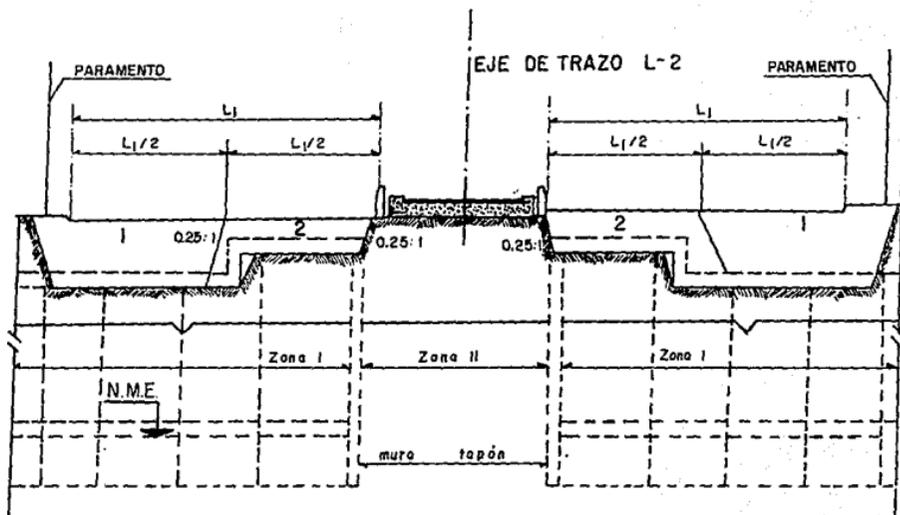
A) CONSTRUCCION DE MUROS TABLESTACA Y POZOS DE BOMBEO



B) CONSTRUCCION DE LOSA DE TECHO DE LINEA 8.

