

Fig. 126



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA
ESTACION CONSTITUYENTES DE LA LINEA 7
DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
DE LA CIUDAD DE MEXICO.**

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

FELIPE ALBERTO MELENDEZ RUBIO



México, D. F.

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

			Página
CAPITULO	I	INTRODUCCION	1
CAPITULO	II	ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA ESTACION CONSTITUYENTES Y ETAPAS CONSTRUCTI VAS.	
	2.1	Descripción de la Línea 7 del Metro	7
	2.2	Datos generales de la Estación Constituyentes	7
	2.3	Elementos que la integran	9
	2.3.1	Lumbrera	9
	2.3.2	Túnel de Unión	9
	2.3.2	Túnel de Distribución	9
	2.3.4	Túnel de Andén	9
	2.3.5	Subestaciones	10
	2.3.6	Local Técnico	10
	2.3.7	Accesos	10
	2.4	Etapas Constructivas	12
CAPITULO	III	LUMBRERA	
	3.1	Procedimiento Constructivo de la Lumbrera de la Esta-- ción Constituyentes	14
	3.1.1	Datos Generales	14
	3.1.2	Abatimiento del nivel freático	15
	3.1.3	Construcción de la Lumbrera	18
CAPITULO	IV	TUNEL DE UNION	
	4.1	Datos Generales	29
	4.2	Emportalamiento y trabe de borde	29
	4.3	Procedimiento Constructivo del Túnel de Unión	34

CAPITULO	V	TUNEL DE ANDEN	
	5.1	Datos Generales	45
	5.2	Ciclo del trabajo para realizar la Construcción del - Túnel de Andén "A"	45
	5.2.1	Excavación de la Sección	49
	5.2.2	Rezaga del material producto de excavación	49
	5.2.3	Colocación del concreto lanzado	49
	5.2.4	Colocación del revestimiento definitivo	52
	5.3	Ciclo de trabajo para realizar la construcción del - Túnel de Andén "B"	56
CAPITULO	VI	TUNELES DE DISTRIBUCION	
	6.1	Datos Generales	64
	6.2	Revestimiento Provisional	67
	6.3	Revestimiento Definitivo	73
	6.4	Pasarela de cambio de Andén	73
CAPITULO	VII	SUBESTACION	
	7.1	Datos Generales	79
	7.2	Colocación del ademe provisional	83
	7.3	Colocación del revestimiento definitivo	86
CAPITULO	VIII	ACCESOS	
	8.1	Acceso Oriente	87
	8.2	Acceso Poniente	104
CAPITULO	IX	MATERIALES Y SU CONTROL DE CALIDAD	
	9.1	Concreto Lanzado	112
	9.1.1	Aspectos Generales	112
	9.1.2	Materiales	112
	9.1.3	Equipo, Mezclado y Aplicación del Concreto Lanzado	116

9.1.4	Resistencia especificada del concreto lanzado ..	118
9.1.5	Mezclado de prueba	119
9.1.6	Control de Calidad	120
9.2	Ancias de Fricción	123
9.2.1	Datos Generales	123
9.2.2	Especificaciones de Materiales y Procedimiento - de Colocación	123
9.3	Concreto Hidráulico	129
9.3.1	Generalidades	129
9.3.2	Suministro	130
9.3.3	Pruebas de Calidad	130
9.3.4	Inyecciones de Contacto	131
9.4	Acero de Refuerzo	131
9.5	Instrumentación de los Túneles	132
9.5.1	Objeto de la Instrumentación	132
9.5.2	Ubicación de las Secciones de Instrumentación .	132
9.5.3	Instrumentos a colocar en las secciones de - - Instrumentación	132
9.5.4	Periodicidad de las Observaciones	143
9.5.5	Instalaciones, Observaciones e Interpretaciones de las Mediciones	145
9.5.6	Presentación de los Resultados de la medición .	146
CAPITULO	X CONCLUSIONES	147

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Durante los últimos años, la ciudad de México ha crecido a un ritmo -- acelerado y sin una planificación adecuada, siendo actualmente una de las -- más pobladas en el mundo y según estudios realizados para el año 2000 será -- la más poblada en el mundo, por lo tanto, urge tomar decisiones que contem-- plen el futuro del desarrollo nacional, primordialmente en relación al proce-- so de industrialización y desarrollo urbano del país.

El problema del transporte urbano no es sino uno más de los muchos y - graves problemas, que requieren solución en éste país. Para resolverlo, el - gobierno de la República decidió crear en 1977, la Comisión de Vialidad y -- Transporte Urbano, cuyas funciones serían las de crear la infraestructura ne-- cesaria para la construcción de líneas del metro y dar facilidades en todos los aspectos a los ciudadanos para su transportación.

La solución propuesta por la Comisión, fué crear el Plan Rector de Via-- lidad y Transporte que contempla todas las acciones tendientes a operar las vialidades futuras y presentes, así como el transporte dentro de la metrópo-- li. Para su realización se dividió en cuatro planes:

- * Plan de Metro
- * Plan de Vialidad
- * Plan de transporte de Superficie
- * Plan de Estacionamiento

El plan de "Metro" ha sido considerado como el más importante y los -- demás son complemento de éste ya que el metro es el único sistema de trans-- porte que puede trasladar a un mayor número de personas con seguridad y un excelente confort.

Diez años antes de la creación del Plan Rector de Vialidad y Transporte se llevaron a cabo los primeros estudios de metro, los cuales se realizaron con asesoría Francesa y comprenden la primera etapa del metro. Para llegar a determinar la configuración de la red, se tomaron dos alternativas; la primera en cruz, con una línea Norte-Sur y otra con dirección Oriente-Poniente y la segunda en anillo que cubriría el primer cuadro de la ciudad. De las dos soluciones se concluyó que el trazo que brindaba mayores ventajas, en cuanto a servicio, era en anillo, ya que cubriría la zona central con tres líneas en vez de dos. Los trazos definitivos de dichas líneas quedaron de la siguiente manera:

Línea 1.- Cruza la Ciudad de Poniente a Oriente comenzando en Ob--servatorio y terminando en Zaragoza con un total de 19 estaciones y una longitud de 17 Kms.

Línea 2.- Corre del Nor-Poniente al Sur de la Ciudad, comenzando en Tacuba y terminando en Tasqueña, con un total de 22 estaciones y una longitud de 19 Kms.

Línea 3.- Corre de Norte a Sur Iniciandose en Tlatelolco y concluyendo en el Hospital General con un total de 7 estaciones y una longitud de 6 Kms.

La segunda etapa de ampliación del metro está constituida por las siguientes líneas:

Línea 3.- Con ampliación hacia el Norte desde la estación Tlatelolco hasta los Indios Verdes con 4 estaciones y una longitud de 5.4 Kms. y --- hacia el Sur hasta la estación Zapata con un total de 5 estaciones y una longitud de 5.3 Kms.

Línea 4.- Con recorrido Norte-Sur desde Martín Carrera hasta Santa-- Anita con 10 estaciones y 10.7 Kms. de longitud.

Línea 5.- Corre del Nor-Poniente de la ciudad al Oriente, desde ---- Pantitlán hasta el Instituto del Petróleo con 15 estaciones y 15 Kms. de Longitud.

Línea 6.- Corre de Oriente a Poniente comenzando en el Rosario hasta llegar al Instituto del Petróleo con 7 estaciones y 8.3 Kms. de largo.

La tercera etapa, contempla las ampliaciones de las Líneas 1,2,3 y 5 así como la construcción de la Línea 7; a continuación se describen las partes que componen esta etapa.

Línea 1.- Ampliación de ésta al Nor-Oriente, desde Zaragoza hasta -- conectarse con la Línea 5 en Pantitlán con solo una estación y 1.9 Kms. de -- longitud.

Línea 2.- Ampliación al Poniente desde Tacuba hasta Cuatro Caminos - con dos estaciones y 4.2 Kms. de largo.

Línea 3.- Se inicia en la estación Zapata y concluye en la Universi_ dad Nacional Autónoma de México; posee cinco estaciones y 6.5 Kms. de longi - tud.

Línea 5.- Incluye la prolongación de un tramo hacia el Norte desde - la estación Instituto del Petróleo hasta la de Politécnico con una longitud - de 980 Mts.

Línea 7.- Descrita de Norte a Sur, iniciándose en la intersección -- con la Línea 2 en la estación Tacuba y prolongándose hasta la estación Barran_ ca del Muerto tiene un total 10 estaciones y una longitud de 12.6 Kms.

Cabe hacer la aclaración de que ésta etapa, la única Línea que ---- actualmente se encuentra en construcción es la 7, en el tramo comprendido --- entre Constituyentes-Barranca del Muerto, es decir, 6 estaciones, de las cua_ les dos se inauguraron el 15 de agosto de 1985 y el resto para diciembre del mismo año.

Por último la cuarta etapa de la Ampliación del Sistema de Transporte Colectivo comprende las siguientes partes.

Línea 7 Norte-Norte.- Actualmente en construcción y corre hacia el-Norte, desde la estación Tacuba a el Rosario, posee cuatro estaciones y nave-depósito y tiene una longitud de 5.6 Kms.

Línea 6 Oriente.- Prolongación hacia el Oriente de la misma, desde-la estación Instituto del Petróleo hasta la estación Martín Carrera de la --- Línea 4; tiene cuatro estaciones y una longitud de 4.7 Kms.

Línea 8.- Tiene un recorrido de Norte hacia el Sur-Poniente de la - ciudad, desde los Indios Verdes hasta el Tezónlte, con 18 estaciones y una -- longitud de 20.7 Kms.

Esta Línea a provocado un debate entre las autoridades del Instituto Nacional de Antropología e Historia y el Departamento del Distrito-Federal ya que el Instituto argumenta que se destruirá el Patrimonio Históri-co de la Ciudad, y el Departamento opina que esto no es cierto ya que se uti_lizará un procedimiento constructivo a base túnel profundo con el que garanti_za que no sufrirán daños las construcciones existentes y además de que se le-dará oportunidad al Instituto de que en caso de existan hayázos se pueden -- rescatar. Por lo pronto, a la fecha se cuenta con el proyecto y se está ---- en espera de una solución para iniciar ó no su construcción .

Línea 9.- Tiene un recorrido de Oriente a Poniente desde la estación Pantitlán hasta la de Observatorio, cuenta con 13 estaciones y 16.4 Kms. de -- longitud.

Actualmente ésta Línea se encuentra en construcción planeándose su-terminación para 1988.

Al concluirse la cuarta etapa de ampliación del Sistema de Transpor_ te Colectivo la longitud de la red será de 162.4 Kms. con un total de 144 esta_ ciones y 20 transbordos.

En la figura 1 se muestran un croquis en el que aparece la Red del -

Sistema hasta la cuarta etapa.

Para la construcción de las Líneas anteriores se han adoptado diferentes soluciones de construcción que son:

Solución superficial.

Solución Subterránea en cajón.

Solución elevada .

Solución subterránea en túnel.

las cuales dependen de las condiciones de los diferentes lugares por donde --- pase el trazo de la Línea.

En éste trabajo me avocaré a la solución subterránea y en especial el --- de la Estación Constituyentes ya que considero que la solución de túnel es la más adecuada para la Ciudad de México y que aunque parezca demasiado costosa -- no lo es tanto ya que a la larga es igual ó menos que otras soluciones.

La Estación Constituyentes como ya se mencionó es una de las 10 Estaciones que forman la Línea 7 y la elegí como tema para el presente trabajo, por -- considerarla un poco diferente a las demás, así mismo considero a éste como un tema de bastante interes para la Ingeniería Civil ya que en la Obra Metro se -- combinan todas sus ramas.

En los siguientes capítulos se detallará el procedimiento constructivo -- de la Estación así como los materiales, equipos y personal que intervinieron -- en su construcción.

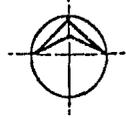
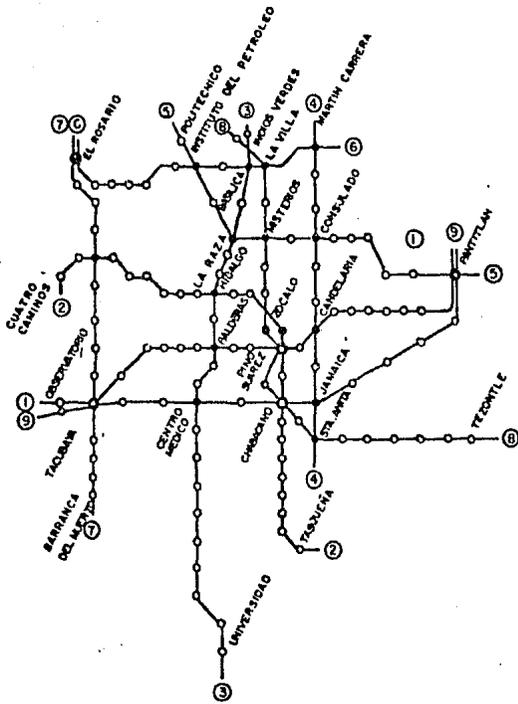


FIGURA 1
 RED DEL SISTEMA HASTA LA CUARTA ETAPA.

CAPITULO II

ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA ESTACION
CONSTITUYENTES Y ETAPAS CONSTRUCTIVAS

2.1.- DESCRIPCION DE LA LINEA 7 DEL METRO.

La Línea 7 en su primera etapa, se inicia en la correspondencia con la Línea 2, en la estación Tacuba, localizada dentro de una zona de alta densidad demográfica y punto de confluencia de los camiones sub'urbanos que comunican a la Ciudad con algunas zonas industriales del Estado de México.

Su trazo va atravez de las calles Mar Okhotsk, Golfo de México, Golfo de Adén, Lago Hielmar, Arquímedes, Molino del Rey, Parque Lira hasta hacer correspondencia con la Línea 1 en la Estación Tacubaya para continuar por la Av. Revolución, hasta la calle Gustavo A. Campa zona en la que se encuentra la Estación Barranca del Muerto que funcionará como terminal provisional.

Las Estaciones que componen esta etapa son: Tacuba, San Joaquín, Polanco, Auditorio, Constituyentes, Tacubaya, San Pedro de los Pinos, San Antonio, Mixcoac, Barranca del Muerto. En su segunda etapa la Línea contará con cuatro estaciones hacia el Norte partiendo de Tacuba, dichas estaciones forman parte de la cuarta etapa de construcción del Sistema de Transporte Colectivo y son: Refinería, Camarones, Aquiles Serdán y El Rosario.

En total la Línea 7 tendrá una longitud de servicio de 17 Kms. y un total de 18.7 Kms. En la figura 2.1 se muestra el trazo completo de la Línea indicándose en ella, todas las estaciones que la forman, la distancia que existe entre ellas y las correspondencias que posee. Así mismo, en la figura se muestra la solución adoptada para cada una de las estaciones y tramos.

2.2.- DATOS GENERALES DE LA ESTACION CONSTITUYENTES.

La Estación Constituyentes, debe su nombre a que se encuentra ubicada en el cruce de Av. Constituyentes y Av. Parque Lira.

Su símbolo representa la Constitución redactada y formada por los Constituyentes de los años de 1824, 1857 y 1917, donde se sustentan las bases jurídicas y leyes que norman y rigen a la República Mexicana.

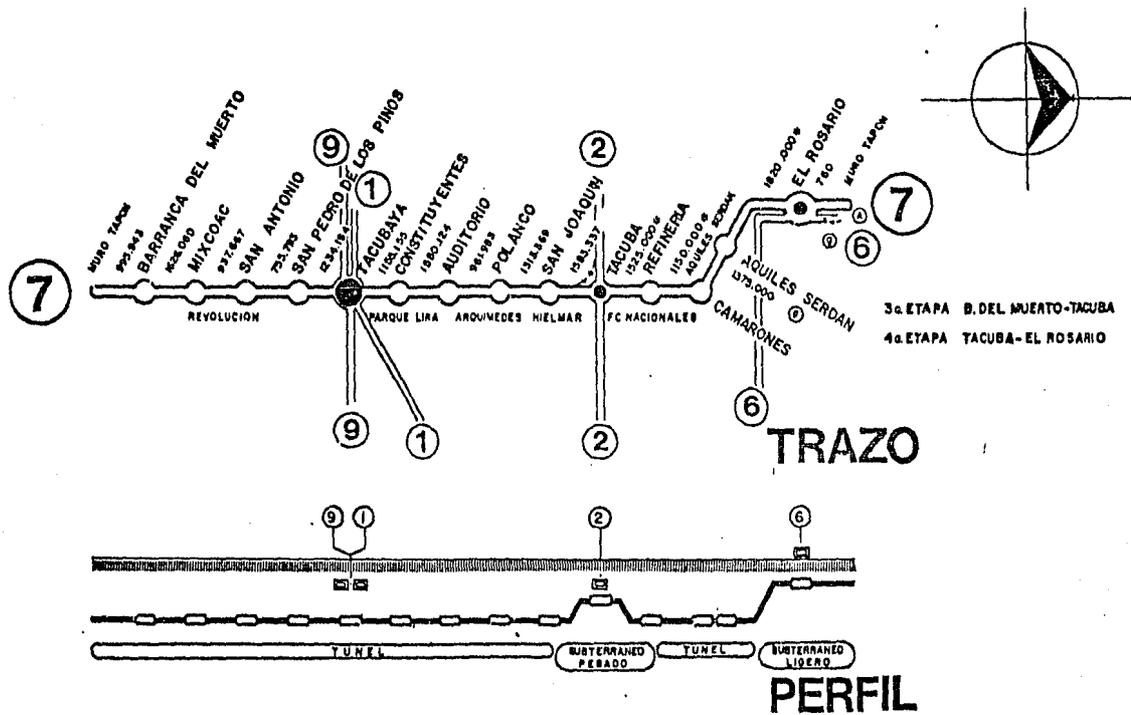


Figura 2.1.- Trazo y Perfil de la Línea 7.

Cuenta con dos accesos (Oriente y Poniente) ubicados sobre la Av. --- Parque Lira, los cuales servirán para comunicarla con el exterior permitiénd~~o~~do con éste fácil acceso y salida de los usuarios.

En la figura No.2.2 se muestra el croquis de localización de la misma.

2.3.- ELEMENTOS QUE LA INTEGRAN.

Son varios, los tuneles que forman la estación y con el fin de diferenciarlos, se han dividido de la siguiente manera.

2.3.1.- Lumbreira.

Es una excavación vertical y que aunque no formará parte del funcionamiento de la estación contribuye de manera muy importante durante la ----- construcción de los tuneles que forman la estación. Esto es debido a que ---- por ellas se introducirán los diferentes materiales, equipos y personal que-- intervendrán en la construcción de los tuneles. Así mismo la lumbreira servi-- rá para la extracción de el material de rezaga (producto de la excavación)- y en el caso de la estación Constituyentes se utilizará como estructura de -- ventilación.

2.3.2.- Túnel de unión.

Debido a que generalmente el trazo del eje del metro, coincide con la-- vialidad superior, se hace necesario desplazar las lumbreras. Al Túnel que une a la lumbreira con el eje del metro (perpendicularmente) se le conoce como-- túnel de unión. Así mismo éste túnel tiene la finalidad de comunicar a la --- lumbreira y accesos con los demás tuneles de la estación.

2.3.3.- Túnel de Distribución.

La estación Constituyentes posee cuatro tuneles de distribución (dos- del lado Poniente y dos para el Oriente) y tiene la finalidad de distribuir el flujo de usuarios hacia el andén.

2.3.4.- Túnel de Andén.

Es el túnel, principal de la estación y en donde los usuarios abordan-

el convoy. En el caso de la solución subterránea se presentan tres ---- alternativas en su sección:

- a) Túnel de 2 vías con columna al centro y dos - andenes laterales.
- b) Un solo túnel que aloja dos vías, sin columna al centro y dos andenes laterales.
- c) Dos túneles independientes, cada uno con una vía y un andén.

2.3.5.- Subestaciones.

Son pequeños túneles que alojan transformadores que convierten la -- energía eléctrica directa en alterna para así distribuirla en toda la ---- estación. La estación Constituyentes posee una en cada acceso y que están ubicadas el Sur de la estación.

2.3.6.- Local Técnico .

Aloja aparatos electrónicos que sirven para el control del convoy, -- como son: Semaforización, tracción, pilotaje automático y mando centralizado al puesto central de control.

2.3.7.- Accesos.

Son estructuras vitales para el funcionamiento de la estación debido a que comunican los túneles de andén con exterior dando entrada y salida - rápida a los usuarios. La estación Constituyentes como ya se mencionó cuenta con dos de éstos (Oriente y Poniente).

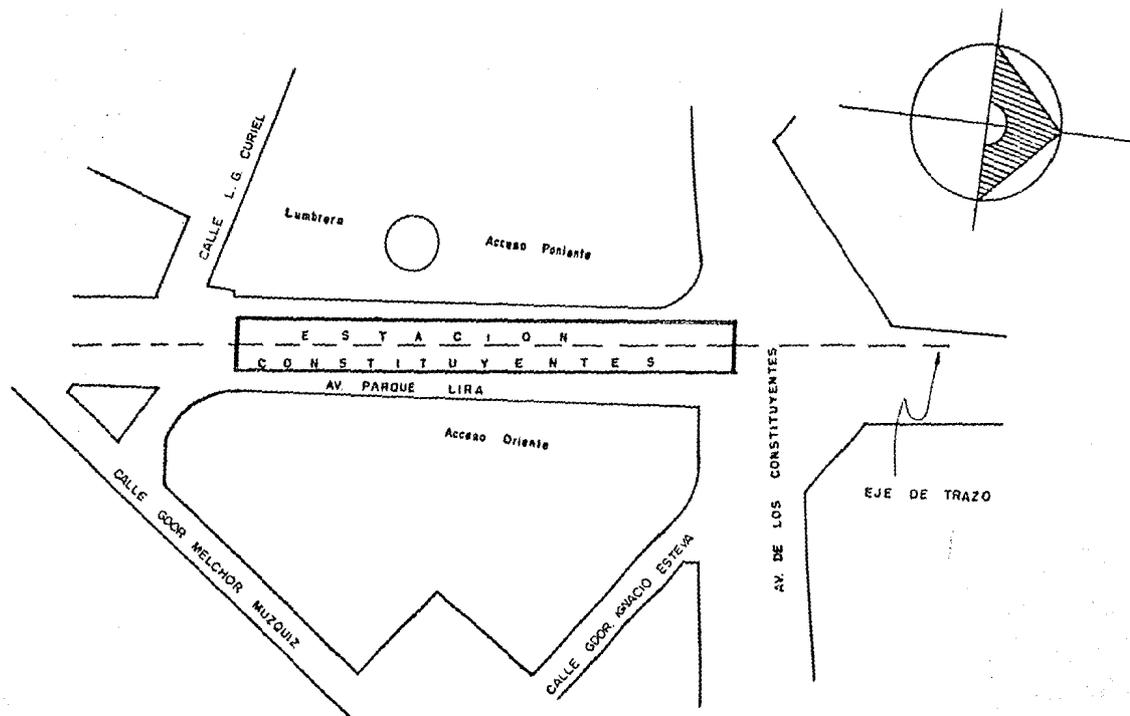


FIG 2.2 .- Croquis de localización de la Estación Constituyentes.

2.4.- ETAPAS CONSTRUCTIVAS

Debido a que la Estación Constituyentes cuenta con túneles de diferentes secciones y zonas de intersección entre éstos, la excavación y construcción se realizó de acuerdo con la secuencia que se indica a continuación:

ETAPA 1.- Correspondiente a la excavación y construcción de la lumbrera CTA-1, la cual se detallará en el capítulo III.

ETAPA 2.- Una vez construida la lumbrera CTA-1, se deberá colar una trabe de borde y colocar un emportalamiento en los sitios de salida de los túneles. Posteriormente se iniciará la excavación y construcción del túnel de unión (capítulo IV).

ETAPA 3.- Perteneciente a la construcción del emportalamiento en la intersección del túnel de conexión con el túnel de andén Poniente.

ETAPA 4.- Una vez realizado el emportalamiento anterior se continuará con la excavación y construcción del túnel de andén Poniente (capítulo V).

ETAPA 5.- Terminada la excavación del túnel de andén Poniente, se iniciará la colocación del revestimiento definitivo de dicho túnel y en forma simultánea el revestimiento definitivo del túnel de conexión Poniente.

ETAPA 6.- Una vez que el frente de colado del revestimiento definitivo del túnel de andén Poniente se encuentre como mínimo a 10.0 m. al Norte y Sur del túnel de conexión, se podrá iniciar en forma simultánea, previa construcción de emportalamiento y trabe de borde correspondientes a la excavación de los túneles de distribución localizados en el lado Poniente de la Estación.

No se podrá efectuar la conexión de los túneles de distribución con el túnel de andén Poniente si éste no se encuentra revestido en forma definitiva por lo menos en 10.0 m. a cada lado de la zona de conexión antes mencionada (ver figura 2.3).

ETAPA 7.- Cuando el revestimiento definitivo del túnel de andén Poniente - haya alcanzado su resistencia de proyecto, se podrá iniciar la excavación y - construcción del túnel de andén Oriente (capítulo V). El frente de excavación correspondiente al túnel de andén Oriente, no podrá acercarse a una distancia - menor de 10.0 m. a la zona de conexión entre los túneles de distribución con - el túnel de andén, localizados del lado Poniente de la Estación en el caso de - que en dicha zona no se haya construido el revestimiento definitivo (ver figu - ra 2.4).

ETAPA 8.- La excavación y construcción del túnel de conexión Oriente, no - deberá iniciarse hasta que el revestimiento definitivo correspondiente al - túnel de andén Oriente, se encuentre construido en una distancia mínima de - 10.0 m. a cada lado del túnel de conexión (ver figura 2.5).

ETAPA 9.- La excavación y construcción de los túneles de distribución loca - lizados en el lado Oriente de la Estación, podrá iniciarse cuando el frente - de excavación del túnel de conexión se encuentre a 6.0 m. adelante de dichos - túneles (ver figura 2.6). Previo al inicio de la excavación de los túneles de - distribución, se deberán construir las trabes de borde y emportalamientos - correspondientes. En caso de iniciar la excavación de los túneles de distribu - ción a partir del túnel de andén, deberá tenerse construido el revestimiento - definitivo en éste túnel por lo menos en 10.0 m. a cada lado del túnel de dis - tribución por construir.

ETAPA 10.- Los túneles correspondientes al local técnico y subestaciones, - no podrán ser excavados a menos que el revestimiento definitivo del túnel de - andén correspondiente, se encuentre construido a una distancia de 10.0 m. a - ambos lados del túnel por excavar.

CAPITULO III

LUMBRERA

3.1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA LUMBRERA DE LA ESTACION CONSTITUYENTES.

El procedimiento constructivo de la lumbrera de la Estación Constituyentes, pertenece al utilizado en suelos compactos, es decir el tradicional por etapas de excavación, utilizando concreto lanzado como revestimiento primario e hidráulico como definitivo.

En las siguientes líneas del presente capítulo, se explicará lo más clara y detalladamente posible el procedimiento constructivo de la lumbrera.

3.1.1.- Datos Generales

Se entiende por lumbrera una excavación vertical o próxima a ésta, abierta a la superficie del terreno solamente por su extremo superior.

Las lumbreras pueden ser estructuras temporales o permanentes. Las primeras su única función es facilitar la construcción del túnel, por lo que al concluirlo se rellenan nuevamente, en cambio, las lumbreras permanentes se convierten posteriormente en estructuras útiles para el funcionamiento del túnel como por ejemplo ventilación y reparaciones posteriores en las que se requiera equipo de gran tamaño.

En el caso de la Estación Constituyentes, la lumbrera será permanente y durante la construcción de la Estación, se utilizará con el fin de extraer rezaga producto de la excavación y poder introducir el equipo necesario, materiales y personal para la construcción de la Estación.

Ubicación.- La lumbrera CTA-1 (Constituyentes - Tacubaya) forma parte de un total de 26 que posee la Línea 7 Norte, Centro y Sur, siendo la número 13 en número progresivo de Norte a Sur, quedando ubicada a

30 m. aproximadamente del cruce de Av. Constituyentes y Parque Lira sobre la acera Poniente de ésta última.

Dimensiones.- La lumbrera 13 se encuentra en el cadenamiento 14+034. - 306 de la Línea 7 Norte del Metro y tiene una profundidad de 32 m. aproximadamente. Siendo de sección circular con un diámetro libre de 10.20 m.; la sección excavada tiene un diámetro aproximado de 11.00 m. La estructura de retención está constituida por marcos de acero con retaque de madera y/o concreto lanzado, el cual funcionará como ademe primario, siendo el definitivo a base de concreto reforzado. Las dimensiones generales, se muestran en la figura N° 3.1, a y b.

3.1.2.- Abatimiento del nivel Freático.

Con el fin de controlar las filtraciones en el interior de la lumbrera durante el proceso de excavación, será necesario construir cárcamos de 0.30 x 0.30 m, comunicados entre si por medio de zanjas, desde donde se extraerá el agua producto de las filtraciones por medio de un bombeo de achique. Este procedimiento se seguirá en cada tramo de excavación.

Cuando el bombeo de achique resulte insuficiente para abatir el agua producto de las filtraciones, se instalarán pozos de bombeo de acuerdo con los siguientes lineamientos.

1.- Profundidad de pozos de bombeo.

La profundidad a la que se perforan los pozos de bombeo será especificada durante la construcción de la lumbrera.

2.- Perforación de los pozos de bombeo.

Los pozos tendrán un diámetro de 22" y se perforarán con broca de dientes. Con cualquiera de las dos herramientas que se use, se deberá utilizar en el lavado y limpieza de la perforación exclusivamente agua a presión; en ningún caso se empleará en la perforación herramienta que no utilice agua a presión en el lavado. Por ningún motivo deberá usarse lodo para hacer la perforación de los pozos.

3.- Limpieza de las perforaciones.

Para tener las perforaciones en estado de poder instalar el ademe, se lavará la perforación con agua a presión; se considera limpia esta, hasta que el agua retorne libre de partículas.

4.- Ademe de los pozos de bombeo.

Antes de ademar la perforación, será necesario mantenerla llena de agua hasta rebosar, para evitar que sus paredes se cierren. Los ademes de los pozos de bombeo serán tubos de fierro de 12" de diámetro, lisos de 0.00 a 12.00 m y ranurados, conforme a lo indicado a continuación, de 12.00 a la profundidad de bombeo, el ademe será a base de rejilla filmont.

5.- Ranurado de los ademes.

Los ademes se deberán suministrar ranurados con el objeto de que el agua por bombear penetre libremente a su interior. Las ranuras serán del tipo de rejilla con una abertura de 1.5 a 3.00 mm. del tipo II.

6.- Filtro.

Entre las paredes del pozo y las del ademe, se colocará un filtro de arena comprendida entre la malla 4 y la malla 10, el cual debe quedar entre las curvas indicadas en la figura N°3.2. El material empleado deberá contener partículas de todos los tamaños intermedios y deberá estar libre de finos con un porcentaje máximo del 5 % de finos.

7.- Desarrollo del flujo hidráulico.

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 sifoneará el interior del ademe con el sistema de AIRLIFT (doble tubería).

8.- B o m b a s .

Las bombas que se emplearán serán del tipo sumergible KSB del diámetro necesario y con capacidad suficiente para abatir y mantener el nivel dinámico separado 1.00m durante la operación, en base a electroniveles.

9.- Operación de las bombas.

Las bombas se operarán de tal forma que el bombeo mantenga la mayor -
continuidad posible durante el abatimiento, controlando con válvulas en la -
salida.

10.- Control.

Para el control del abatimiento del nivel freático, se registrarán en -
cada turno, el gasto de extracción y el nivel dinámico en cada pozo, y con -
los datos registrados se elaborarán gráficas tiempo vs. gasto extraído y tiem-
po vs. nivel dinámico.

11.- Tiempo de bombeo

El inicio del bombeo será simultáneo a la excavación del núcleo de la -
Lumbrera. La ubicación y número de pozos se encuentra indicado en la Fig. -
Nº 3.3 .El bombeo se suspenderá cuando se cuele la losa de piso de la lumbre-
ra.

3.1.3.- Construcción de la lumbrera

a) Construcción del Brocal.

El brocal de la Lumbrera es una estructura de concreto armado, que cum-
plirá varias funciones en la obra, como son: el servir de guía en la perfora-
ción de la Lumbrera, como banco de nivel, proteger y sostener los bordes supe-
riores de la excavación, proporcionar un piso de operaciones en la boca de la
Lumbrera, así como también, como una superficie adecuada para el apoyo de la -
Torre de Manteo en la cual se efectuará el montaje del mecanismo de rezagado,
del cual forma parte.

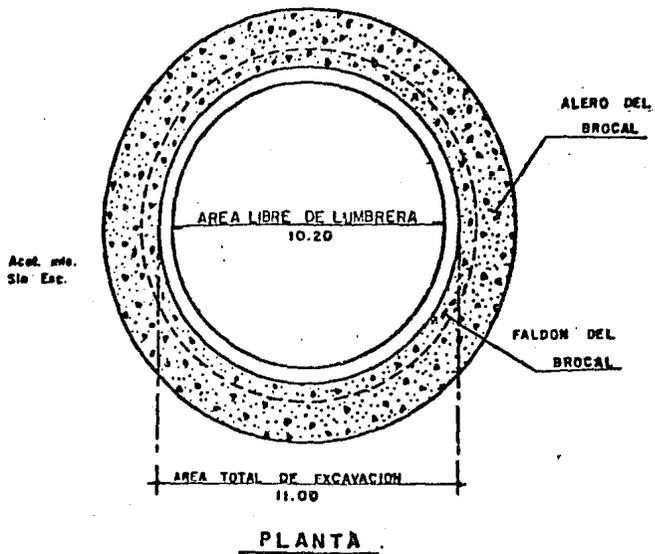


Figura 3.1 (a)

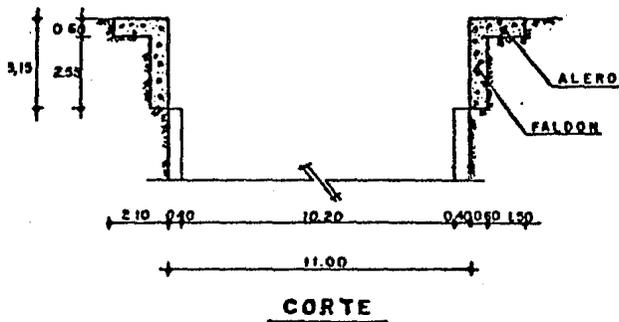


Figura 3.1 (a)

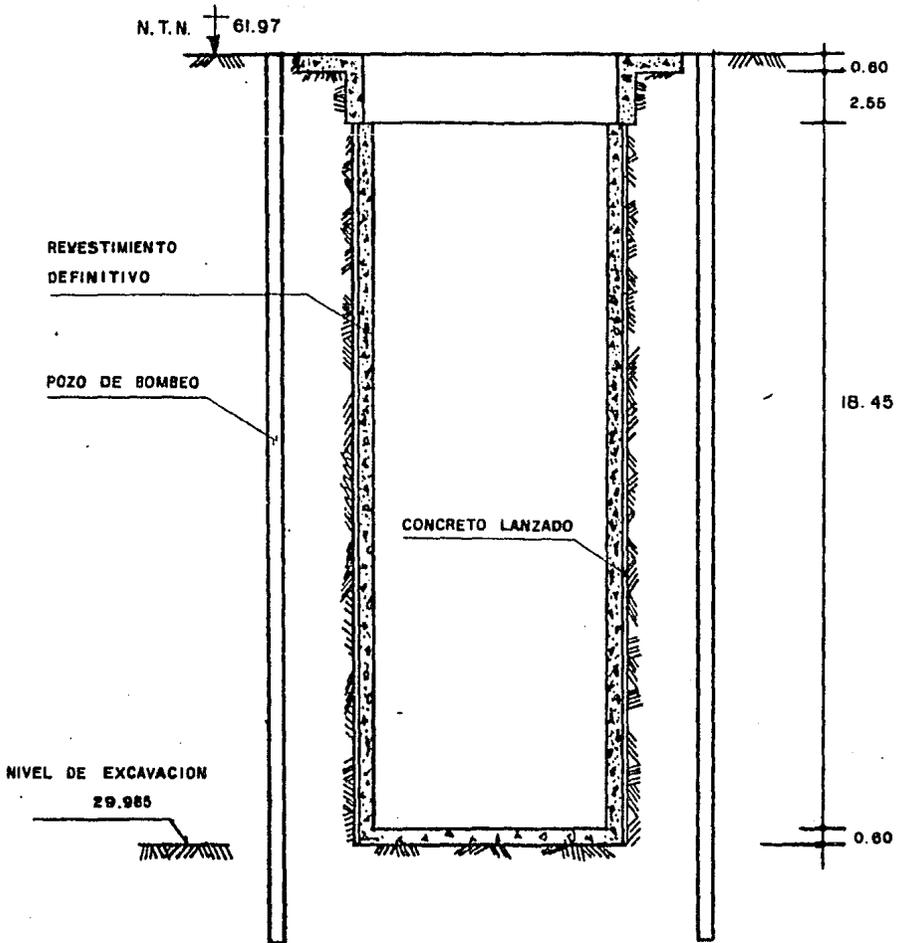
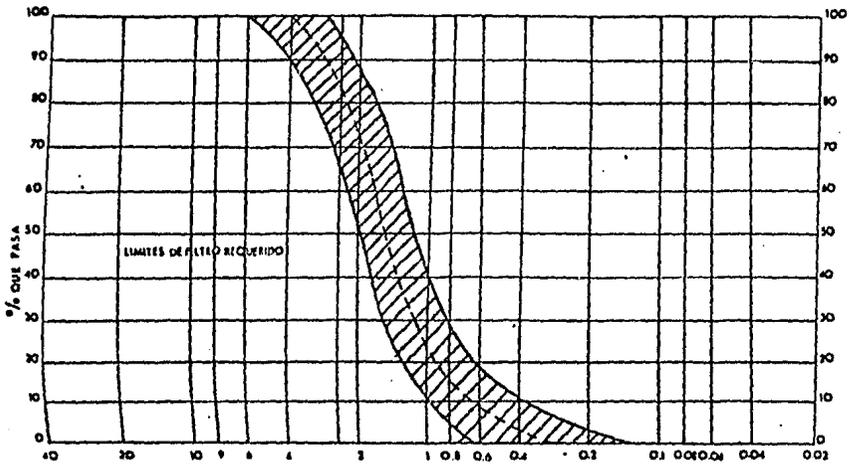


Figura 3.1 (b)

Fig. 2.-DIAMETRO DE LAS PARTICULAS EN MILIMETROS



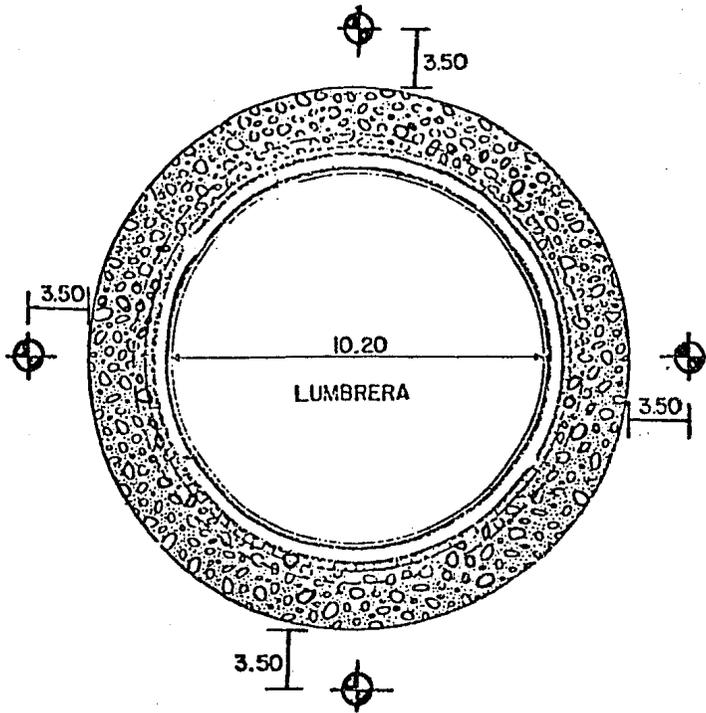


Figura 3.3.- Ubicación de los pozos de bombeo

Está formada de dos partes; una horizontal llamada Alero y otra vertical llamada Faldón (ver. Figs. Nos.3.1 a y b).

El brocal se construirá una vez que sobre el terreno, se haya definido el trazo de la Lumbrera, éste se excavará a mano ó con maquinaria hasta una profundidad de 3.15 M., y en un ancho de 2.10 M. los cuales se colarán por medio de una cimbra apoyada contra el terreno de la excavación.

La rama horizontal del brocal (Alero), constituye una pequeña losa, la cual servirá para que la máquina de excavación pueda rodar libremente, sin peligro de que se produzca algún caído en la superficie de la Lumbrera.

Este brocal se construirá únicamente en el perímetro de la Lumbrera, la sección del brocal y el armado se indican en la siguiente (Fig. N°3.4).

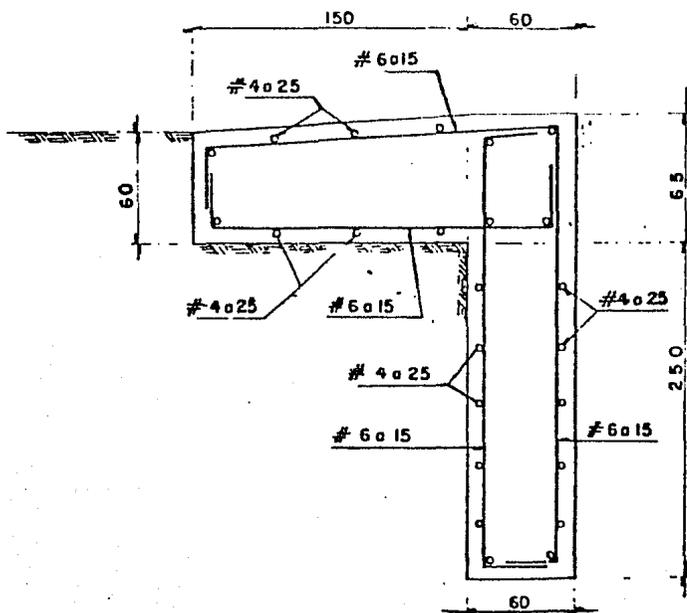


Figura 3.4 Armado del alero y brocal

b) Excavación y Construcción de la Lumbreira.

Después de construido el brocal y una vez que se haya alcanzado su resistencia de proyecto, se estará en condiciones de iniciar la excavación para la construcción de la Lumbreira.

La excavación se hará en el área de la Lumbreira en tramos de 2.0 M., de profundidad, una vez alcanzada dicha profundidad se procederá a colocar una estructura de contención formada por un recubrimiento provisional, el cual será una capa de concreto lanzado de 15 cm. de espesor y reforzado con una malla electrosoldada del tipo 6 x 6- 6/6.

Las características y propiedades del concreto lanzado se indicará en el capítulo de Materiales y Control de Calidad.

c) Construcción de la Losa de Piso y Ademe Definitivo.

Una vez alcanzada la profundidad de proyecto, se procederá a colar inmediatamente una plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor, después de que ésta haya fraguado, se iniciará el armado y colado de la losa de piso; dejando las preparaciones necesarias para la liga estructural con el muro del ademe definitivo. El espesor de la losa de piso será de 60 cm.

Treinta y seis horas después de colada la losa, se iniciará la colocación del ademe definitivo, el cual consistirá en un muro de concreto armado, colado con Cimbra Convencional ó Cimbra Deslizante.

El detalle del armado de la losa de fondo y del muro de la Lumbreira se muestran en la Fig. N° 3.5.

El ademe definitivo de la Lumbreira con dirección al túnel, podrá ser eliminado dejando una preparación mediante caja de madera, de tal forma que quede únicamente el recubrimiento provisional, como lo muestra la Fig. N° 3.6.

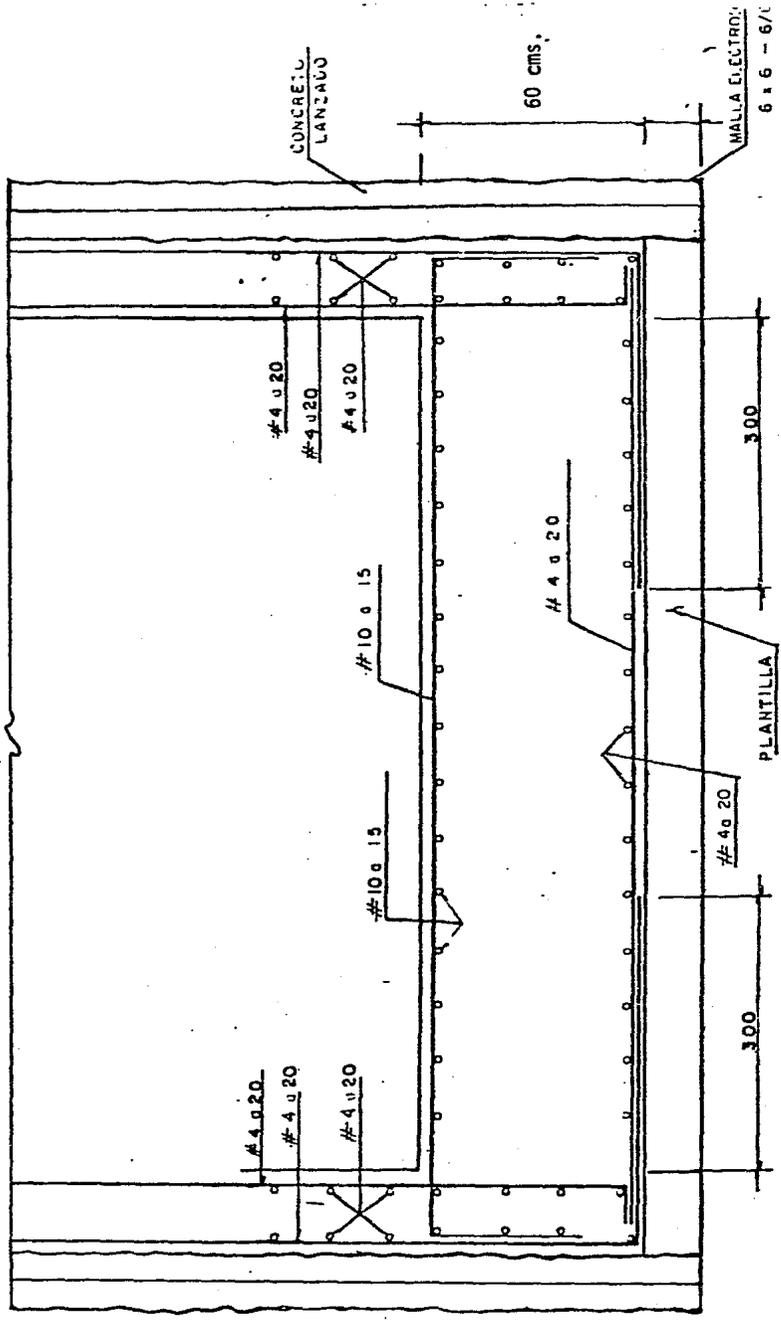


Figura 3.5.- Armado de la losa de fondo y muro de Tumbreira

d) Colocación del Revestimineto Definitivo.