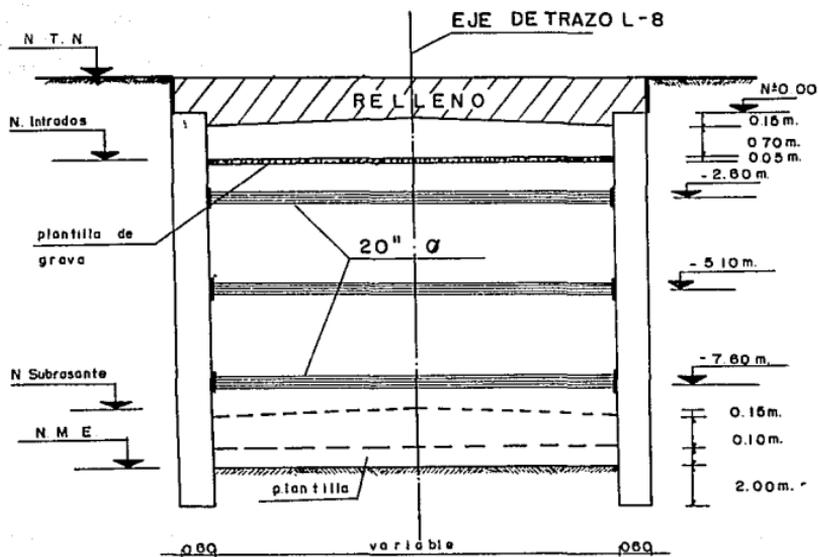


C) COLOCACION DE RELLENO SUPERIOR



CORTE A-A
 EXCAVACION A NIVEL INTRADOS PARA CONSTRUCCION
 DE LOSA DE TECHO DE LA LINEA 8

N.M.E. nivel máximo de excavación



CORTE B-B

FIGURA No. 7

CORTE B-B

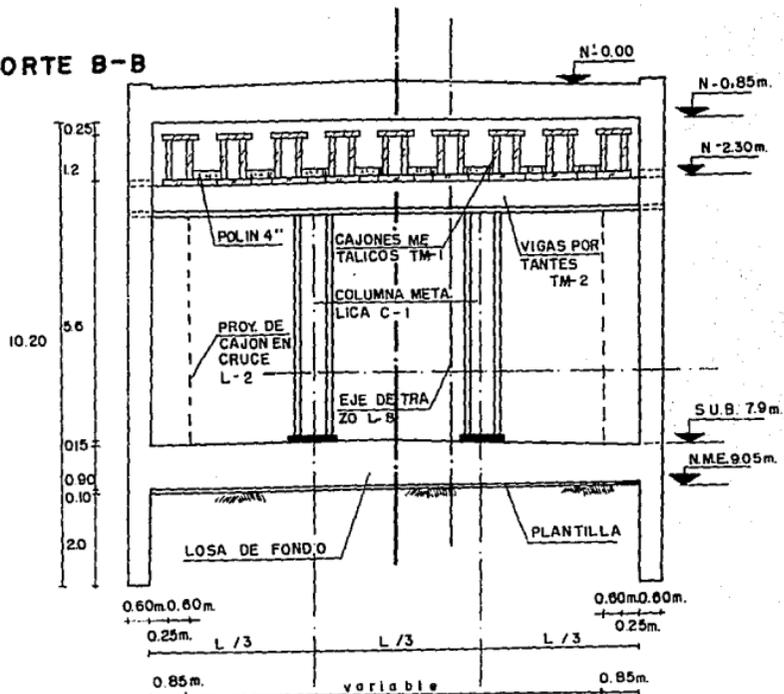
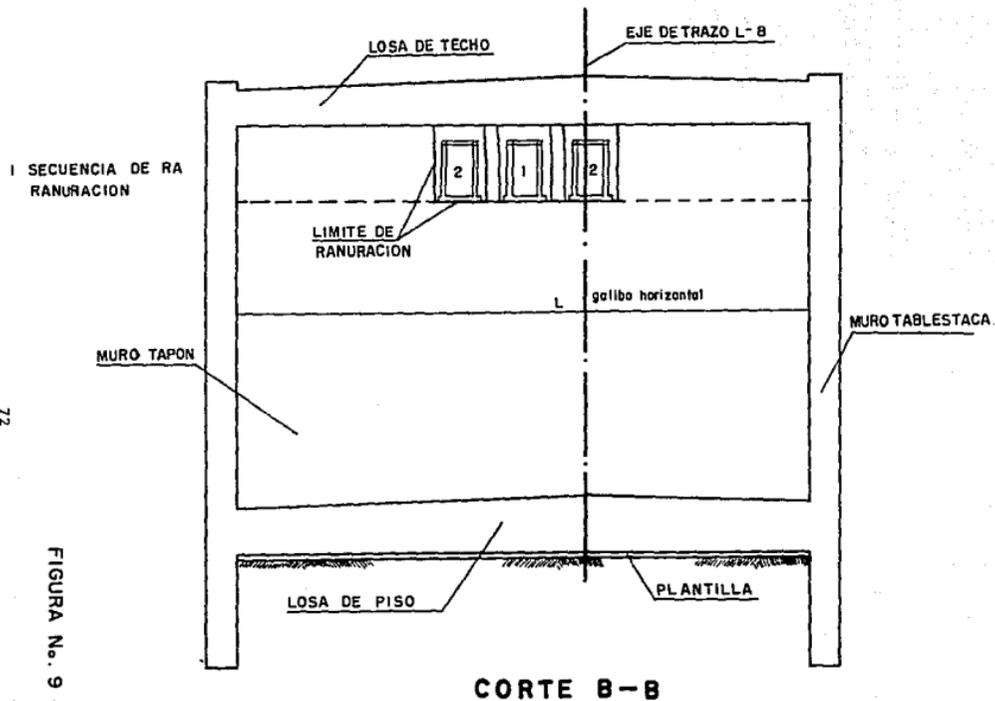
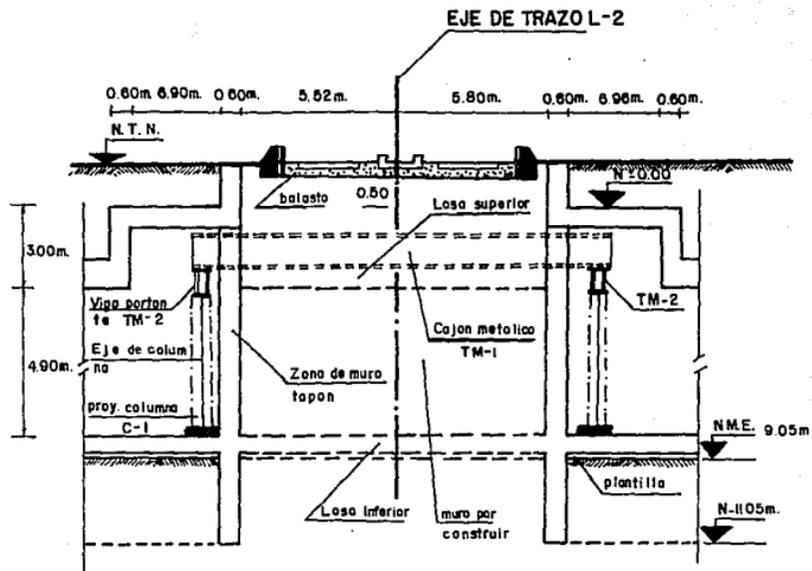