Para llevar a cabo la colocación del Revestimiento definitivo en la Lumbrera, se utilizará el sistema de cimbra deslizante, debido a que con ello se pretende obtener un colado de una solo pieza, sin juntas y con un mejor acabado.

A continuación trataré de explicar la forma en que se lleva a cabo la colocación del Recubrimiento Definitivo en la Lumbrera de la Estación Constituyentes.

e) Colocación del Armado.

1) En Muros.

El armado en la Lumbrera será a base de varillas corrugadas de 1/2" de \emptyset con un $f_y=4000$ kg./cm.2, colocadas a cada 20 cms., en ambos sentidos.

Para facilitar la maniobra del refuerzo vertical, en la parte superior se soldará a las "Barbas" del Brocal y se irán colgando las siguientes varillas, soldándolas en su respectivo traslape, hasta dar la longitud de la Lumbrera, dejando ahogadas las varillas en la losa de piso una distancia igual a 3 mts. tal como lo indica la Fig. N°3.6.

Ahora bien el refuerzo horizontal, también a cada 20 cms. se colocará conforme se vaya habilitando el acero en la superficie para darle un desarrollo efectivo, será igual al perímetro requerido por el diámetro de la Lumbrera, y tendrá la forma de anillo para facilitar así el manejo del acero de refuerzo, tanto en su transporte, como en su colocación en el lugar requerido.

2) En la Losa de Fondo.

La losa de fondo de la Lumbrera será de 60 cms. de espesor y se colocará sobre una plantilla de concreto pobre de 10 cms.

Estará armada con acero de refuerzo con un $f_y=4000$ kg/cm², en el lecho inferior se colocarán varillas de 1/2" de ϕ cada 20 cms., en ambos sentidos, y en el lecho superior varillas de 3/4" de ϕ a cada 20 cms., también en ambos sentidos (Ver fig. N°3.6.).

La losa de fondo es la primera parte de la Lumbrera que se cuela, ya que sobre ésta se arma la cimbra deslizante que se utilizará en el colado de los muros.

f) Colocación de la Cimbra Deslizante.

Una vez colocado el armado necesario se procederá a la colocación de la cimbra, armada en la parte inferior de la Lumbrera sobre el tapón o Losa ya construída.

Ya puesta la cimbra en posición se colocarán gatos hidráulicos, los cuales forman parte del sistema de elevación de la cimbra, éstos se apoyan en el brocal de la Lumbrera para dejar las líneas de la tubería de dichos gatos hasta llegar a la profundidad necesaria para conectarse con la cimbra,

1.- Sistema de Elevación.

Para el sistema de elevación se utilizarán 12 gatos hidráulicos de 2 toneladas cada uno, que se accionan mediante una bomba de aceite, cuya presión se obtiene de un motor especial acoplado a ella.

La forma de accionar de los gatos para ir elevando las tuberías de donde se sostiene la cimbra es la siguiente: al inyectar la bomba, el aceite a presión en el gato, hace funcionar el mecanismo de mordazas de que está constituido, la tubería haciendo que la inferior corra hacia arriba, arrastrando consigo la línea de tubería, al mismo tiempo que la mordaza superior se abre para cerrarse inmediatamente después de que se deja de aplicar la presión del aceite, volviendo entonces la de la parte inferior a su lugar, pues en ese momento ésta se abre y cae a su sitio original.

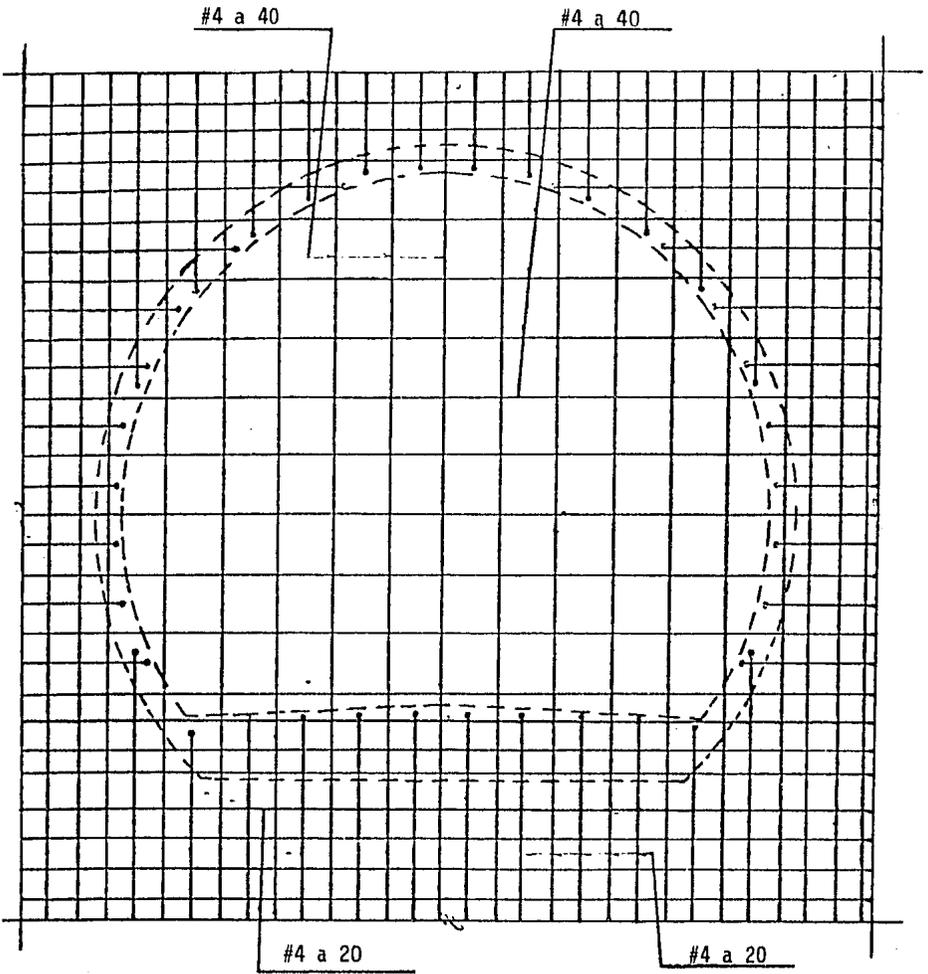


FIGURA 3.6

Además cada gato está dotado de una válvula mediante la cual permite operar independientemente cada uno de ellos. La presión de operación de los gatos es de 120 a 150 kg/cms² y el avance de ellos por cada bombazo es de 1" (2.5 cms.).

Por último al terminarse el colado se procederá a inyectar los lugares donde hay filtraciones de agua, dejando lo más impermeabilizada posible la Lumbrera.

Por consiguiente una vez realizadas todas las etapas citadas anteriormente se procederá a atacar el Túnel de Conexión.

CAPITULO IV

TUNEL DE UNION

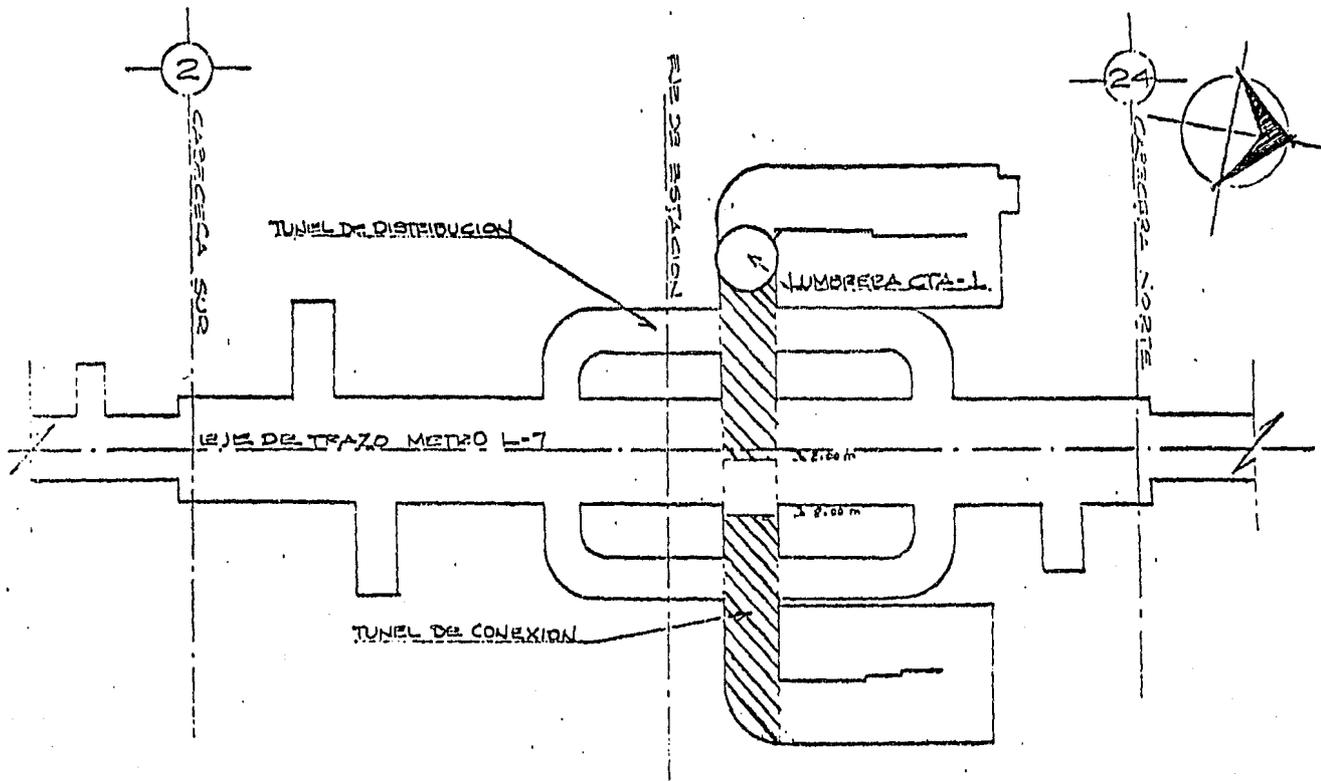
4.1.- DATOS GENERALES

La comunicación entre la lumbrera CTA-1 (Constituyentes - Tacubaya) y el túnel de andén de la Estación Constituyentes, está concebida mediante la construcción de una sección de túnel, tal y como se observa en las Figs. Nos. 4.1 y 4.2, con las dimensiones geométricas que se presentan en las Figs. Nos. 4.3 y 4.4.

El ataque del túnel de conexión solo se podrá iniciar si se ha construido el emportalamiento y la trabe de borde, la cual se explica en el inciso 4.2. La construcción del túnel de unión se dividirá en dos zonas, tal como se indica en la figura N°4.1, en la cual se observa que el túnel se construirá hasta 2.00 m. al Oriente del eje de trazo donde se suspenderá temporalmente la excavación para construir el túnel de andén Poniente, cuyo procedimiento constructivo se explica detalladamente en el capítulo 5 del presente trabajo.

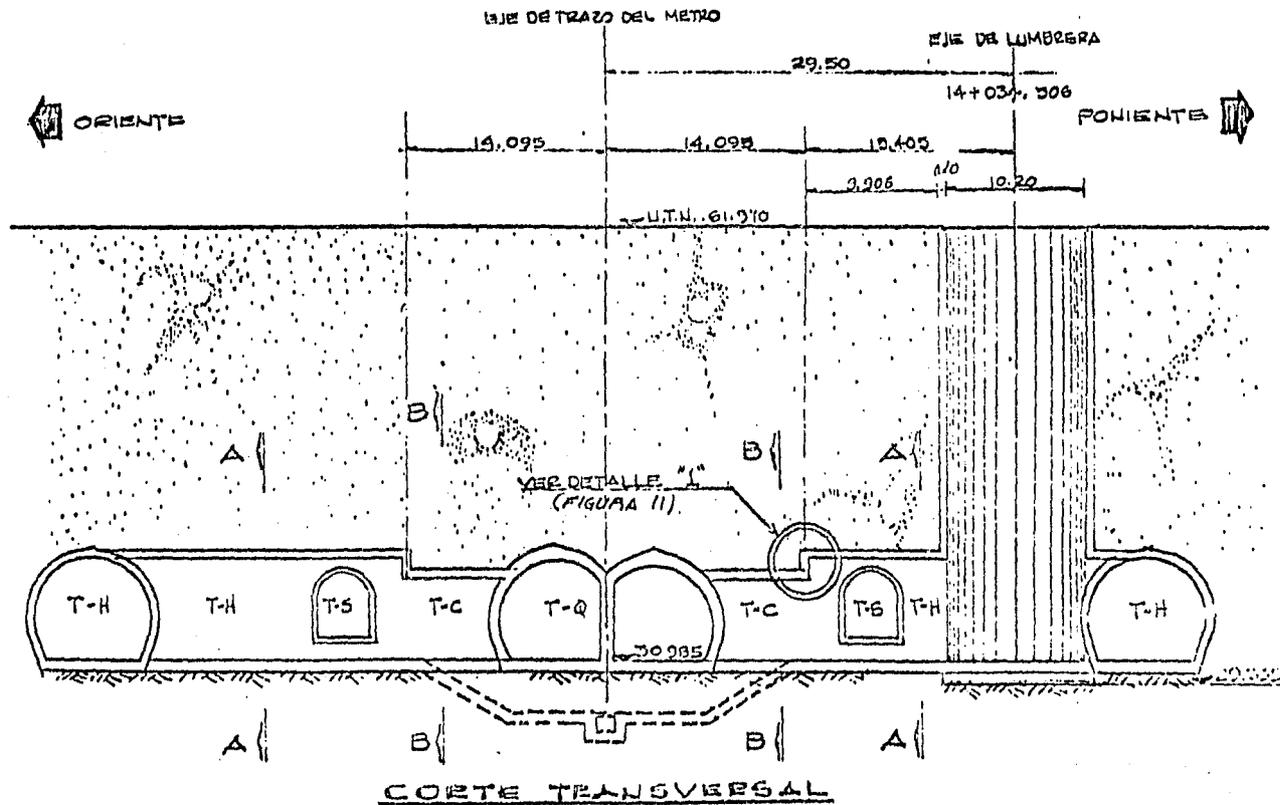
4.2.- EMPORTALAMIENTO Y TRABE DE BORDE

Una vez construido el revestimiento definitivo de la lumbrera, es necesario colocar un emportalamiento hecho a base de anclas y una trabe de borde con lo cual se garantiza una mayor estabilidad en el terreno al inicio de la excavación del túnel de unión. Cabe aclarar que la trabe de borde es un elemento sumamente importante debido a que al existir el cambio de sección entre la lumbrera y el túnel, ésta se encarga de soportar el peso del material que se encuentra por encima de ella mientras que se avanza con la excavación del túnel de unión, haciendo ésta, confiable y dando el tiempo necesario para la colocación del revestimiento definitivo del túnel en la zona de intersección.



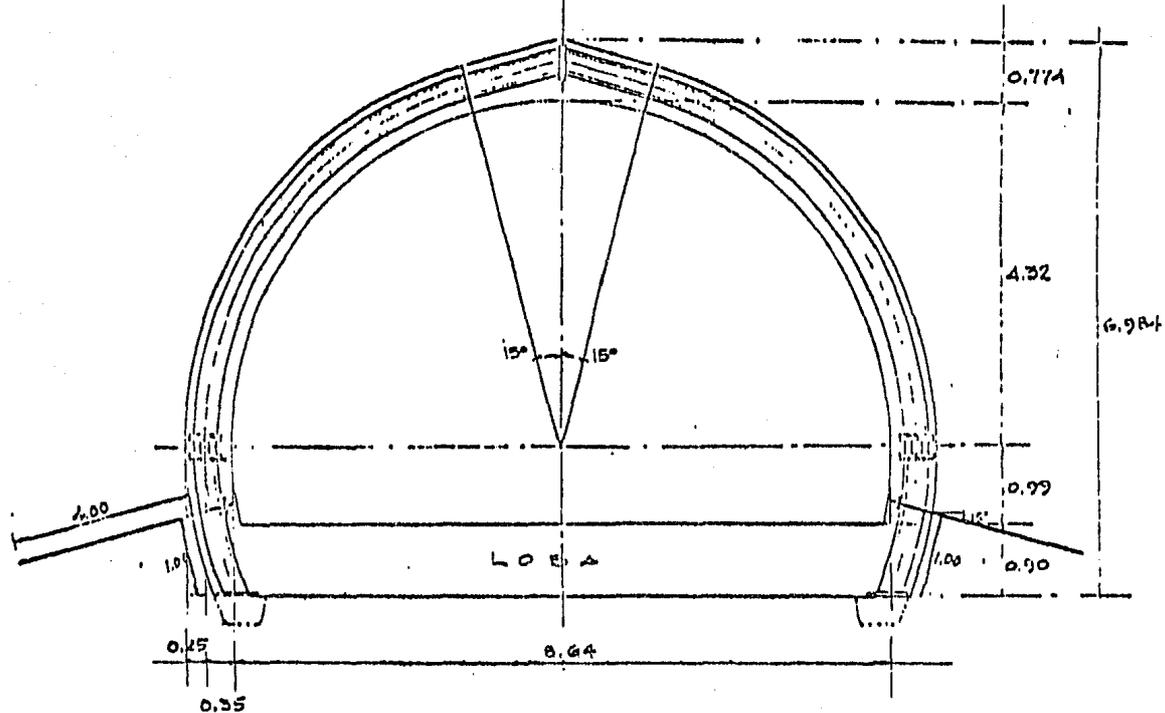
PLANTA ESTACION CONSTITUYENTES

Fig. 4.1 Localización del Túnel de Conexión



4.2 Túnel de Conexión

EJE DE SIMETRIA DE LA SECCION

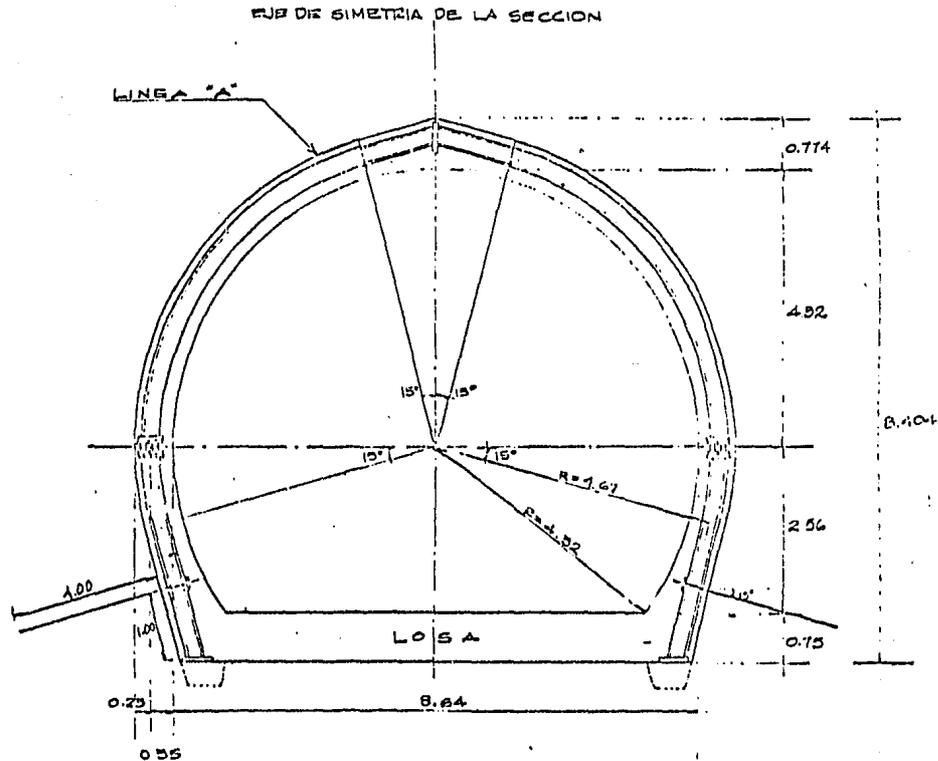


CORTE B-B

(DIRECCION C)

4.3. Dimensiones Geométricas de Túnel de Conexión

DIBUJO ESQUEMATICO
ESCALA 1:75
AUTOR: [illegible]



CORTE A-A
(SECCION H)

4.4. Dimensiones Geométricas de Túnel de Conexión

DEBIDO A LA ESCALA DE LA
EDIFICACION DEL TUNEL
AGREGAMOS UNAS...

El procedimiento constructivo a seguir para la colocación del empor-
talamiento y la construcción de la trabe de borde es el siguiente.

1.- Emportalamiento.

Es a base de anclas aplicándolas como se indica a continuación:

a) Se realizan perforaciones de $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ " en la parte media su-
perior de la sección del túnel. Estas perforaciones servirán para alojar -
las anclas y se harán a cada 0.75m. de separación, con una profundidad de
3.00 m. y se colocarán a 0.20 m. de distancia a partir del perímetro de la
excavación, con una inclinación de 15° con respecto al eje del túnel. El -
número total de anclas a colocar es de once.

b) Una vez realizadas las perforaciones, se deberán colocar va--
rillas de $\varnothing 1$ " y posteriormente se procederá a inyectar con una lechada cu
y proporción es de dos partes de cemento por una de agua y con una presión
de 4 kg/cm².

c) Una vez colocadas las anclas, se procede a descubrir dentro -
del revestimiento definitivo de la lumbrera, el área correspondiente a la e
sección del túnel.

Lo explicado anteriormente, puede observarse en las figuras N° 4.5
y 4.6 .

2.- Trabe de borde

Descubierta el área de la sección del túnel, se excava en toda la -
sección en una profundidad de 1.00 m. para construir la trabe de borde en -
todo el perímetro del túnel tal y como se indica en la figura N° 4.6.

4.3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TUNEL DE UNION.