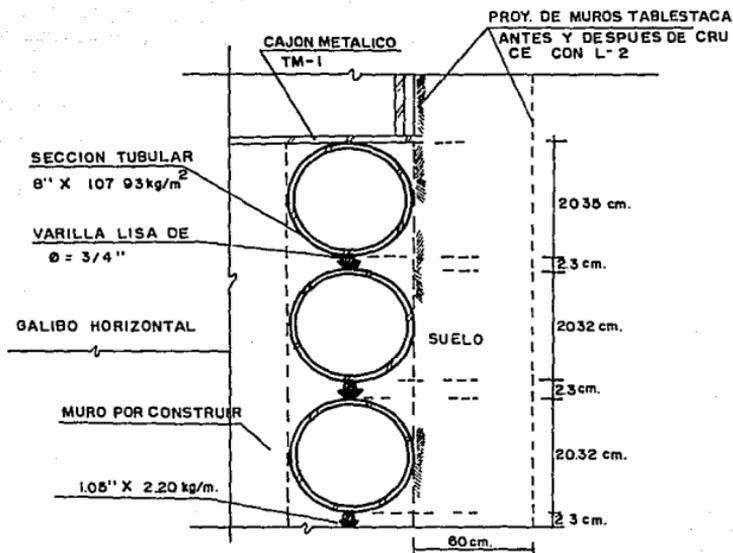
FIGURA N.º 8





CORTE — A — A

FIGURA N.º 10

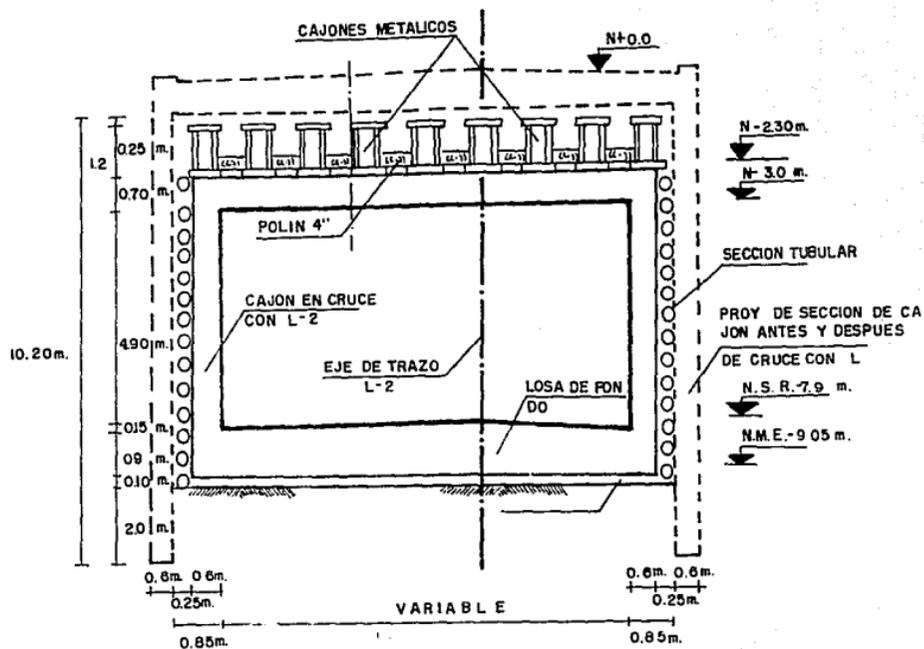


ADEME LATERAL (V-1)

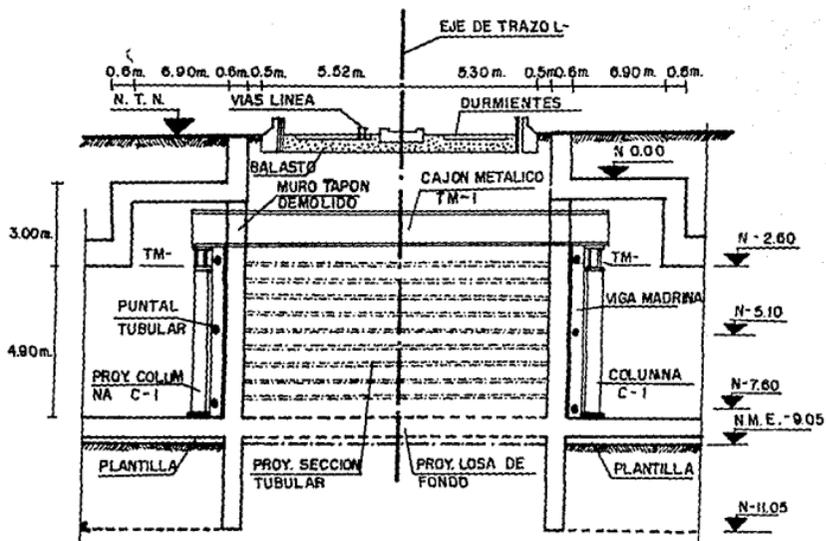
FIGURA No. 11

75

FIGURA N.º 12



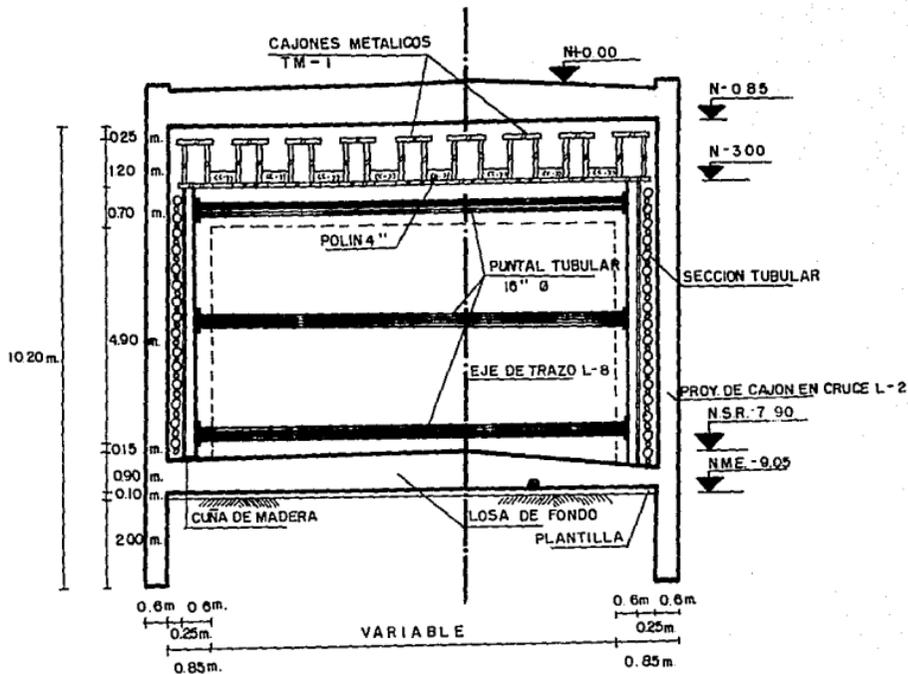
CORTE B-B



CORTE LONGITUDINAL A-A

77

FIGURA No. 14



CORTE B-B

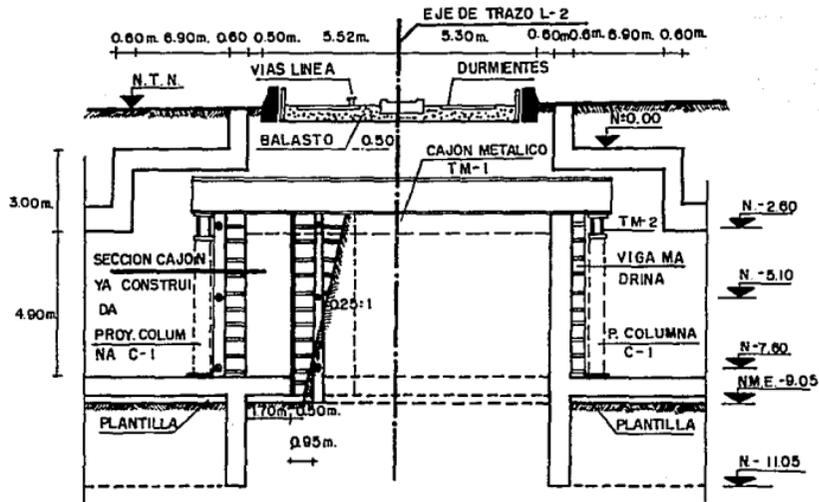


FIGURA No. 15

CORTE LONGITUDINAL A-A
 (PRIMERA ETAPA DE ESTRUCTURACION)