La excavación para la construcción del túnel de conexión, se define-

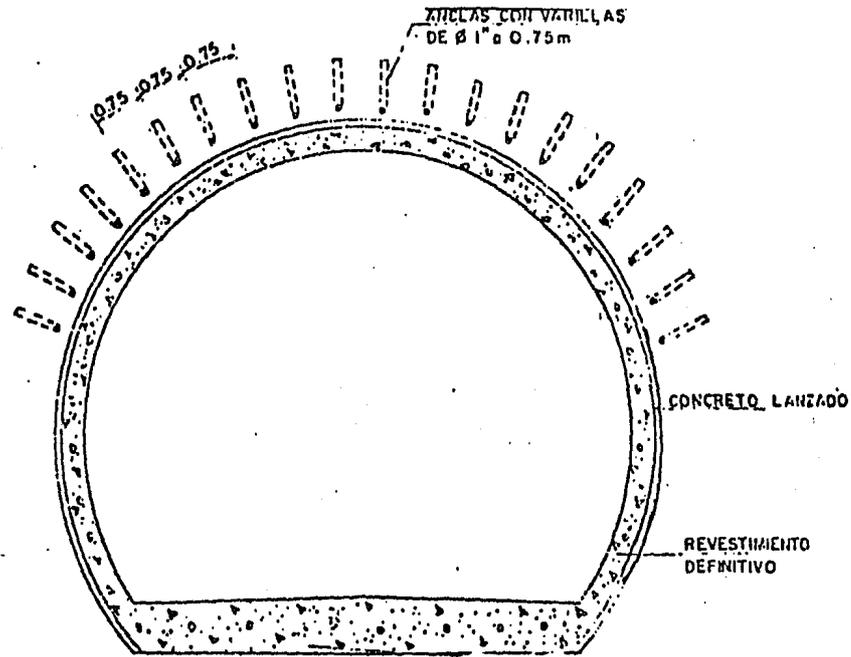


Fig. 4.5.- Anclas de fricción

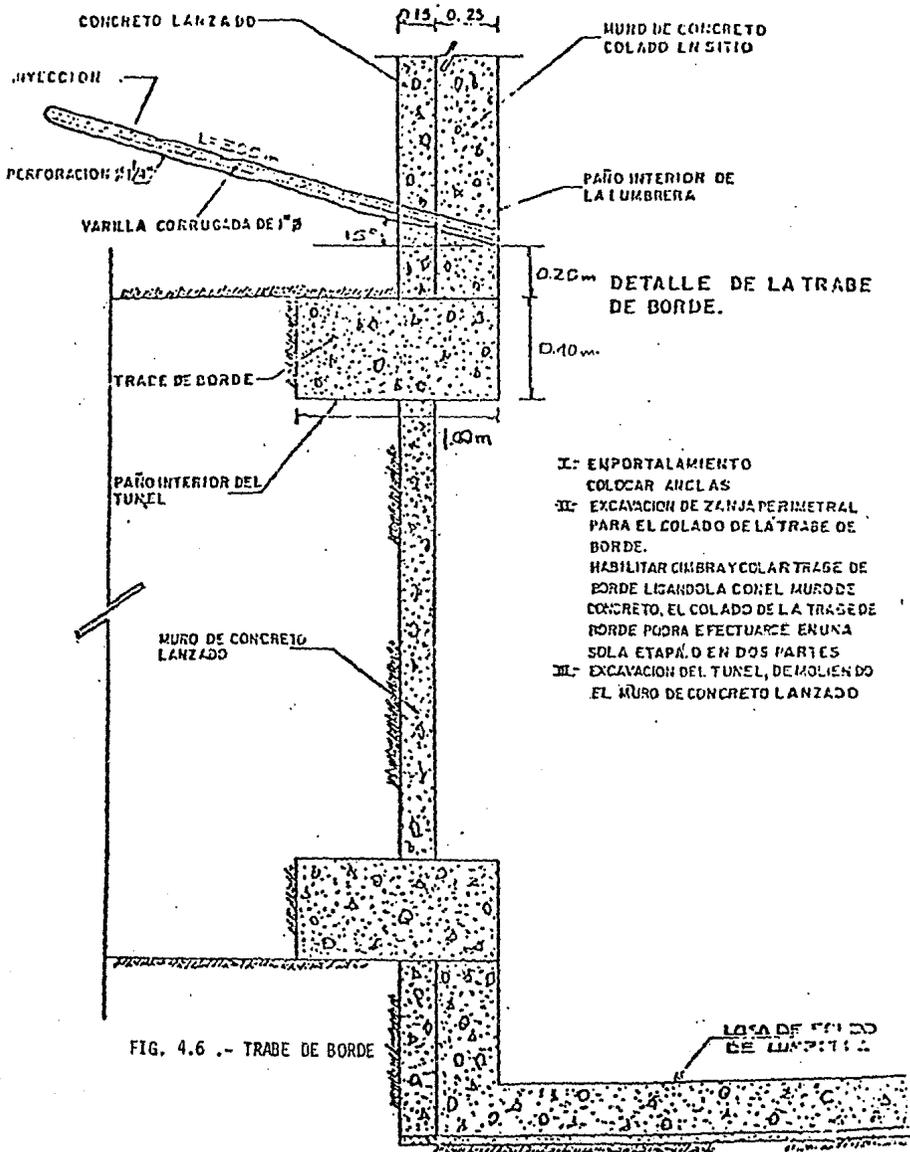


FIG. 4.6 .- TRABE DE BORDE

para dos zonas:

1.- Túnel de conexión (unión) hasta la intersección con el túnel de andén Poniente.

2.- Túnel de conexión después de la intersección con el túnel de andén Oriente.

Cada una de estas zonas deberá seguir la secuencia constructiva que se indica a continuación.

1) Túnel de conexión hasta la intersección con el túnel de andén Poniente.- La excavación del túnel de conexión se llevará a cabo por tramos de -- 1.20 m., llevando un banqueo con una longitud máxima de 2.40 m. tal y como se observa en la figura No. 4.7.

Revestimiento Primario.- La colocación del revestimiento primario deberá llevarse a cabo de acuerdo a la secuencia de etapas que se describe a continuación:

a) Una vez descubierto cada tramo de 1.20 m. de longitud en la sección media superior se colocará una malla electrosoldada de -- 6" x 6" - 4/4" dejando 0.30 m. de traslape con la malla que se colocará posteriormente en la sección media inferior.

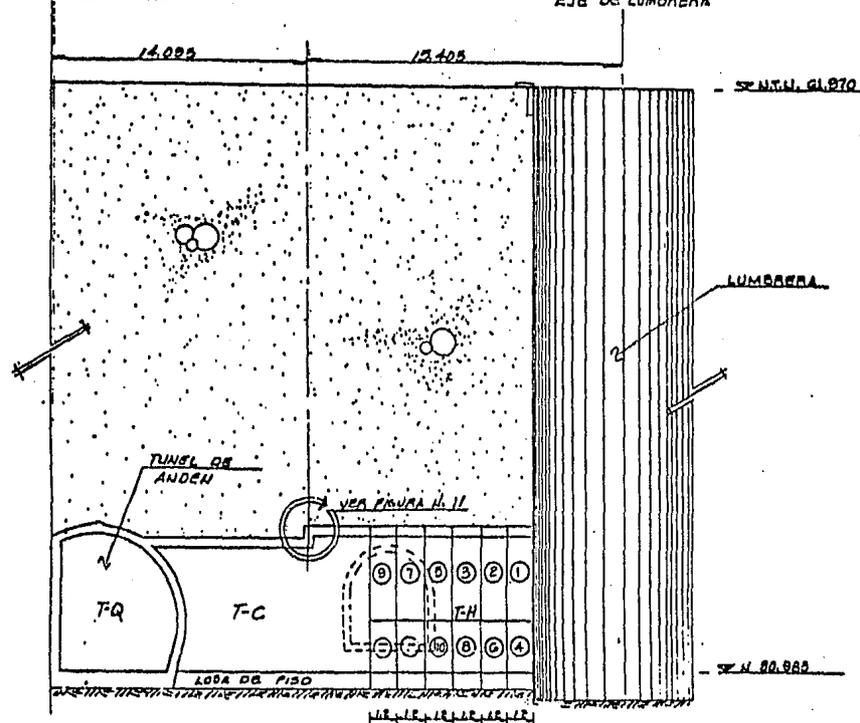
b) Se colocará la primer capa de concreto lanzado de 0.05 m. de espesor.

c) Concluido el inciso anterior, se lanzará una segunda capa de concreto lanzado de 0.15 m. de espesor y se colocará una segunda malla del tipo ya indicado, dejando 0.30 m. para traslape con la malla que se colocará posteriormente en la sección media inferior.

Una vez colocada la segunda la segunda malla, se--

EJE DE TAPAO DEL METRO

EJE DE LUMBREIRA



ETAPAS DE EXCAVACION

Fig. 4.7.- Túnel de conexión

DIBUJO ESQUEMATICO
SIN ESCALA
ACOTACIONES EN MTS.

procederá colocar la tercer capa de concreto lanzado de 0.05 m. de espesor.

d) Se iniciará la excavación de la sección media inferior en avances de 1.20 m. de longitud, incluyendo la excavación de las zanjas que alojarán las zapatas de apoyo para el revestimiento primario. Una vez descubiertas las paredes se seguirán las indicaciones descritas en los incisos a, b y c, incluyendo el colado de las zapatas de apoyo.

Para el revestimiento primario, las mallas que se colocarán en la sección media inferior se traslaparán y amarrarán con las existentes en la sección media superior.

2) Túnel de conexión después de la intersección con el túnel de andén Oriente.- Para llevar a cabo la construcción de ésta de ésta zona, será -- condición necesaria que el revestimiento definitivo del túnel de andén Oriente haya pasado una distancia de por lo menos 10.00 m. de dicho túnel, medidos a partir del paño exterior de la sección que descubrirá el túnel de conexión. Hecho ésto, se deberá proceder a lo siguiente:

a) Una vez colado el revestimiento definitivo hasta la distancia antes mencionada, se procede a construir la trabe de borde en el inicio del túnel de conexión, lo cual se puede observar en las figuras-- Nos. 4.8 y 4.9.

b) Para iniciar la excavación del túnel de conexión localizado después de la intersección con el túnel de andén, será condición necesaria que la trabe de borde haya alcanzado su resistencia de proyecto.

La excavación del túnel de conexión se suspenderá momentaneamente una vez que se descubra el cambio de sección geométrica del túnel "C" al "H" localizada a 14.00 m. aproximadamente del eje del trazo -- del Metro, para proceder a construir la trabe de liga ó muro timpano, el -

cual se puede observar en la figura No. 4.10.

Una vez que el muro timpano haya alcanzado su resistencia de proyecto se continuará con la excavación del túnel de conexión de sección "H" siguiendo los lineamientos antes descritos.

Revestimiento Definitivo.- Una vez colado el revestimiento primario del túnel, se iniciará el colado del revestimiento definitivo realizándose éste a base concreto lanzado. La secuencia de colado del revestimiento definitivo se puede observar en la figura 4.11 siendo que primeramente se colaran las llamadas guarniciones del túnel, después el resto del arco y por último la losa de piso la cual es a base de concreto hidráulico. Durante el colado de la losa de piso deberá dejarse sin construir aquellas áreas destinadas para la excavación de la pasarela de cambio de andén, cuyo procedimiento se describe más adelante. Asimismo, el colado de la losa de piso se realizará hasta el final, de tal manera que no interfiera con el transporte de la rezaga.

Durante el colado del revestimiento definitivo deberán colocarse cajas de madera en las zonas donde se localizan los tuneles de distribución, de tal manera que se cuente únicamente en dichas zonas con el revestimiento primario.

Notas Importantes.- La excavación del túnel de conexión se llevará a cabo en tramos de 1.20 m., llevando un banqueo cuya longitud no deberá de exceder de 2.40 m..

Será condición necesaria para la excavación de una segunda etapa, que se tenga colocado el revestimiento Primario de la etapa anterior.

Será condición necesaria para efectuar la excavación del túnel de conexión después de la zona de intersección con el túnel de andén Oriente que se cumpla con el punto número 2 del presente capítulo.

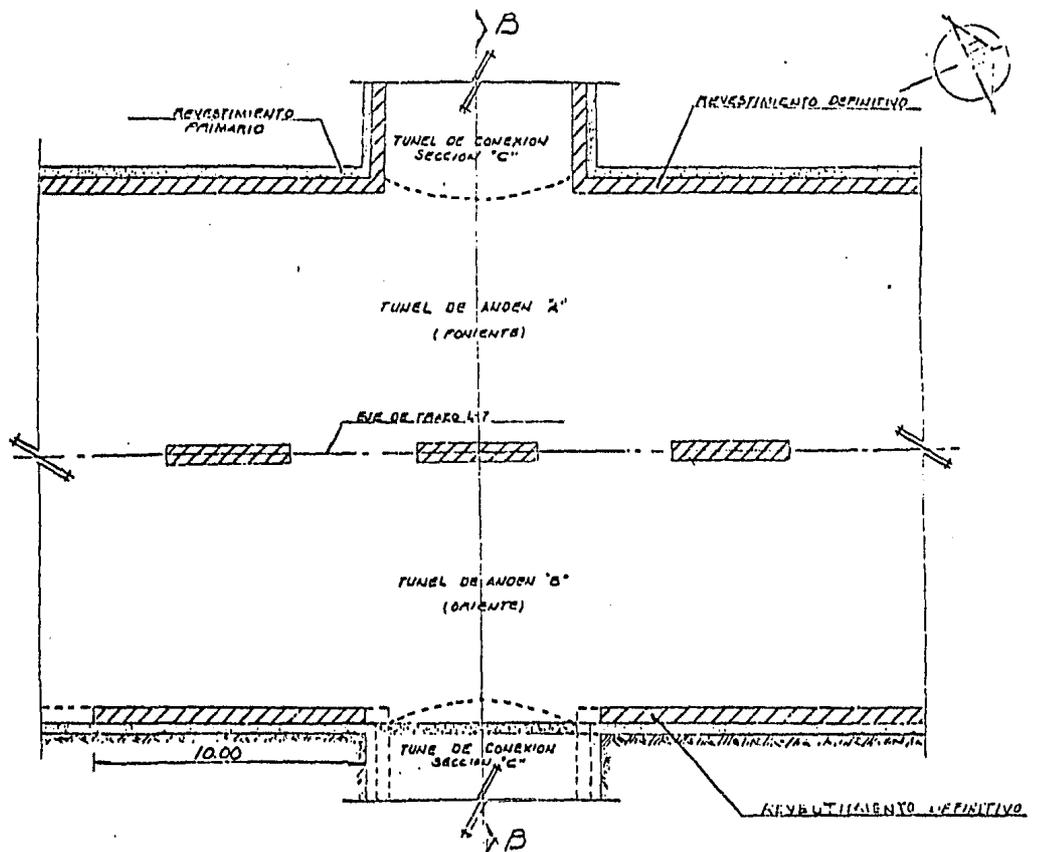
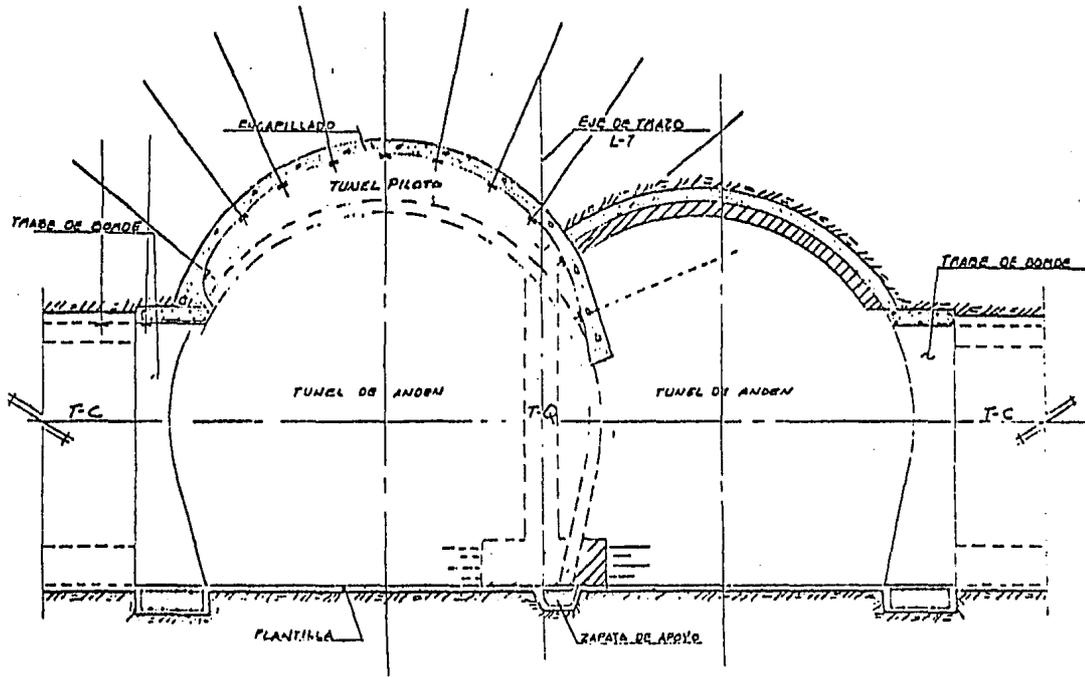


Fig.4.8.- Trabe de borde

PLANTA

DISEÑO E. GONZALEZ
 ESCALA 1:100
 PROYECTO N.º 100.000



CORTE B-B

Fig.4.9.- Trabe de borde.

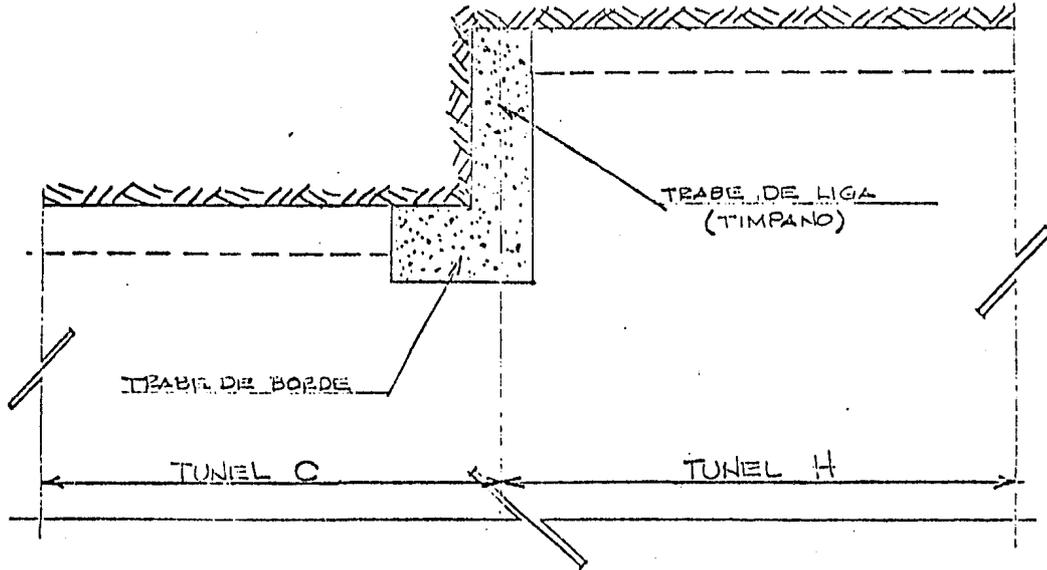


Fig.4.10.- Trabe de liga.

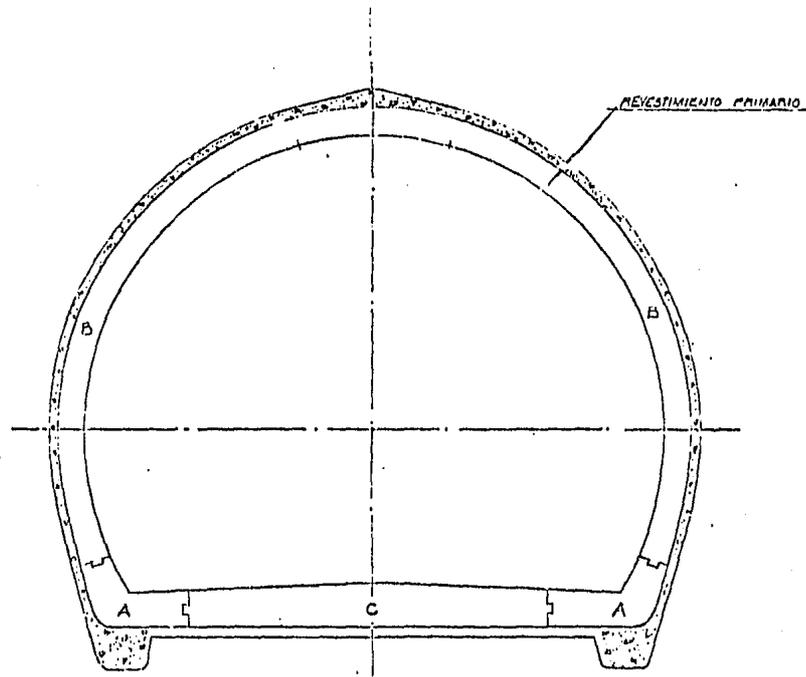


Fig.-4.11 REVESTIMIENTO DEFINITIVO

SECUCENCIA
 A.- GUARNICIONES
 B.- ALZO
 C.- LOSA DE PISO

ENUNDO GEOMETRICO
 EN CALA 1/12

CAPITULO V

TUNEL DE ANDEN

5.1.- DATOS GENERALES

El túnel de andén como ya se mencionó es uno de los túneles principales con que cuenta una Estación del Metro ya que es por donde circulará un Convoy y por donde los usuarios avorarán y descenderán de éste.

La sección del túnel de andén de la Estación Constituyentes, se muestra en la figura N° 5.1 y en ella se puede ver que la solución adoptada es con columna al centro.

Para su construcción se atacará mediante dos túneles auxiliares "A" y "B", teniendo el "B" una sección menor, tal como aparece en la figura N° 5.2.

La excavación del túnel, tendrá un ademe provisional a base de concreto lanzado, para proceder posteriormente a la colocación del ademe definitivo constituido éste, por concreto hidráulico reforzado colado en sitio.

La secuencia de excavación y la colocación de los ademes provisional y definitivo, se explicará detalladamente en los siguientes incisos del presente capítulo.

5.2.- CICLO DE TRABAJO PARA REALIZAR LA CONSTRUCCION DEL TUNEL DE ANDEN "A"

Una vez que el túnel de unión haya interceptado al túnel de andén se deberá colocar en éste un emportalamiento similar al que se indicó en el capítulo correspondiente al túnel de Unión en el inciso 4.2.; colocado el emportalamiento se construirá la trabe de borde en todo el perímetro correspondiente al túnel "A" y "B" de 2.0 m de ancho y con el armado que se observa en la figura N° 5.3, teniendo descubierta en el túnel de unión la sección del túnel de andén "A" se iniciará el ciclo de trabajo, el cual comprende las siguientes actividades.