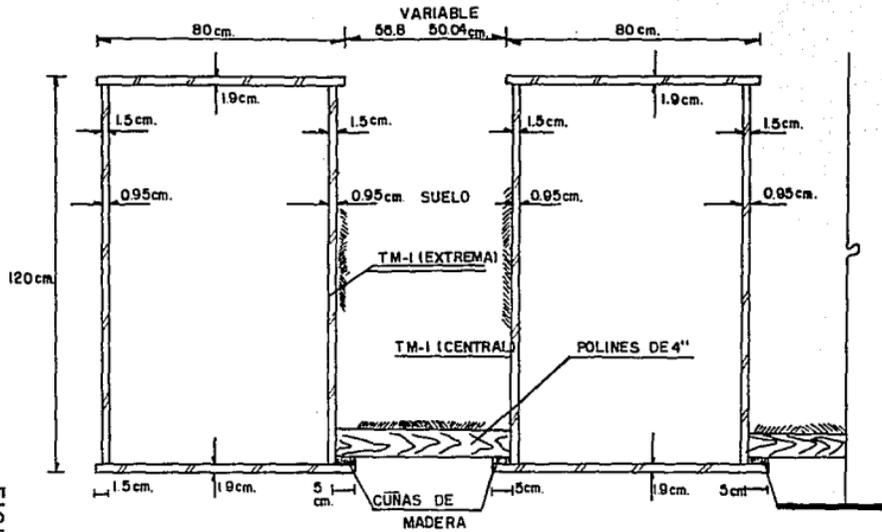
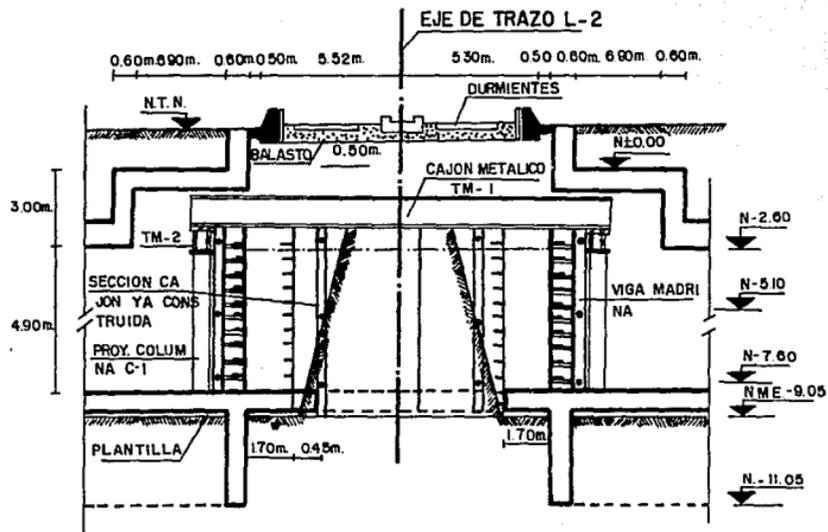


FIGURA No. 16

CAJONES METALICOS (TM-1)

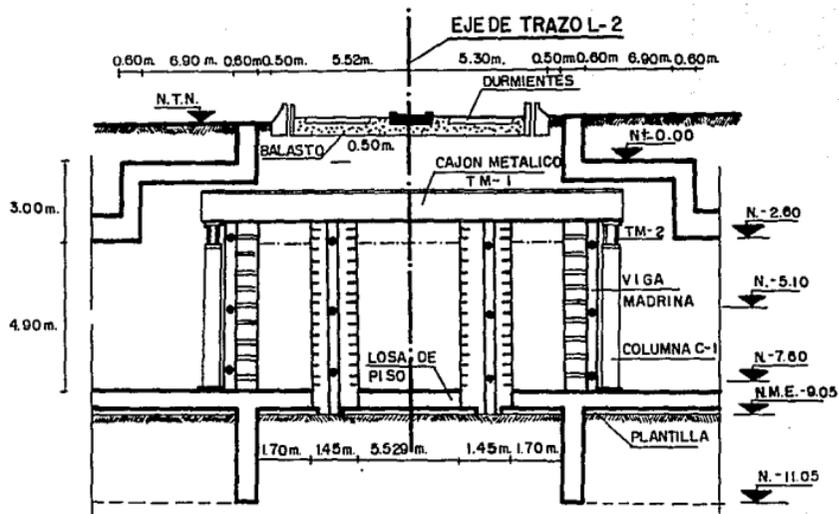
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



80

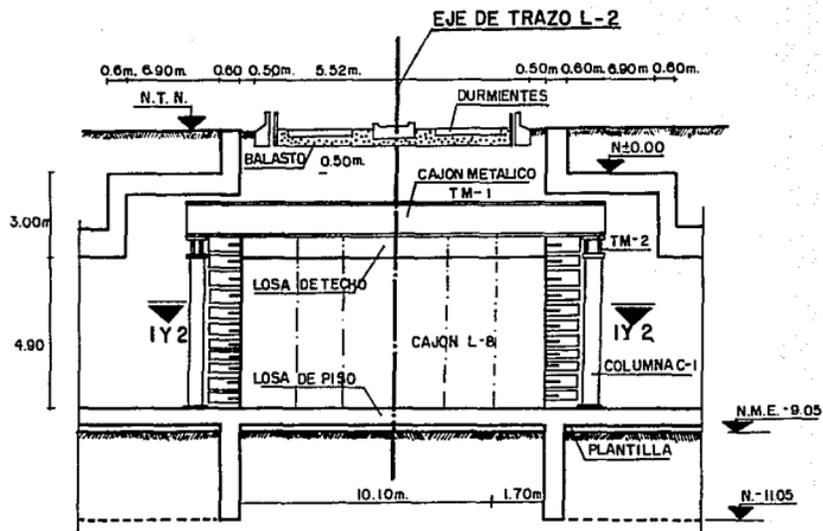
FIGURA No.17

CORTE LONGITUDINAL A-A
 (SEGUNDA ETAPA DE ESTRUCTURACION)



CORTE LONGITUDINAL A-A
(TERCERA Y CUARTA ETAPAS DE ESTRUCTURACION)

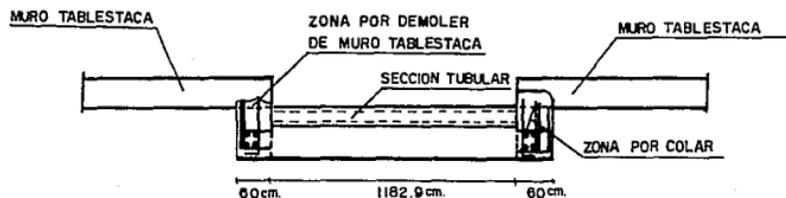
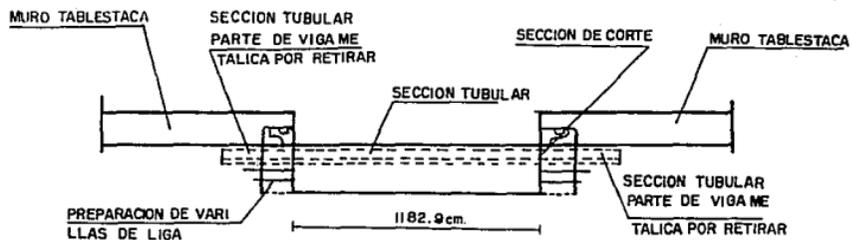
FIGURA No. 18



CORTE LONGITUDINAL A-A
(QUINTA ETAPA DE ESTRUCTURACION)