Fig. 5.1 Ubicación

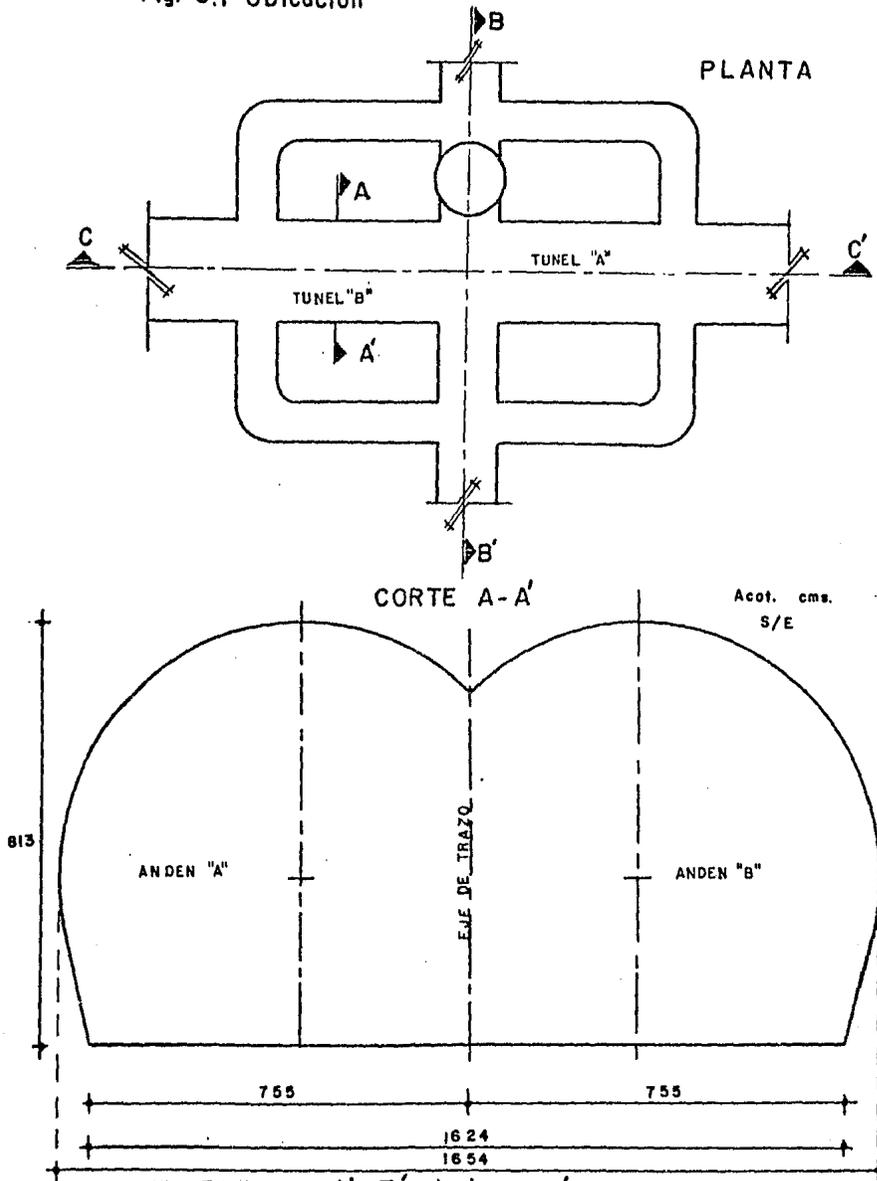


Fig. 5.1-b Sección Túnel de Andén

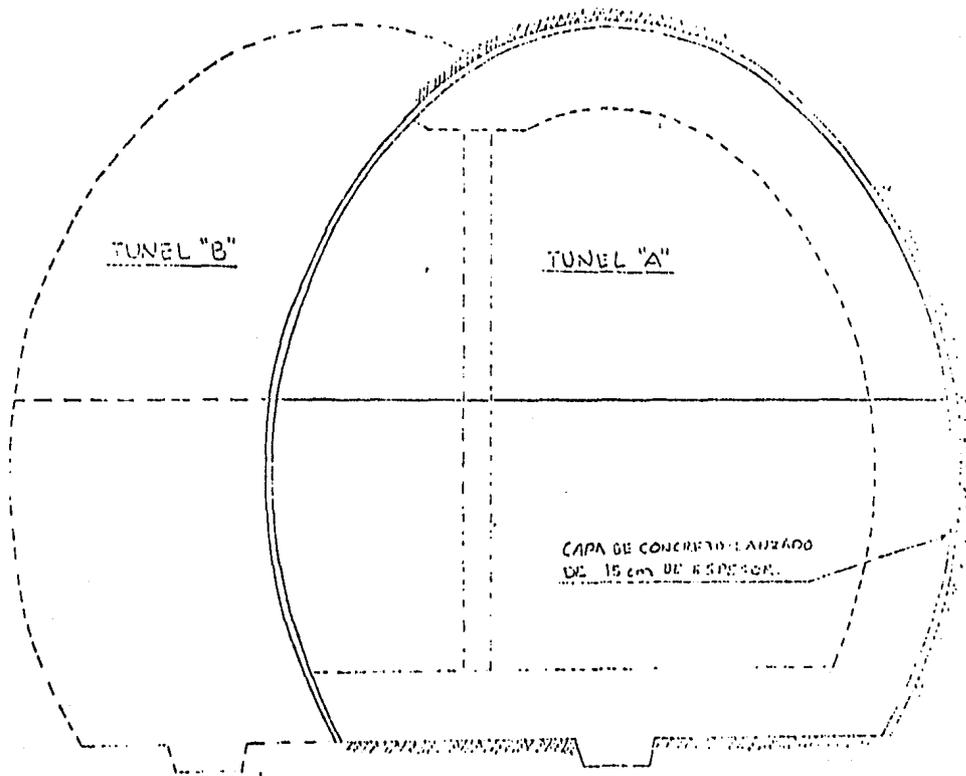


Fig. 5.2 Tneles auxiliares "A" y "B".

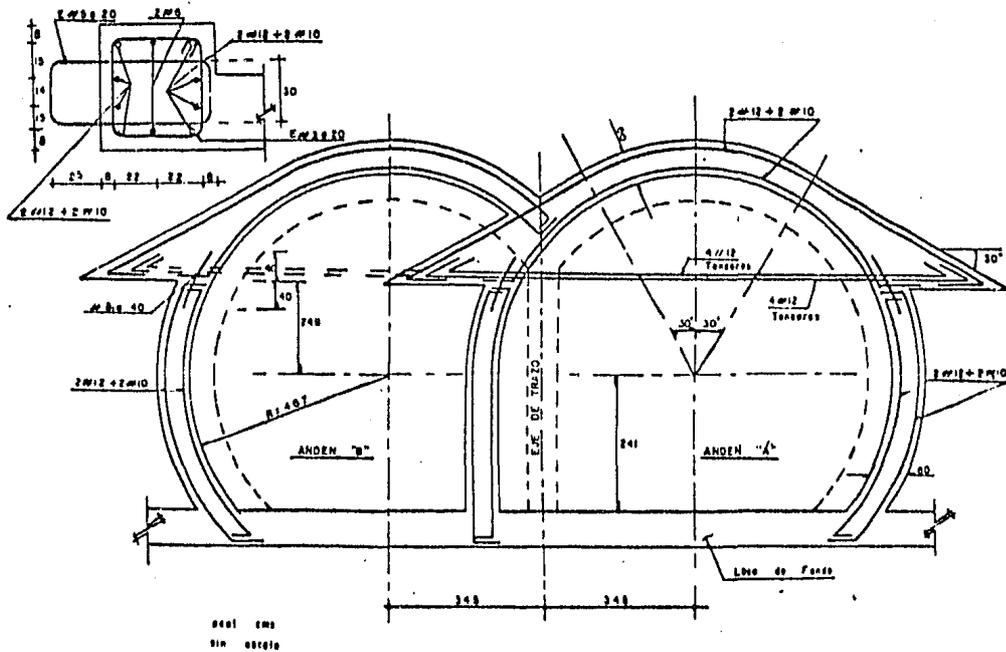


Fig. 5.3. Armado de Trabe de Bordo.

5.2.1. Excavación de la sección.

La excavación se iniciará en la mitad superior del frente de ataque siguiendo la secuencia indicada en las figuras Nos. 52 y 54. Este ataque ira formando un "Banqueo" cuya longitud máxima de avance será de 2.40 m; - la inclinación del frente de la excavación será de 0.10:1 y el ataque del frente se hará con maquinaria del tipo "Alpine" o similar.

5.2.2. Rezaga de material producto de la excavación.

Conforme se vaya atacando el frente de la excavación, el material de rezaga se irá depositando en camiones, ya sea directamente, a través de un cargador frontal o mediante tolva, los que transportarán el material hasta el frente de la lumbrera donde se procederá a vaciarlo en la tolva receptora. (Ver figura 5.5).

5.2.3. Colocación del concreto lanzado.

Esta actividad consiste en colocar el concreto en las paredes de la excavación mediante maquinas especiales llamadas lanzadoras, las que lo aplican utilizando aire comprimido, inyectado a la maquina y a través de una manguera y chiflón, por donde se inyecta el agua para formar la mezcla, a la que se le agrega aditivos acelerante de fraguado. Conforme se vayan descubriendo tramos de 2.40 m de longitud en cada una de las secciones de ataque, tal como describe a continuación:

1a. Etapa

Una vez efectuada la excavación de la parte media superior se procederá a fijar contra el terreno una malla de acero de 6 x 6-6/6.

CORTE C-C'

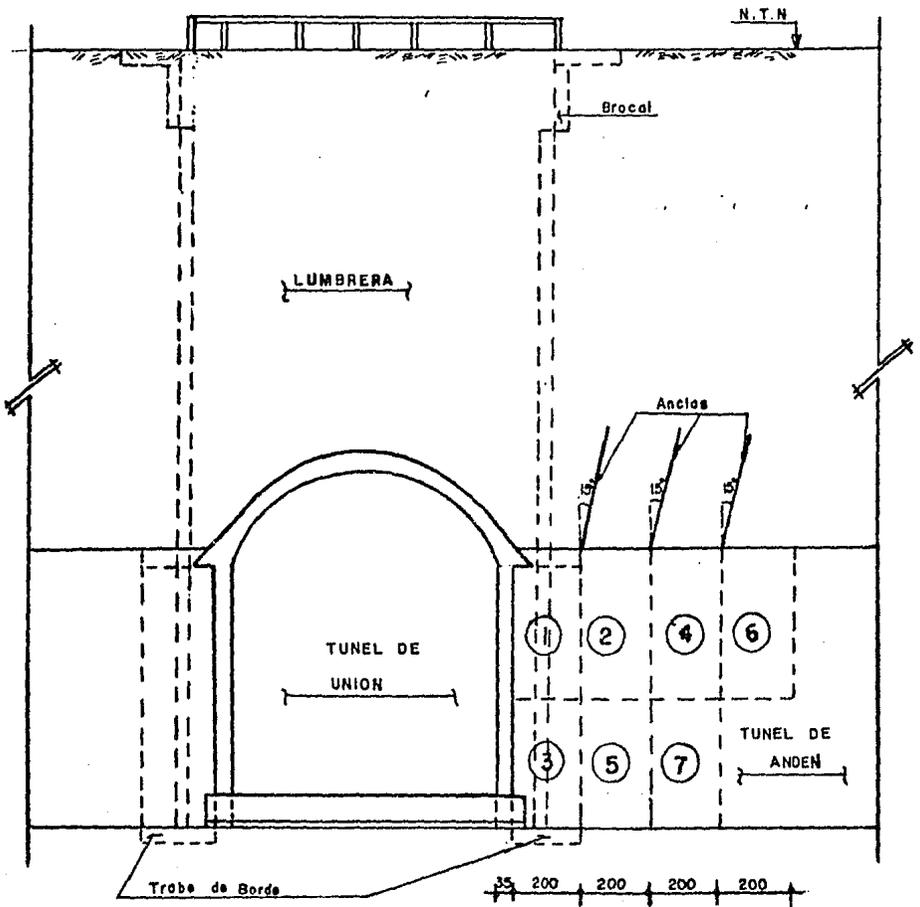


Fig. 5.4 Secuencia de excavación.

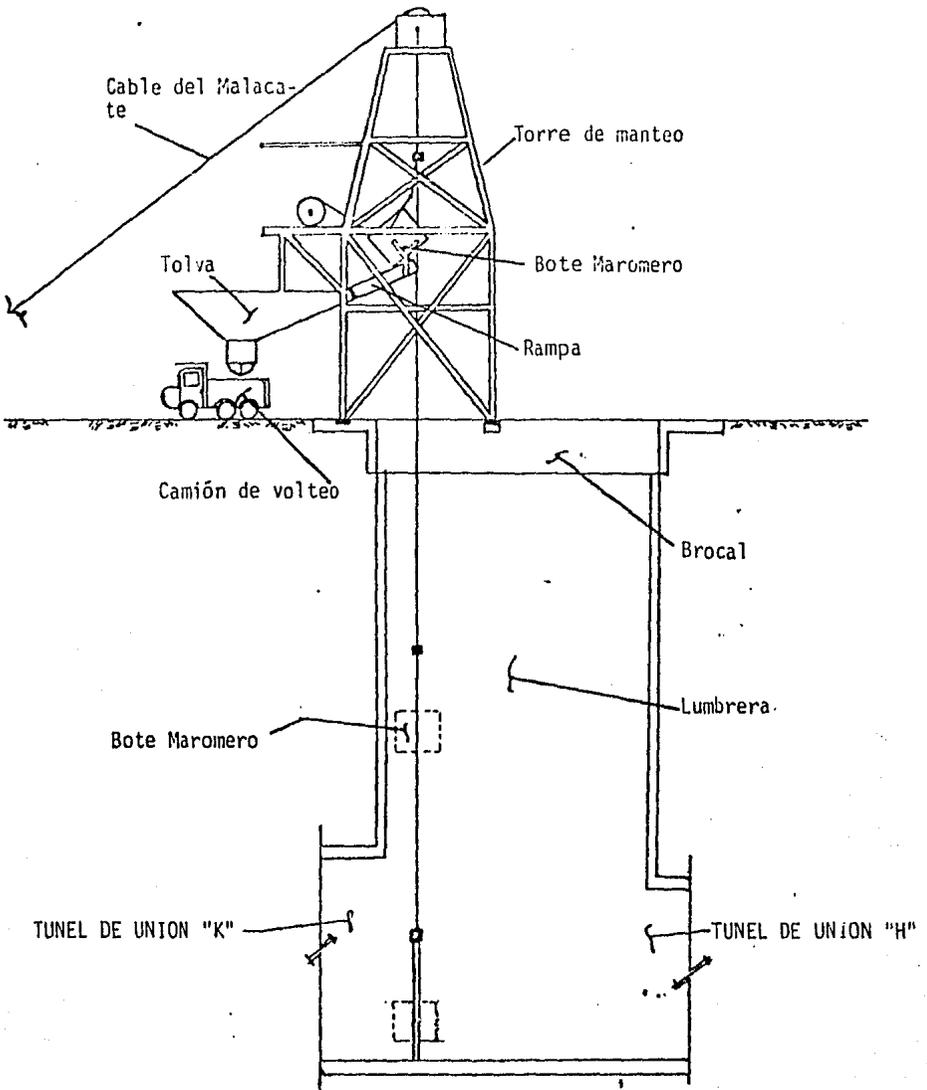


Fig. 5.5 Proceso de Rezaga

2a. Etapa

Terminada la fijación de la malla antes mencionada se colocará una primera capa de concreto lanzado de 5 cm. de espesor.

3a. Etapa

Se realizará la colocación de una segunda capa de concreto lanzado de 10 cm. de espesor.

4a. Etapa

Una vez se ha colocado el revestimiento primario en la parte media superior se iniciará la excavación de la parte media inferior.

5a. Etapa

Terminada la excavación de la parte media inferior se colocará el re--vestimiento primario en la forma ya indicada.

6a. Etapa

Una vez terminada la colocación del revestimiento primario en toda la sección del túnel "A" se estará en posibilidad de iniciar el colado a una parte del revestimiento dejando las preparaciones necesarias para efectuar la liga estructural con el revestimiento definitivo del túnel "B".

5.2.4.- Colocación del Revestimiento Definitivo.

Una vez recubiertas las paredes del Túnel mediante concreto lanzado, se procederá al armado y colocación del concreto hidráulico, tal como se describe a continuación:

a).- Acero de Refuerzo.- El acero deberá ser habilitado correctamente (Según proyecto) en la superficie, para posteriormente suministrarlo al frente de trabajo, donde los obreros lo colocarán en la estructura que se vaya a construir, contando siempre con la supervisión adecuada.

b).- Concreto Hidráulico.- El suministro de concreto se realizará por medio de camiones revolvedoras, los cuales descargarán en una tolva que - estará colocada en la misma lumbrera. La tolva se conectará a una tubería de 12", existiendo en la parte inferior un tanque amortiguador del cual se descargará directamente a las bombas de concreto. Estas conducen el concreto a través de una tubería a la parte donde se vaya a colocar el concreto.

Para el colado de los túneles se utilizará cimbra metálica seccional, en módulos de 6.0 m de longitud, para la guarnición y clave, así como para el colado directo de la losa de fondo, confinada para las propias guarniciones.

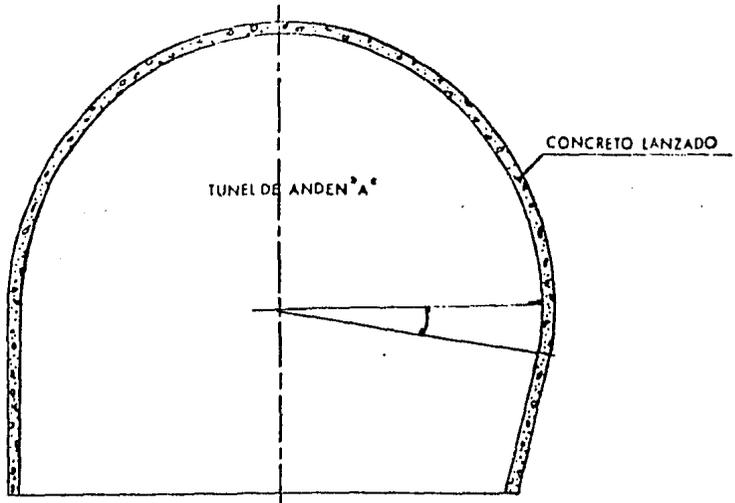
La estructura metálica de la cimbra se desliza sobre rieles colocados sobre la guarnición, desplazandola mediante " Tirfor ".

Una vez colada la clave, con un tiempo para fraguado de 12 horas, - se procederá a descimbrar y a correrla a una nueva posición.

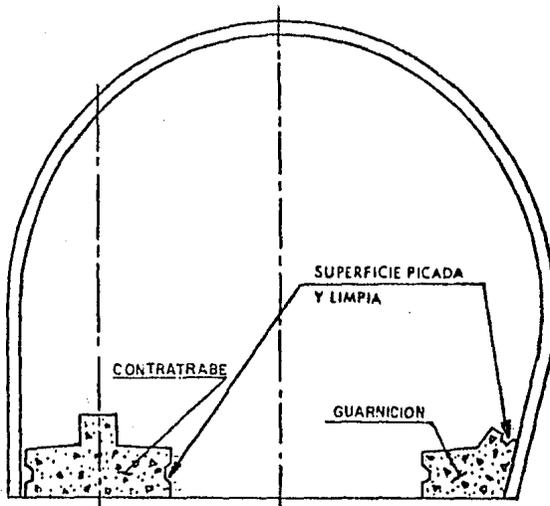
Las etapas respectivas de éste proceso para el Túnel de andén "A" se muestran en las Figs. Nos. 5.6 y 5.7.

Con la cuarta etapa se da por finalizado el proceso constructivo del Túnel de Andén "A" faltando únicamente el muro y la losa de andén, los cuales se colocarán hasta haber terminado de revestir el Túnel de Andén "B".

Los tensores mencionados en la cuarta etapa se colocarán única y exclusivamente en el Andén "A", ésto con el fin de evitar el coceo en la parte superior del Túnel al excavar el Túnel de Andén "B", éstos se colocarán a - cada 60 cm. de separación y a todo lo largo del andén, con excepción de las intersecciones con los demás Túneles secundarios (Subestaciones, Túneles - de Unión, etc.).

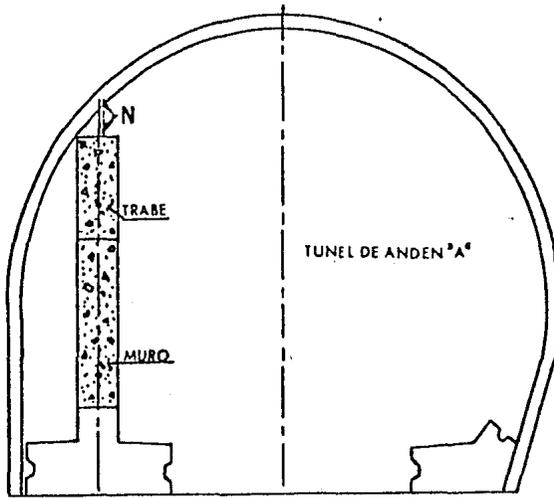


1ra. ETAPA: Excavación de la sección de Túnel de Andén "A" recubriendo las paredes y la bóveda de ella con concreto lanzado.



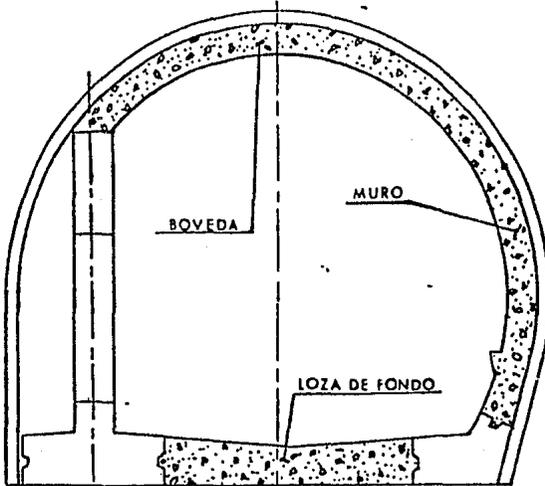
2da. ETAPA: Colocación de los dados de apoyo dejando las preparaciones necesarias.

Fig. 5.6 Excavación y colado de Apoyos.



En las figs. 5B y 5B-B y C Se muestra el armado de la Trabe, Columnas o Muro y Contratraves.

3ra. ETAPA: Colado de columna central y la trabe superior, dejando las preparaciones para colocar los tensores.



4ta. ETAPA: Colado de muros y boveda del túnel - dejando paso para la inyección, colado de loza y colocación de tensores.

Fig.5.7 Revestimiento Definitivo en el Andén "A".

No se podrá iniciar la excavación del Túnel "B" si no se ha colocado el revestimiento definitivo en el Túnel "A" en toda la longitud del Andén. La excavación del Túnel "B" se realizará en el mismo sentido que el Túnel "A".

5.3.- CICLO DE TRABAJO PARA REALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DEL TUNEL DE ANDEN "B".

El ciclo de trabajo requerido para la construcción del túnel auxiliar "B", será similar al descrito para el Túnel "A", cuyo proceso se muestra - en las figuras 5.8, 5.9 y 5.10, con excepción de lo que se indica a continuación:

Una vez que se ha excavado la parte media superior, se procederá a - colocar anclas tal como se describe a continuación.

1.- Se realizarán seis perforaciones de 2" de diámetro sobre las - paredes del túnel y con la distribución que se indica en la figura N° 5.11 la profundidad de las perforaciones será de 6.00 m.

2.- Una vez realizada la perforación, se colocará una ancla en cada una de ellas, la cual estaña constituida por varilla de 1" de diámetro - ($f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$); posteriormente se procederá a inyectar ésta zona con - mezcla de agua cemento en una proporción de dos partes de cemento por una - de agua.

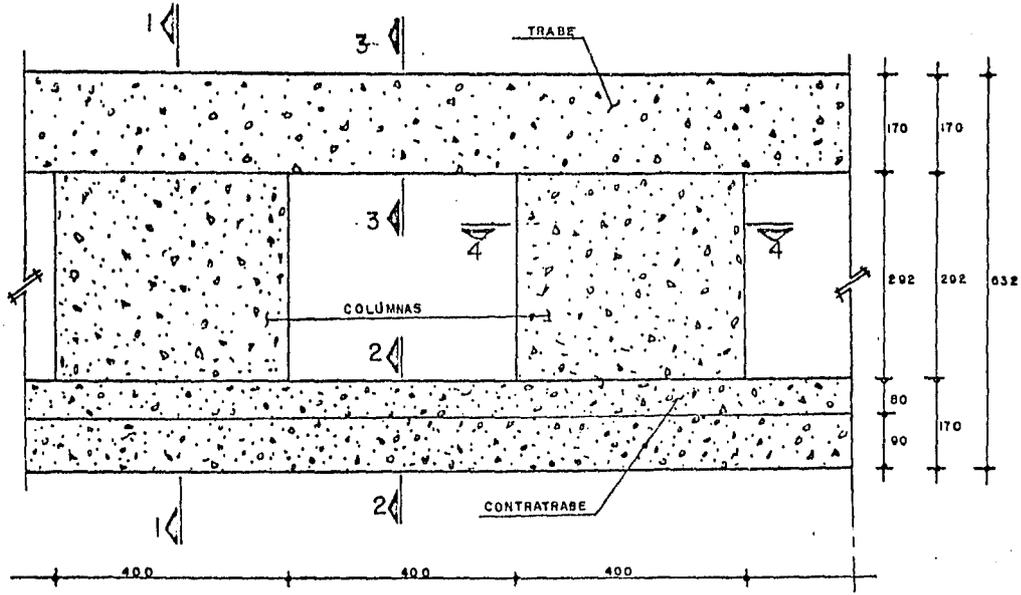
3.- Cuando el ancla haya quedado fijada al terreno, se colocará una placa metálica en la punta de la varilla para posteriormente fijar a ésta - por medio de una tuerca o soldadura. Ver figura N° 5.12.

4.- Estas anclas se colocarán en secciones separadas a cada dos - metros.

Una vez excavados y revestidos ambos túneles ("A" y "B"), se procede - rá a construir el muro tímpano en ambos lados de las cabeceras de la Esta - ción; el espesor de éstos muros, será de 35 cms. y su armado se puede obser - var en las figuras Nos. 5.13.