FIGURA No. 19

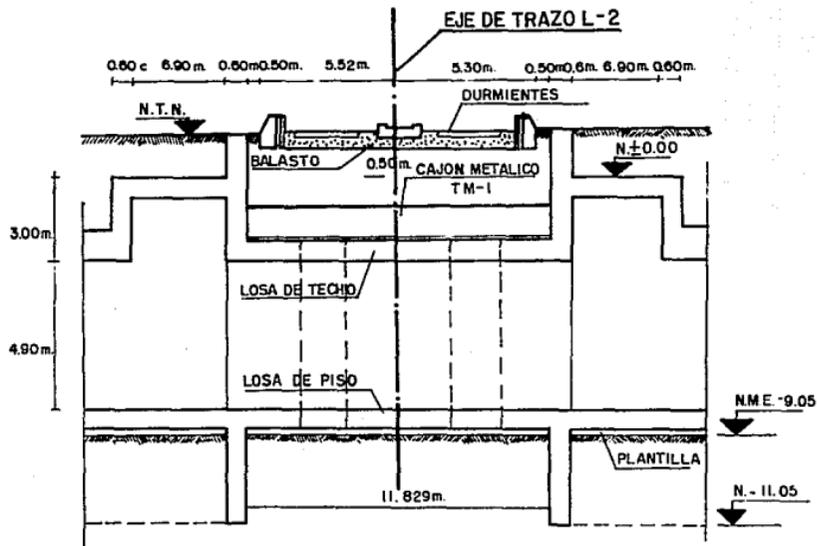
CORTE 1-1



CORTE 2-2

83

FIGURA N.º 20



CORTE LONGITUDINAL A-A

FIGURA No. 21

V.- CONCEPTOS ESTRUCTURALES Y SU APLICACION EN LOSA DE CIMENTACION, MUROS DE CONCRETO Y COLOCACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

En éste capítulo trataremos a groso modo los conceptos estructurales, debido a que nuestro tema se enfoca primordialmente al proceso constructivo. Para el caso de plantillas se utilizarán concretos pobres de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia a la compresión y agregado grueso de $1 \frac{1}{2}''$, utilizandolos en general para toda la obra.

En losa de fondo la resistencia del concreto es de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con agregado de $1 \frac{1}{2}''$. En el caso particular de las losas de fondo se ligan con los muros estructurales y/o muros de acompañamiento, a su vez en todo el trazo de la línea lleva su respectivo sistema de drenaje en ambos sentidos.

Para el caso de tablestacas de acompañamiento su resistencia a la compresión es de 150 kg/cm^2 con agregado grueso de $3/4''$ y se fabrican en obra. En la mayoría de los casos, y en particular en nuestro tramo (Chabacano-Obrera) la forma de colocar las tablestacas de acompañamiento fue de acuerdo a las necesidades de la mecánica de suelos y principalmente a los grandes empujes que generan las construcciones alledañas. Las tablestacas estructurales tienen una resistencia de 250 kg/cm^2 , acero de refuerzo con módulo de fluencia $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ y tamaño máximo de agregado de $3/4''$.

En todos los casos el peso volumétrico del concreto normal es de 2.2 ton/m^3 . El recubrimiento libre será como sigue:

En tablestacas = 7 cm.

Losas y muros = 5 cm.

y en elemento con espesores menores ó iguales a 20 cm. = 3 cm

Todas las varillas se colocarán en un solo lecho, excepto -- donde se indique claramente otra cosa y su distancia libre será-- como mínimo 2 veces el diámetro del refuerzo del diámetro máximo-- del agregado grueso.

La separación indicada entre varillas es de centro a centro. Los traslapes, ganchos, escuadras, etc. que no lleven acotaciones se ajustarán de acuerdo a las necesidades de proyecto. Las varillas se rematarán rectas cuando no se indique escuadra o gancho.

La separación de las varillas del armado longitudinal se empezará a contar a partir del paño interior colocando la primera-- a la mitad de la separación especificada, excepto cuando se indique claramente otra medida.

Para el caso de columnas, el acero longitudinal es del número 12 (1 1/2") y con estribos de los números 3 y 4 (3/8" y 1/2") con traslape a tope en el acero longitudinal.

El único caso donde se utilizaron elementos prefabricados--- fue para la losa de techo con "vigas" de 2 tipos de acuerdo a las necesidades constructivas y económicas. El primer tipo de "vigas" para la losa de techo fue la "TPQ", clave que fue asignada por la empresa subcontratada y que sus longitudes llegaron a ser de hasta 17.00 m. en el caso de estaciones y en particular nuestro tramo en estudio. Su sección es semi-cuadrada con concretos de alta-resistencia y torones de acero con módulo de fluencia de hasta -- los 20,000 kg/cm².

La desventaja con éstas secciones es su alto costo por unidad con relación al otro tipo de vigas(las doble "T" invertidas).

En el caso de las "vigas" doble "T" invertidas, en su patin-- tenemos colocados torones de acero(variando el número de acuerdo-- a la longitud de la viga) para el esfuerzo de tensión.

Este tipo de viga, trae consigo preparaciones de acero por lo que en obra el acero de refuerzo serán de acuerdo a las necesidades estructurales de proyecto además colando con concreto premezclado la capa a compresión, por lo que por éstas dos razones-- (acero y capa de compresión) su costo en comparación con las vigas "TPQ" es mucho menor.

El proceso de colocación es muy tradicional, utilizando gruas de hasta 70 toneladas de capacidad para el caso de vigas "TPQ". La forma de izaje se reduce a lo siguiente: se colocan en forma frontal, apoyándolas y ligándolas a los muros estructurales con las preparaciones ya existentes.

VI .- CONCLUSIONES.-

- El sistema de transporte colectivo es y será la solución de---
movilización masiva de la ciudad capital.
- La línea 8, le dará flujo a la zona Oriente junto con las líneas 1 y A , debido a que ésta zona es una de las más conflictivas por la colindancia con el municipio más poblado del Estado de México(Netzahualcoyotl).
- El procedimiento de construcción de los muros de concreto dan gran avance desde su trazo, colocación de armado y colado.
- Los muros de acompañamiento rigidizan más la estructura en el -- caso particular de colindancia con construcciones de magnitud -- considerable.
- La solución adoptada para el cruce de la línea 8 con la línea 2 fue la más acertada desde el punto de vista estructural y constructivo.
- La intercepción del trazo de la línea del metro con las líneas-- de servicio municipal(telefonos,CFE, agua potable, red sanitaria, etc.) tiene mucho impacto en el programa de obra y en el presupuesto.
- La estación Chabacano tiene pasarelas de correspondencia con lo que se agilizará el trasbordo de la línea 8 hacia la 9 y la 2 y-- viceversa.
- La combinación tanto de elementos hechos en obra como elementos prefabricados dan como resultado avances considerables y arquitectónicamente sólo se tienen acabados en estaciones.
- En todo proyecto y obra se tienen que manejar los conceptos de-- economía--funcionalidad, como caso particular podemos mencionar -- las tabletas o vigas doble "T" invertidas.

-La optimización de los conocimientos técnicos en todos los aspectos (constructivos, mecánica de suelos, topográficos, estructurales, etc.) dan como resultado la eficaz realización de todo proyecto.

-En todo proyecto u obra la mecánica de suelos juega un papel destacado, tal es el caso de los muros de contención, que en función al tipo de suelo, nivel de aguas freáticas (N.A.F.), empuje generado, etc. se diseñan y la excavación por etapas y estratos, evitando así el fenómeno de subpresión.

-La utilización de un aditivo fraguante (lodo bentonítico) para la consolidación del suelo en el cruce de la línea 2 con la 8 ayudó a no tener problemas de socavación en esta parte, debido a como ya es sabido la línea 2 no tiene una cimentación adecuada, por lo que la colocación del aditivo fue a base de inyección.

-Una de las ventajas del trazo del tramo en estudio (chabacano-obrera) es que la construcción se realiza a lo largo de avenidas secundarias, es decir que la interrupción del flujo vehicular se hace de forma local.

-El abatimiento del nivel de aguas freáticas es primordial para el avance de la obra, con la colocación adecuada de pozos con lo que hace la superficie trabajable para el desplante de los elementos.

-La óptima canalización de los recursos estructurales basados en el Reglamento de construcciones, hace que la obra metro sea segura y funcional.

-Las medidas de seguridad y capacidad técnica hacen de la obra un proceso confiable y encaminado hacia la culminación.

-La tecnología avanzada en el campo de la construcción dan como resultado la fabricación de elementos prefabricados, con gran capacidad de reacción (carga) y notables repercusiones en todo programa de obra.

-La coordinación de instituciones públicas(Covitur) y privadas-- (I.C.A. , Rioobo, electrometro, etc) debidamente llevan a cabo -- planes y fines constructivos en beneficio de la sociedad.

-Esta línea forma parte del actual Plan Maestro del Sistema de--- Transporte Colectivo, con lo que para fines de siglo se tienen--- proyectadas un total de 21 líneas.