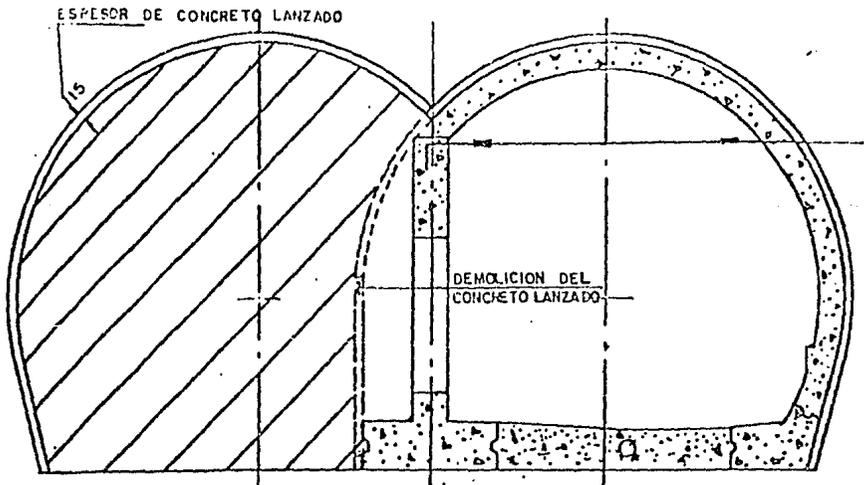
Para dar por concluida la construcción del túnel de andén, será necesario construir la losa y el muro de andén en ambos tuneles ("A" y "B"). Estos elementos serán de concreto reforzado y tabique respectivamente.

Fig. 5.8 Trabe, Columnas y Contratrabe.

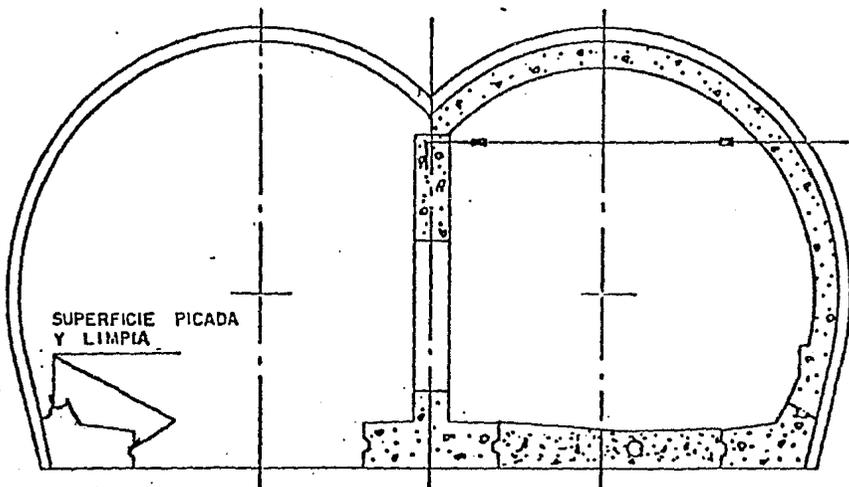


Asot. cms.
Sin asc.

CORTE N-N'



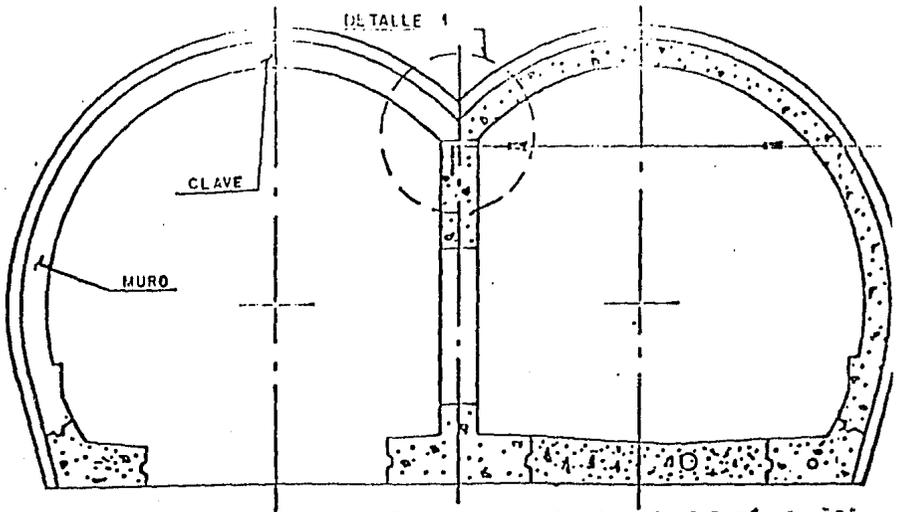
5ta. ETAPA: Excavar la sección faltante, recubriendo las paredes y la bóveda de ella con concreto lanzado, además de demoler el espesor de concreto lanzado del Túnel "A" que queda dentro del Andén "B".



6ta. ETAPA: Armado y colado de la guarnición del Túnel "B", -- dejando las preparaciones que indique el proyecto.

Colocación de Anclas en el Túnel "B" (Ver Fig. No. 5.12)

Fig. 5.9 Excavación y Colado de Apoyo en Andén "B".



7ma. ETAPA: Armado y colado de la pared y boveda del Túnel - B -
deja-do pasos para la inyección.

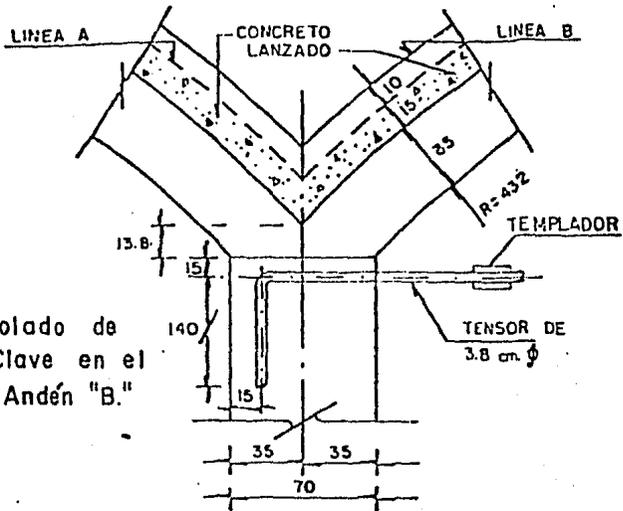
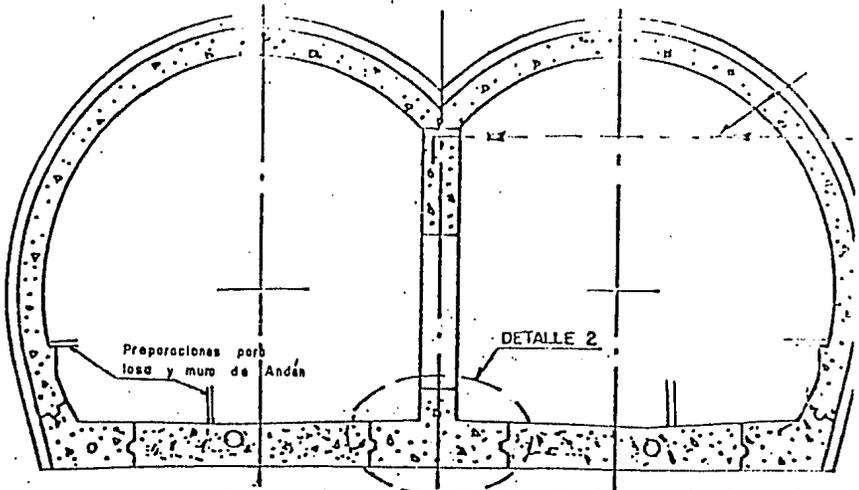


Fig.5.10 Colado de Muros y Clave en el Túnel de Andén "B."

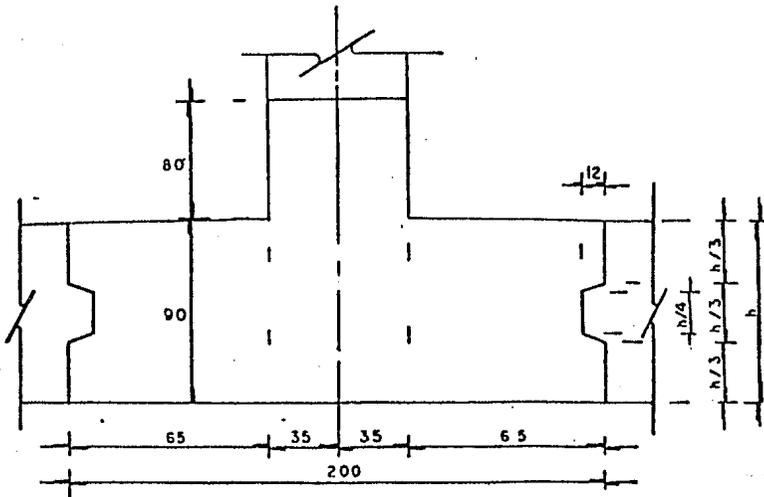
DETALLE - 1

(NO SE MUESTRA REFUERZO)



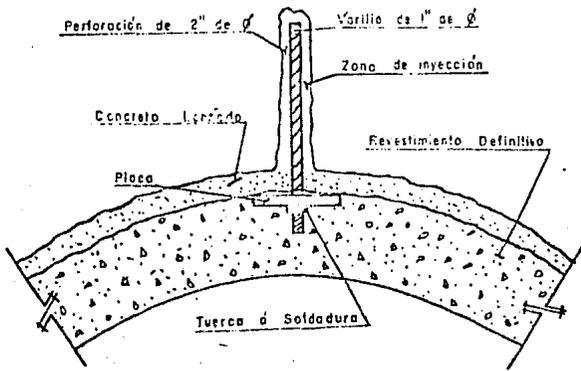
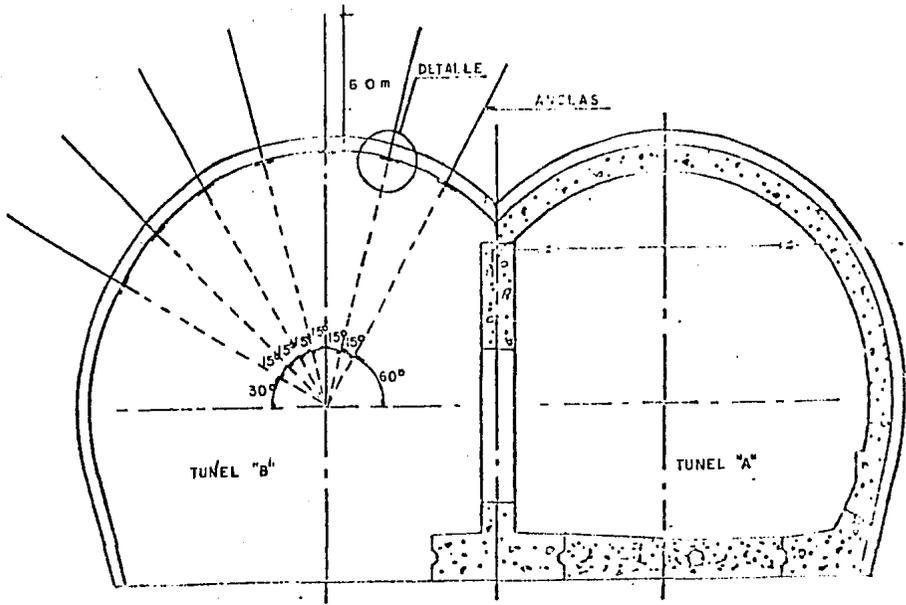
8va. ETAPA: Armado y colado de la losa de fondo dejando anclas para el muro de andén, y cuando el concreto haya adquirido su resistencia se retirará el tensor y se inyectará lechada y/o mortero para rellenar los huecos entre el concreto lanzado y el colado.

Fig. 5.11 Colado de Losa de Fondo en Andén "B".



DETALLE - 2

(NO SE MUESTRA REFUERZO)



DETALLE

Fig. 5.12 Colocación de Anclas en el T. de Andén "B"

Armado

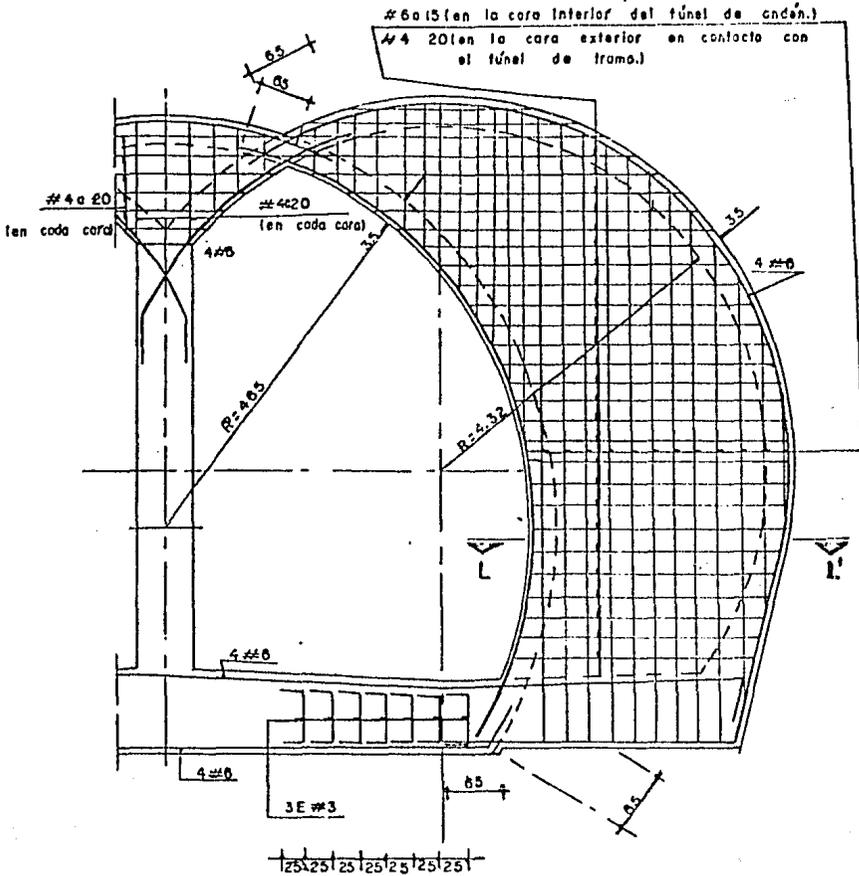


Fig. 5.13 Muro Cabecero

CAPITULO VI

TUNELES DE DISTRIBUCION

6.1.- DATOS GENERALES

En los siguientes incisos del presente capítulo se describirá el procedimiento constructivo para llevar a cabo la excavación y construcción del túnel de distribución de la Estación Constituyentes. Dicho túnel como ya se mencionó, comunica a los túneles de andén de la Estación y en el se encuentra integrada una pasarela de cambio de andén cuya localización se observa en la figura 6.1.

La excavación del túnel de distribución, presenta dos secciones cuyas características geométricas se observan en las figuras 6.2 a y b.

El procedimiento constructivo del túnel de distribución se inicia en la lumbrera CTA-1, antes de iniciar la excavación del túnel deberá colocarse el empotramiento tal y como se indica en el punto 4.2 del mismo capítulo.

Realizado lo anterior se continuará con la excavación del túnel, la cual se iniciará en la mitad superior del frente de ataque y se irá formando un banqueo cuya longitud máxima de avance será de 1.20 m. y de acuerdo con la secuencia que se observa en la figura 6.3.

La sección excavada del túnel tendrá un soporte o ademe provisional a base de concreto lanzado y marcos de acero. Para posteriormente proceder a la colocación del revestimiento definitivo que estará constituido por concreto reforzado.

El procedimiento que deberá seguirse para la colocación del ademe provisional y definitivo, se indicará en las siguientes líneas del presente capítulo.

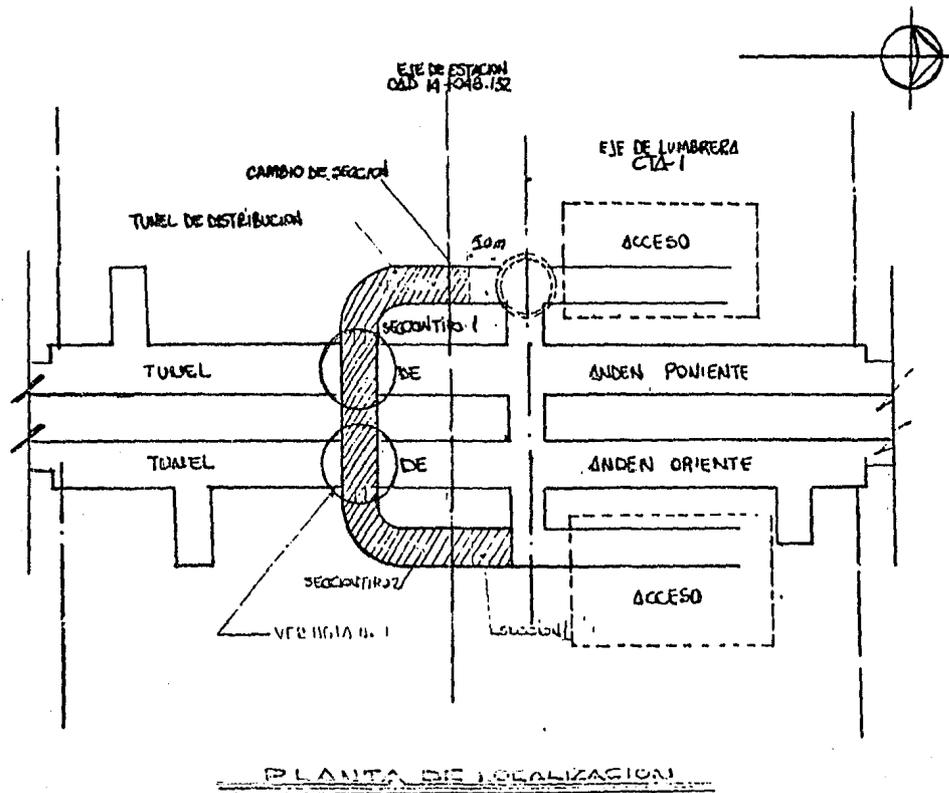


Fig. 6.1 Localización de la pasarela

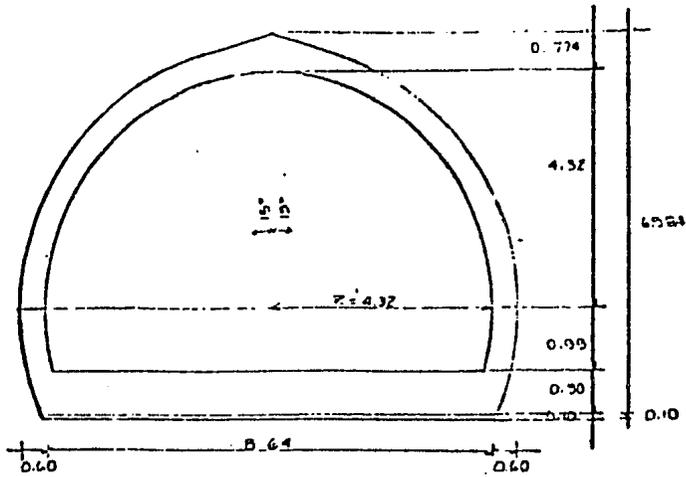


Fig. 6.2 b SECCION TRANSVERSAL TIPO 2

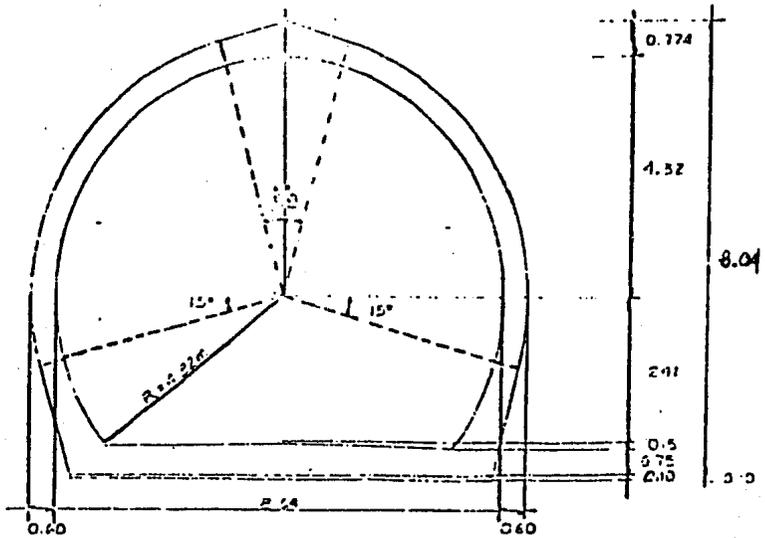


Fig. 6.2 a SECCION TRANSVERSAL TIPO 1

6.2.- REVESTIMIENTO PROVISIONAL

La colocación de éste revestimiento se hará en etapas conforme a lo siguiente:

1a. Etapa

Se iniciará la excavación de la parte media superior, en tramos de 1.20 m de longitud siguiendo la secuencia indicada en la figura 6.3. Una vez descubiertas las paredes se procederá a colocar una malla de acero del tipo 6 x 6 4/4 dejando 30 cm de malla para traslape con la malla de la sección inferior e inmediatamente después se deberá lanzar una primera capa de concreto de 5 cm de espesor. Ver figuras 6.4 y 6.5.

2a. Etapa

Colocada la primera capa de concreto lanzado de pondrán unas rastras formadas por dos viguetas IPR 10" x 5 3/4" (37.3 Kg/m) soldadas patín con patín tal como se observa en la figura 6.4. Estas rastras se colocarán en el piso del túnel ya que servirán de apoyo para la colocación de la parte superior del marco.

3a. Etapa

Una vez instaladas las rastras, se colocará la parte superior del marco, el cual estará formado por viguetas IPR 8" x 5 1/4" (29.8 Kg/m) soldadas en sus tres puntos de unión. Esta media sección se castigará contra el concreto lanzado por medio de un retaque de madera, tal que permitan una holgura entre el marco y el concreto lanzado de aproximadamente 10 cm.

4.- Etapa

Entre un marco y otro se colocarán largueros formados por polines de 4" x 4" separados entre si 1.50 m. La colocación de los largueros entre cada

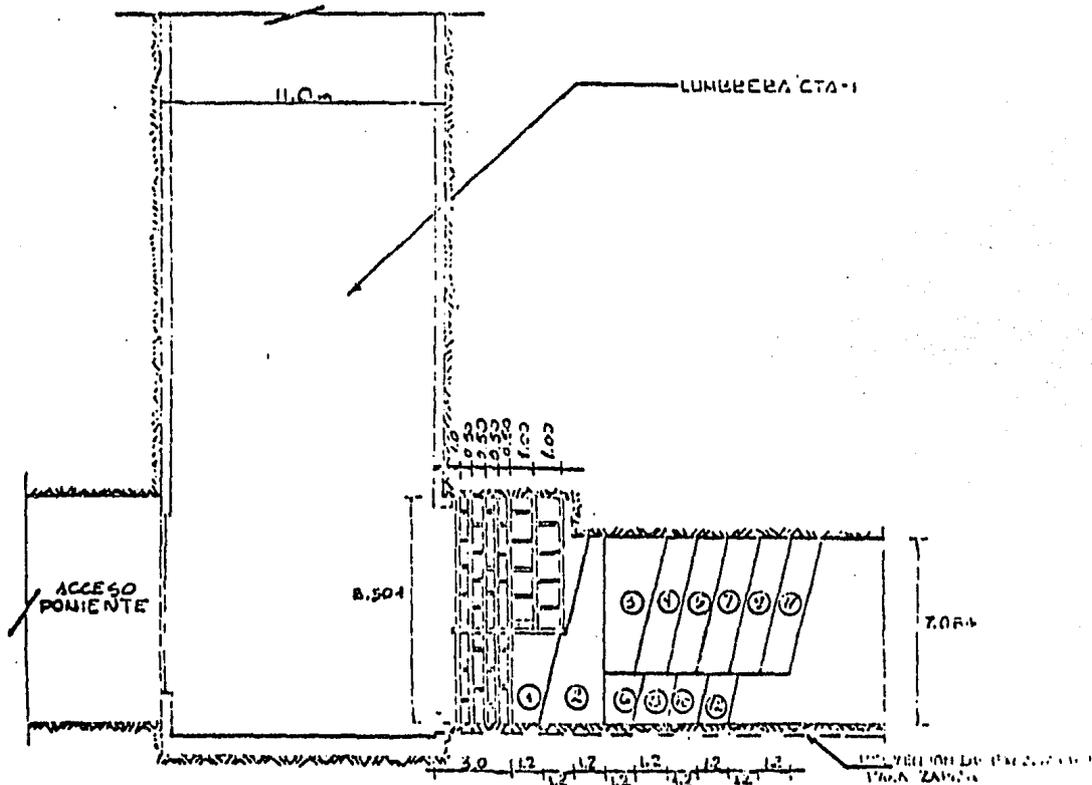


Fig. 6.3 Secuencia de excavación.

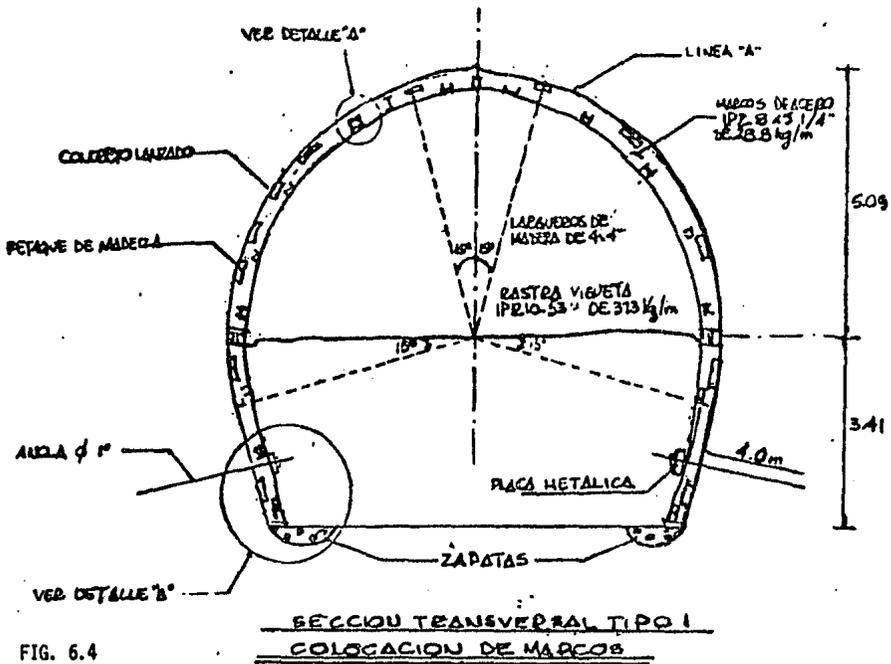
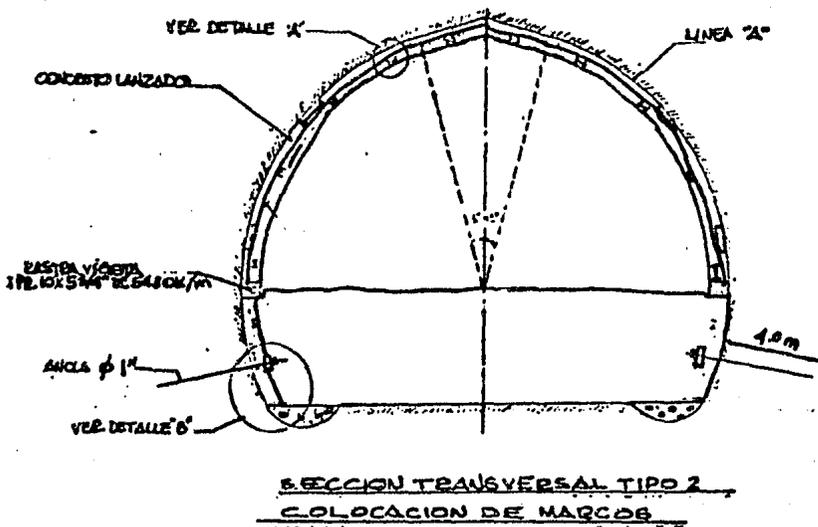


FIG. 6.4



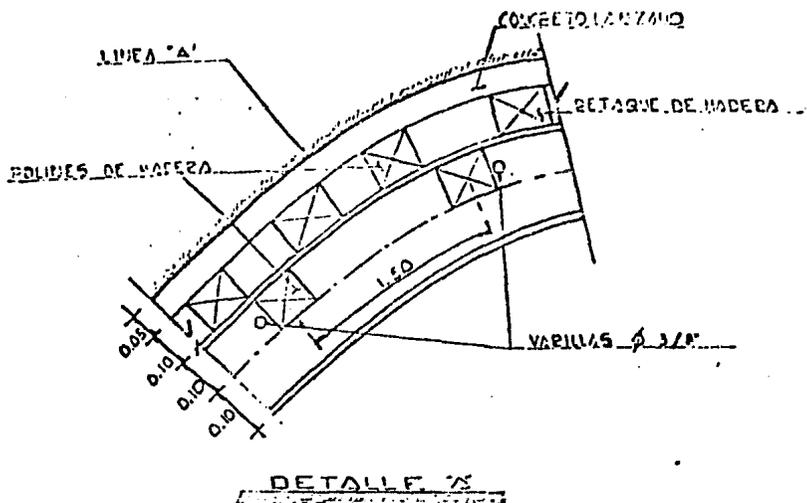
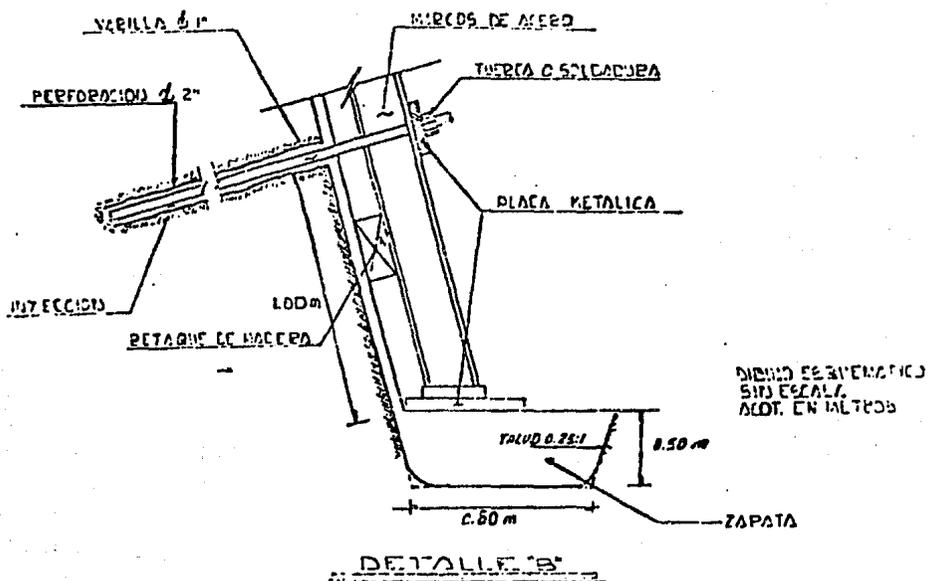


FIG. 6.5



marco quedará desfasado 0.50 m, ver figura N° 6.6. Estos largueros se apoyarán sobre varillas colocadas en la vigueta, por lo que será necesario hacer perforaciones con el fin de colocar varillas de 3/8" de diámetro en el alma de las viguetas.

5a. Etapa

Colocados los largueros entre los marcos, se procederá a lanzar una segunda y última capa de 10 cm de espesor.

Una vez colocado el primer marco, se continuará colocando los demás en la misma forma como se indicó anteriormente. La separación entre cada marco será de 1.0 m.

6a. Etapa

La colocación de la sección media inferior del marco se efectuará excavando la parte media inferior del túnel así como las zanjas que alojarán a las zapatas de apoyo, en tramos de 1.2 m de longitud e inmediatamente después se lanzará una primera capa de concreto de 5 cm de espesor incluyendo las zapatas. Realizando lo anterior se procederá a colocar la malla electrosoldada (6 x 6 - 4/4) efectuando amarre y traslape con la malla de la sección media superior. Asimismo ésta malla deberá prolongarse hasta constituir el refuerzo de la zapata.

Una vez colocada la malla de la zapata, se terminará el colado de la misma hasta el desplante de la losa de piso.

7a. Etapa

Posteriormente al colado de la zapata, se colocará una placa metálica donde se apoyará el marco de la sección media inferior, mismo que deberá soldarse en todos sus puntos de apoyo. Y acuíñarse en la forma ya descrita en la etapa 3.

8a. Etapa

Se continuará con lo indicado en las etapas 4 y 5.

9a. Etapa

Después de lanzar la segunda capa de concreto, deberán colocarse dos anclas a los extremos del marco, las cuales tomarán las fuerzas horizontales de coceo del mismo.

Para su colocación deberán realizarse dos perforaciones de 2" de diámetro a los extremos del marco, de 4.0 m de longitud separadas entre si 35 cm con respecto al centro de la vigueta. Realizada la perforación se colocará una ancla en cada una de ellas, la cual estará constituida por varillas de 1" de diámetro ($f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$); posteriormente se procederá a inyectar en el espacio anular.

6.3.- REVESTIMIENTO DEFINITIVO

Una vez recubiertas las paredes del túnel, mediante concreto lanzado y colocados los marcos metálicos en los sitios indicados se iniciará el colado del revestimiento definitivo tal y como se muestra en la figura 6.2 a y b

El revestimiento definitivo en las paredes y techo se realizará utilizando concreto lanzado de 35 cm. de espesor; en lo que respecta a la losa de fondo será de concreto hidráulico teniendo ambas una resistencia de 200 kg/cm^2 .

Durante el colado de la losa de fondo deberá dejarse una zona sin colar tal que permita la construcción de la pasarela de cambio de andén.

6.4.- PASARELA DE CAMBIO DE ANDEN.

La excavación para alojar la estructura de la pasarela se realizará a cielo abierto y por etapas, las cuales estarán limitadas por taludes verticales y de avance con inclinación 0.15:1 (horizontal a vertical) tal como se muestra en las figuras de la 6.7 a la 6.9..

La excavación para la construcción de la pasarela se llevará a cabo de acuerdo al proceso que se describe a continuación:

Excavación y Construcción.

Para iniciar la excavación de cualquier etapa será necesario que el túnel de distribución y los túneles de andén se encuentren revestidos en forma definitiva, incluyendo el colado de la losa de piso hasta 50 cm antes de los muros estructurales de la pasarela. Ver corte B-B, figura 6.9..

La excavación se realizará entre taludes y de avance hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto, ver figuras Nos. 6.7 y 6.8.

El tiempo máximo a transcurrir entre el momento de iniciar la excavación y el momento de alcanzar la máxima profundidad de proyecto, no deberá ser mayor de 24 horas por cada etapa.

Alcanzada la máxima profundidad de excavación se procederá de inmediato a colar una plantilla de concreto pobre de 10 cm de espesor previsto de aditivo acelerante de fraguado.

Tres horas después de colada la plantilla se deberá iniciar el armado y colado de la losa de piso, debiéndose dejar las preparaciones necesarias para ligar el armado de los muros de la pasarela con el acero de refuerzo de la losa de piso; de acuerdo a los detalles de los planos estructurales correspondientes.

El tiempo máximo a transcurrir durante el armado y colado de la losa de piso será de 36 horas, contadas a partir de la terminación del colado de la plantilla.

Transcurridas 24 horas después de colada la losa de piso, se continuará con el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales de la pasarela, debiendo dejar las preparaciones necesarias para la liga estructural con la losa de techo.

Cuando hayan alcanzado su resistencia de proyecto los muros estructu
rales, se procederá a cimbrar, armar y colar la losa de techo que correspon
de a la losa de piso del túnel de andén.

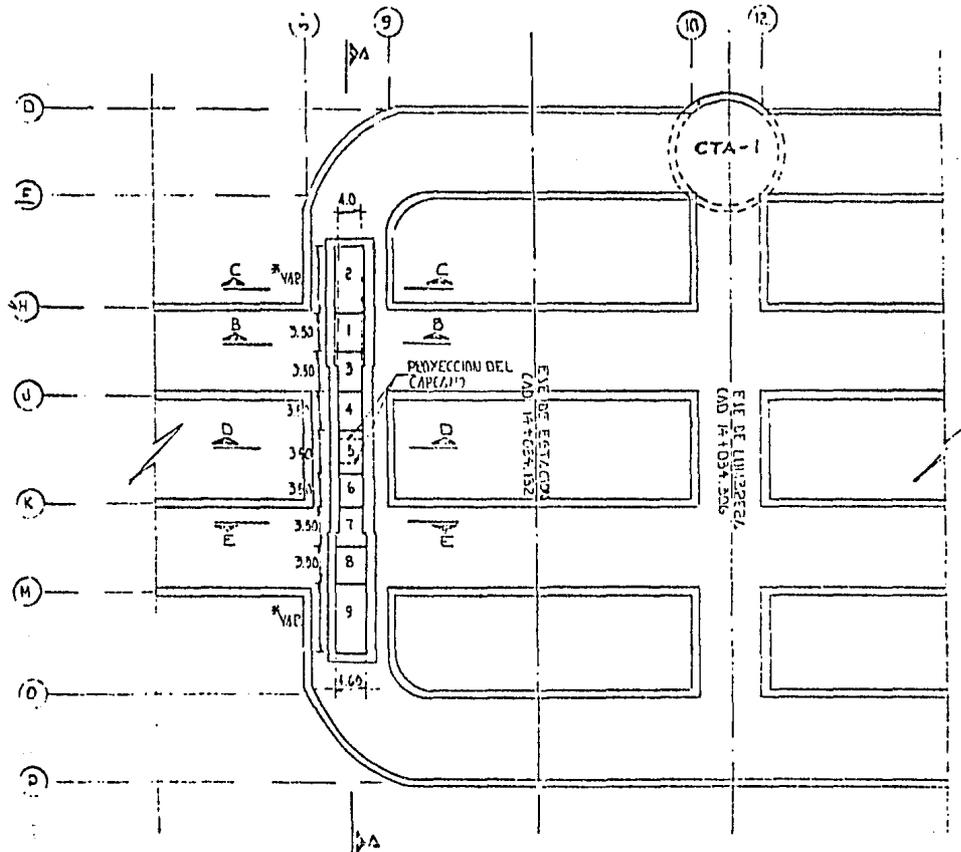


FIGURA 6.7.

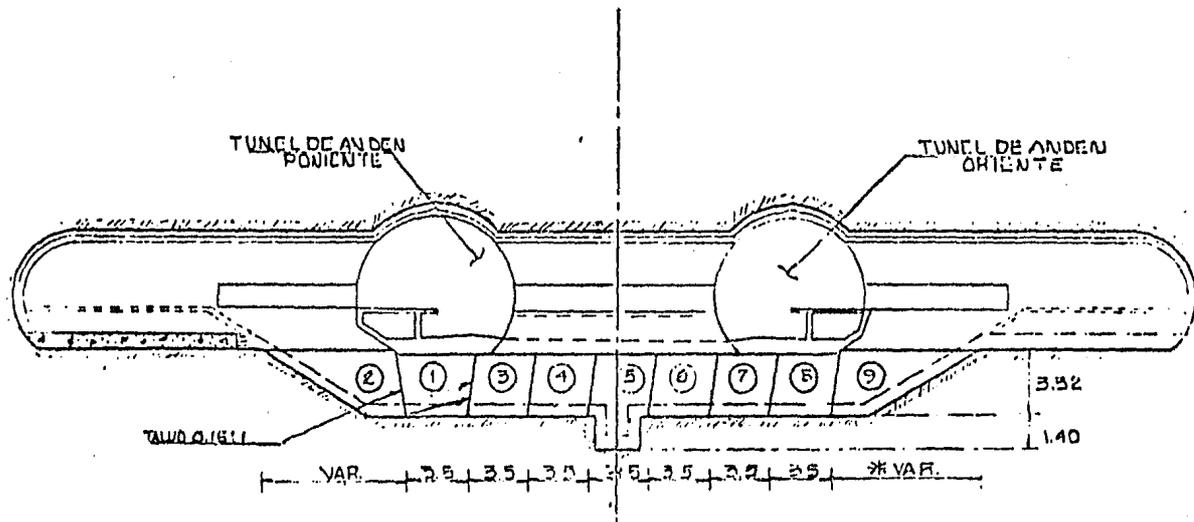


FIGURA 5.8. CORTE LONGITUDINAL A-A

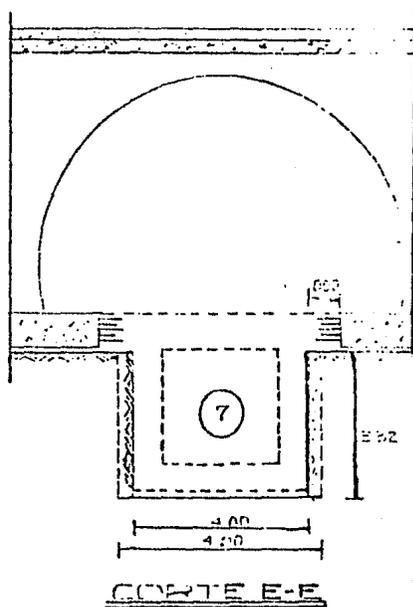
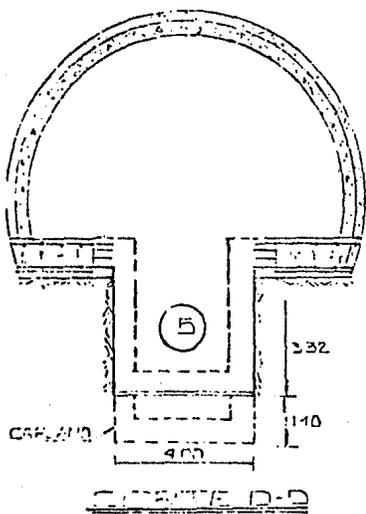
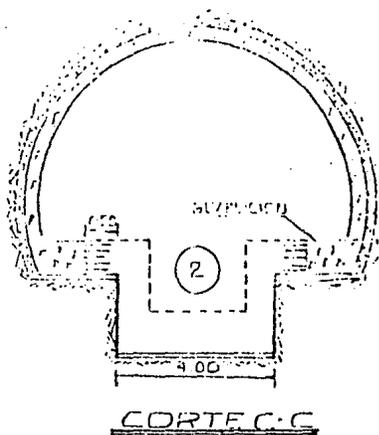
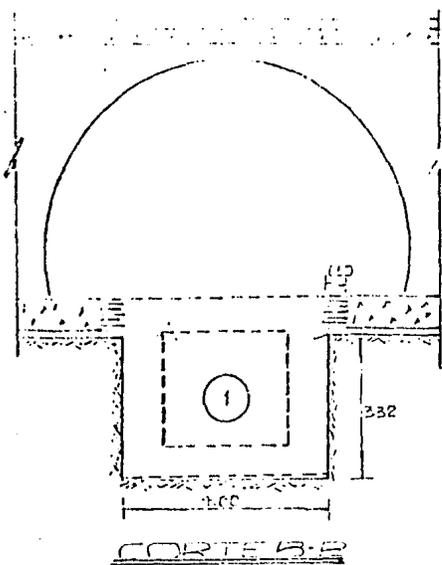


FIGURA 6.9

CAPITULO VII

SUBESTACION

7.1.- DATOS GENERALES

Para iniciar la excavación y construcción del túnel de la subestación eléctrica será condición necesaria haber colado el revestimiento definitivo del túnel de andén cuando menos en una longitud de 10.0 m hacia ambos lados. Su localización en planta se indica en la figura 7.1.

Una vez colado el revestimiento definitivo del túnel de andén, se procederá a demoler el revestimiento provisional en toda la sección del túnel de subestación.

Al terminar la demolición se procederá a excavar en una longitud de 1.0m para proceder al armado y colado de una trabe de borde en el inicio del túnel tal como se muestra en la figura N° 7.2. y 7.3.

Cuando la trabe de borde alcance su resistencia de proyecto podrá darse inicio a la excavación del túnel, la cual se hará en dos partes. El avance será de 1.20 m de longitud llevando un "banqueo" tal como se muestra en la figura 7.4.

La sección excavada llevará un soporte o ademe provisional constituido por concreto lanzado y marcos de acero apoyados sobre zapatas. Sobre el revestimiento provisional se colocará el ademe definitivo, el cual se constituirá por un muro de concreto armado colado con cimbra convencional y cuyo espesor es de 35 cms.

La colocación de la estructura de soporte provisional y el revestimiento definitivo, se hará de acuerdo a lo que se indica a continuación:

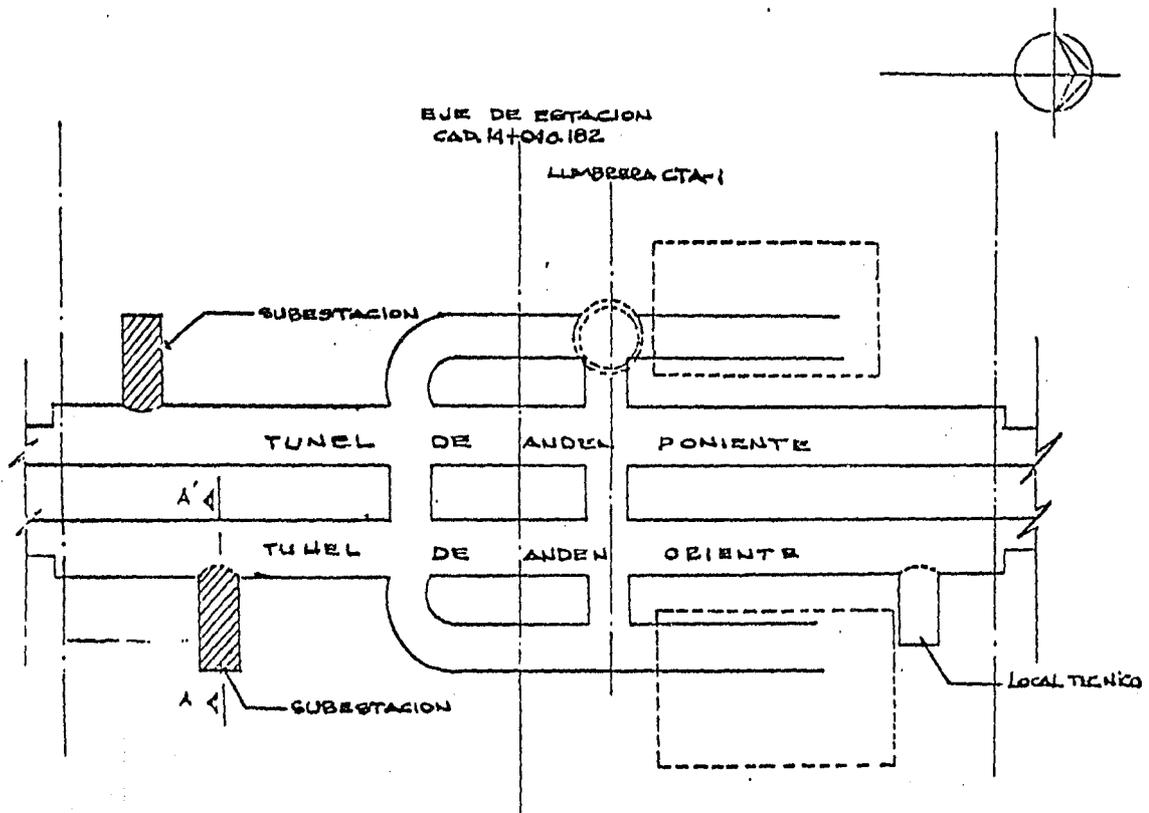


Fig. 7.1. Planta de localización de las subestaciones.

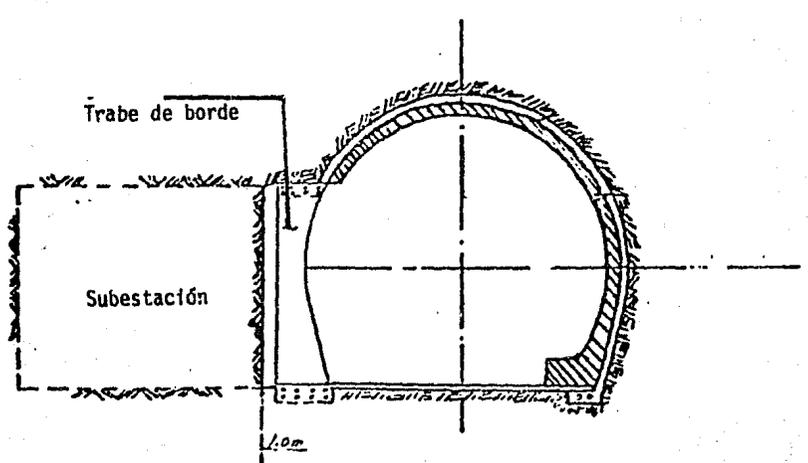
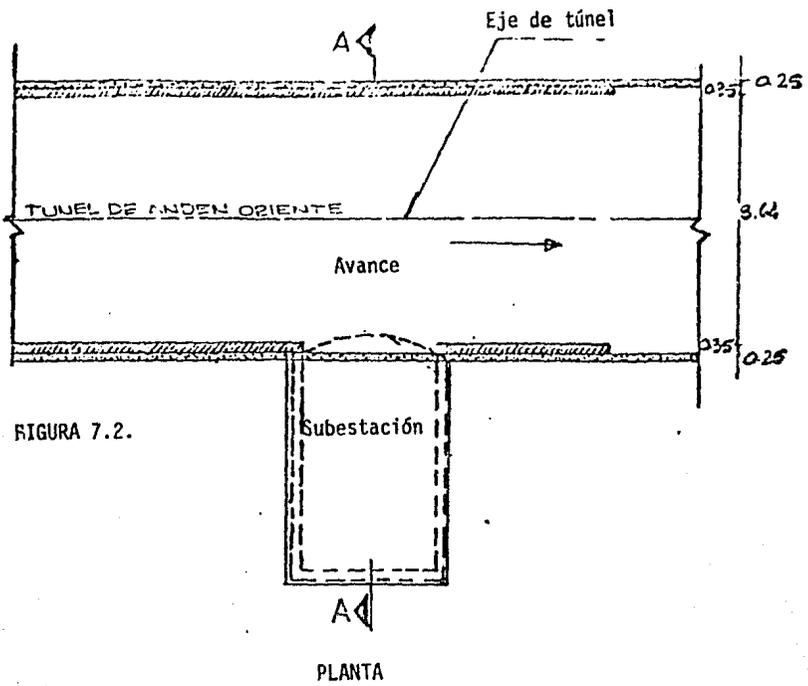


FIGURA 7.3.- CORTE A-A

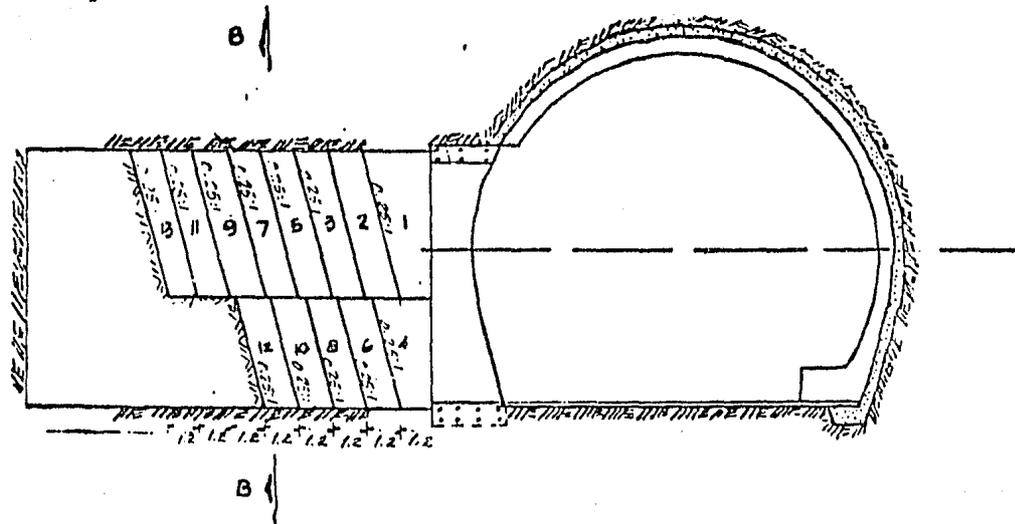


Figura 7.4. Avance de la excavación

7.2.- Colocación del ademe provisional.

Una vez que la trabe de borde alcance su resistencia de proyecto se continuará con la colocación del ademe provisional que como ya se dijo anteriormente será a base de concreto lanzado y marcos metálicos. Estos últimos están seccionados en cuatro partes y el procedimiento a seguir para su colocación será el siguiente:

1a. Etapa. Se iniciará la excavación de la parte media superior, en tramos de 1.20m de longitud siguiendo la secuencia indicada en la figura 7.5 una vez descubiertas las paredes se procederá a colocar una malla de acero del tipo 6 x 6 - 4/4 dejando 30 cm de malla para traslape con la malla de la sección inferior e inmediatamente después se deberá lanzar una primera capa de concreto de 5 cm de espesor.

2a. Etapa. Colocada la primera capa de concreto lanzado se pondrán unas rastras formadas por viguetas IPR 10" x 5 3/4 (37.3 kg/m soldadas patín con patín tal como se observa en la figura 7.5. Estas rastras se colocarán en las paredes del túnel ya que servirán de apoyo para la colocación de la parte superior del marco.

3a. Etapa. Una vez instaladas las rastras, se colocará la parte superior del marco, el cual estará formado por dos viguetas IPR 8" x 5 1/4 (29.8 Kg/m) soldadas en sus tres puntos de unión. Esta media sección se castigará contra el concreto lanzado por medio de un retaque de madera, tal que permitan una holgura entre el marco y el concreto lanzado de aproximadamente 10 cm.

4.- Etapa. Entre un marco y otro se colocarán largueros formados por polines de 4" x 4" separados entre si 1.50 m. la colocación de los largueros Entre cada marco quedará desfasada 0.50 m. Estos largueros -----

se apoyarán sobre varillas colocadas en la vigueta, por lo que será necesario hacer perforaciones con el fin de colocar varillas de 3/8" de diámetro en el alma de las viguetas.

5.- Etapa. Colocados los largueros entre los marcos, se procederá a lanzar una segunda y última capa de 10 cm de espesor.

Una vez colocado el primer marco, se continuará colocando los demás - en la misma forma como se indicó anteriormente. La separación entre cada marco será de 1.0 m.

6.- Etapa. Para la colocación de la sección inferior del marco se - excavará la parte media inferior del túnel, así como las zanjas que alojarán a las zapatas de apoyo, en tramos de 1.2 m de longitud de acuerdo a la secuencia indicada en la figura 7.4. e inmediatamente después se lanzará una primera capa de concreto de 5 cm de espesor incluyendo las zapatas. Realizado lo anterior se procederá a colocar la malla electrosoldada (6x6 -4/4) efectuando amarre y traslape con la malla de la sección media superior. Asimismo - esta deberá prolongarse hasta constituir el refuerzo de la zapata.

Una vez colocada la malla de la zapata, se terminará el colado de la misma hasta el desplante de la losa de piso.

7.- Etapa. Posteriormente al colado de la zapata, se colocará una - placa metálica donde se apoyará el marco de la sección media inferior, mismo que deberá soldarse en todos sus puntos de apoyo. Y acuñarse en la forma ya - descrita en la etapa 3.

8.- Etapa. Se continuará con lo indicado en las etapas 4 y 5.

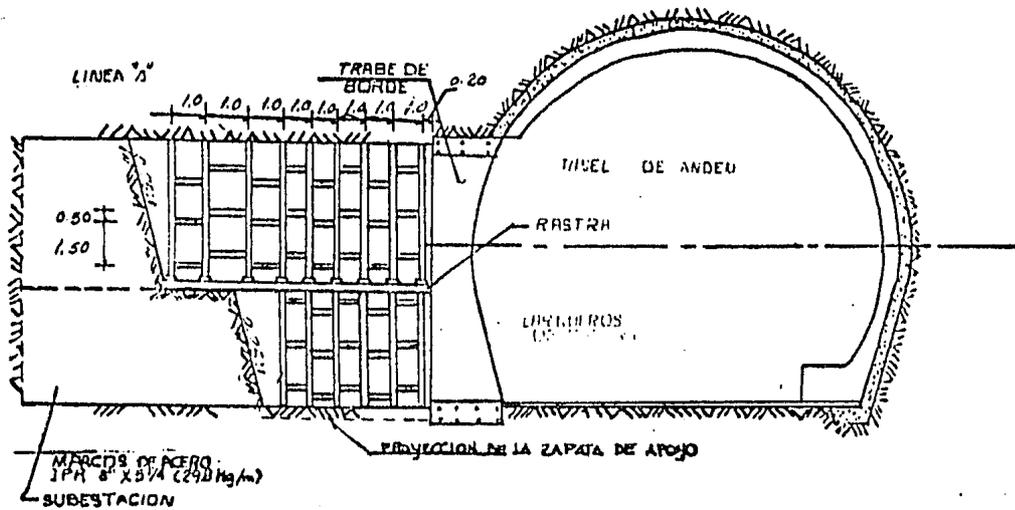


Figura 7.6. Colocación de marcos metálicos.

9.- Etapa. Después de lanzar la segunda capa de concreto, deberán colocarse dos anclas a los extremos del marco, las cuales tomarán las fuerzas horizontales de coceo del mismo.

Para su colocación deberán realizarse dos perforaciones de 2" de diámetro a los extremos del marco de 4.0 m de longitud separadas entre sí 35 cm - con respecto al centro de la vigueta. Realizada la perforación se colocará un ancla en cada una de ellas, la cual estará constituida por varillas de 1" de diámetro ($f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$) posteriormente se procederá a inyectar en el espacio anular.

7.3.- COLOCACION DEL REVESTIMIENTO DEFINITIVO.

Una vez colocado el ademe provisional, se iniciará el armado y colado del revestimiento definitivo, el cual se realizará con cimbra convencional, - en tramos de 6 m de longitud. Hecho esto, se procederá a la construcción del muro tapón.

CAPITULO VIII

ACCESOS

8.1.- ACCESO ORIENTE.

El procedimiento constructivo del acceso Oriente de la Estación Constituyentes se divide en dos fases:

Fase 1.- Comprende la excavación y construcción de los túneles localizados entre el nivel andén y el nivel descanso 2 .

Fase 2.- Comprende la excavación y construcción entre el nivel vestíbulo y el nivel descanso 2.

A continuación será descrito lo correspondiente a la primer fase constructiva, la cual esta dividida en cuatro etapas:

Etapa 1.- Perteneciente a la excavación y construcción del túnel inclinado localizado entre el nivel andén y el nivel descanso 1.

Etapa 2.- Perteneciente a la excavación y construcción del túnel que constituye el descanso 1, en el área delimitada entre la terminación de la etapa 1 hasta completar un giro de 120° con respecto al eje 5o.

Etapa 3.- Relativa a la excavación y construcción complementaria del túnel de descanso 1 y el túnel inclinado localizado entre los niveles de descanso 1 y 2.

Etapa 4.- Esta etapa constituye la excavación y construcción del túnel sección "S" localizado en el descanso 1 que servirá como nicho para alojar instalaciones.

En la figura 8.1 se muestra la planta de localización de estas etapas.

NOTA: Para iniciar la excavación de cualquiera de estas etapas será condición necesaria que se tenga revestida en forma definitiva la etapa inmediata anterior.

A continuación se describe el procedimiento constructivo que deberá llevarse a cabo en cada una de las etapas en que se ha dividido esta primer fase constructiva del acceso.

ETAPA 1.- La excavación para la construcción de esta etapa correspondiente - al túnel inclinado localizado entre el nivel andén y el nivel de descanso -- 1, se realizará a media sección por tramos de 1.20m de longitud, contando -- con un banco cuya longitud mínima será de 2.40m tal como se observa en las - figuras Nos. 8.2 y 8.3a.

Será condición necesaria para efectuar la excavación de un segundo tramo --- que se haya colocado el revestimiento primario en el tramo inmediato ante -- rior.

Habiendo efectuado la excavación de cualquier tramo de la sección media --- superior, se procederá a colocar el revestimiento primario de acuerdo a los - lineamientos que se describen a continuación:

- a).- Descubiertas las paredes del túnel en cada tramo, se --- lanzará una primer capa de concreto de 5cm de espesor.
- b).- Lanzada la primer capa de concreto se instalará una pri- mer malla electrosoldada del tipo 6" x 6" - 4/4 dejandó- 30 cm para traslaparla con la malla que se colocará en - la sección media inferior.
- c).- Concluido el evento anterior se lanzará una segunda ---- capa de concreto de 10 cm de espesor.
- d).- Lanzada la segunda capa de concreto, se colocará una --- segunda malla del tipo ya indicado, dejando 30cm para el- traslape con la segunda malla que se colocará en la sec- ción media inferior.
- e).- Habiendo instalado la segunda malla se lanzará una tercer capa de concreto de 5cm de espesor, quedando de esta --- forma constituido el revestimiento primario de la sec -- ción media superior.

Al descubrir las paredes del túnel en su sección media inferior se excavarán las zanjas que alojarán las zapatas de apoyo del revestimiento primario y proceder a la colocación del mismo, según lo indicado para la sección media superior.

Las mallas que se colocarán en la sección inferior deberán armarse y traslaparse con las instaladas en la sección media superior y abarcan las zapatas de apoyo.

La excavación y revestimiento primario de la etapa 1 se suspenderá una vez que la sección del túnel inclinado se encuentre al nivel de descanso 1, para proceder a la colocación del revestimiento definitivo de dicha etapa.

ETAPA 2.- Preyto a la excavación de cualquier tramo de esta etapa, deberá contarse con el revestimiento definitivo del túnel inclinado correspondiente a la etapa 1.

La excavación de esta etapa, constituye parte del túnel que conformará el descanso 1, la cual se llevará a cabo por tramos de 1,20m de longitud con banco mínimo de 2,40 m en forma radial, es decir, las longitudes de avance estarán referidas al perímetro exterior del túnel. Tal como se indica en la figura 8.2 y 8.3b

La excavación y colocación del revestimiento primario de la etapa 2 se suspenderá temporalmente, una vez que se hayan ejecutado estas actividades en la sección de túnel que determine un giro de 120° con respecto al eje 50, para proceder a la colocación del revestimiento definitivo de esta zona del descanso.

Durante la colocación del revestimiento definitivo de esta etapa deberá excluirse el área que define la excavación y construcción del túnel de sección "S".

ETAPA 3.- Será condición necesaria para la excavación de cualquier tramo - de esta etapa, que la parte del túnel del descanso 1 indentificado como -- etapa 2 haya sido revestido en forma definitiva.

Esta etapa comprende la excavación y construcción complementaria del ----- túnel del descanso 1, así como el túnel inclinado localizado entre los niveles de descanso 1 y 2, según se observa en la figura No. 8.1.

La excavación y colocación del revestimiento primario del túnel que complementa el descanso 1, se realizará según lo indicado para la etapa2; en la zona de túnel inclinado y hasta una distancia L/2 del mismo contada a partir del descanso 1, el proceso de excavación se realizará según lo indicado para la etapa 1; después de la cual los tramos de avance se reducirán a 0.80m contando con un banco con longitud mínima de 1.60m tal como se indica en las figuras Nos. 8.2 y 8.3c, la colocación del revestimiento primario en el túnel inclinado se realizará según lo indicado para la etapa 1.

Concluida la colocación del revestimiento primario en el túnel inclinado - correspondiente a esta etapa, se iniciará el armado y colado del revestimiento definitivo, tanto de este como el del tramo de túnel del nivel de - descanso 1.

ETAPA 4.- Para iniciar la excavación de la sección media superior de esta- etapa, será condición necesaria que se haya revestido en forma definitiva- los túneles correspondientes a la etapa 3.

Una vez definido el perímetro exterior del túnel de sección "S" en la zona del descanso 1, se procederá a demoler el revestimiento primario, para --- efectuar la excavación y construcción de dicho túnel de acuerdo a los ---- lineamientos que se describen a continuación:

- 1.- Excavación de la sección media superior a lo largo del túnel por construir.

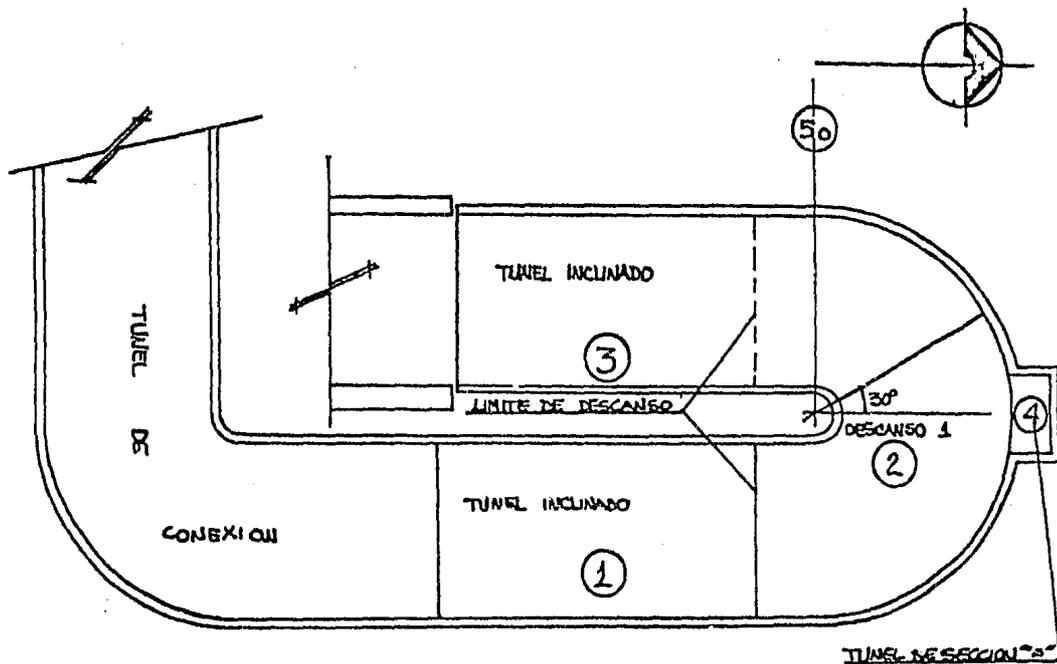


Fig. 8.1.- PLANTA DE LOCALIZACION DE ETAPAS
ACCESO ORIENTE

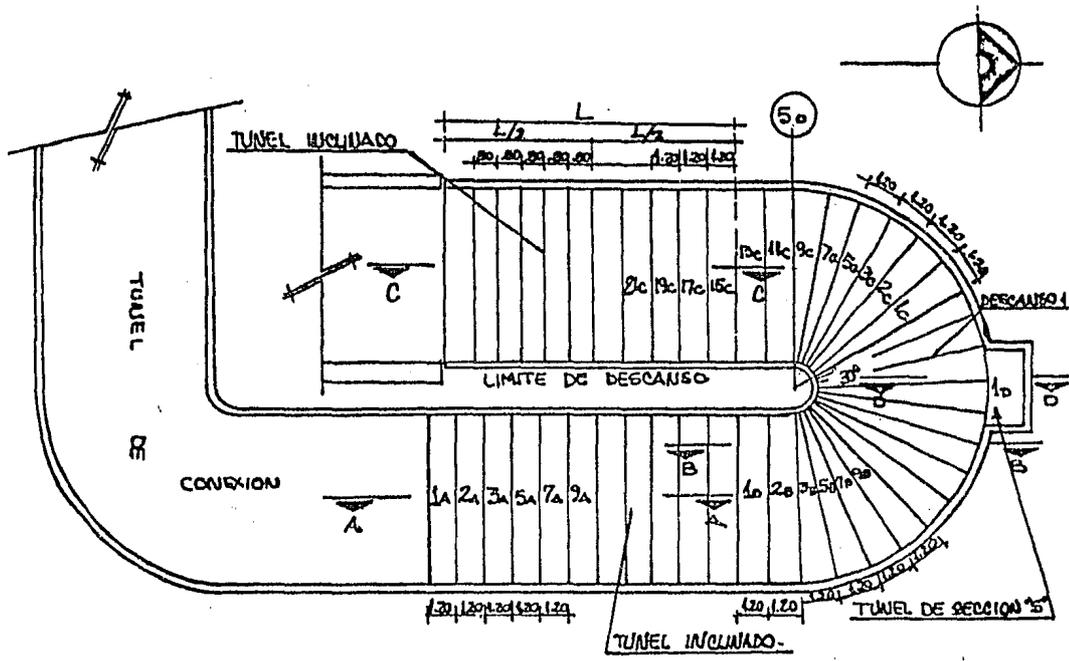


Fig. 8.2. LOCALIZACION DE ETAPAS DE EXCAVACION
ACCESO ORIENTE

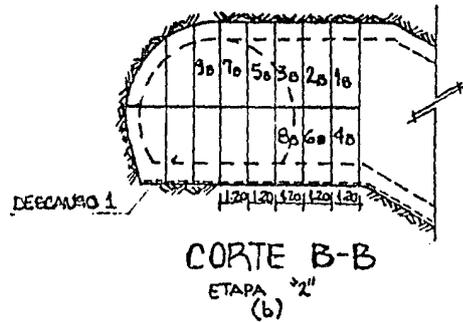
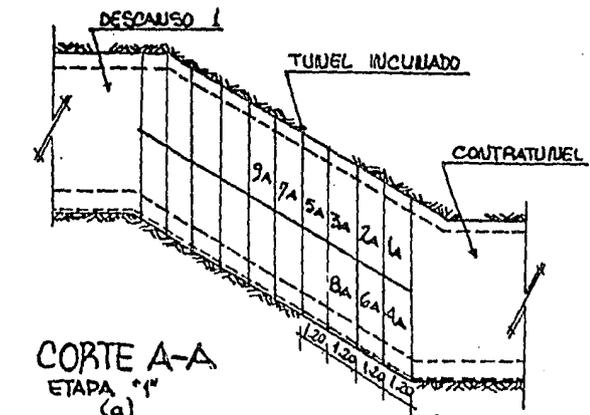
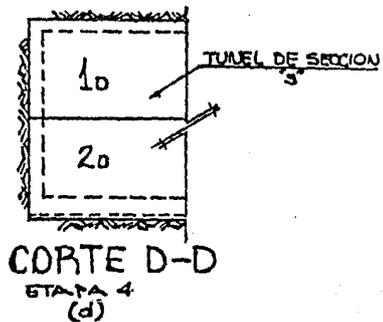
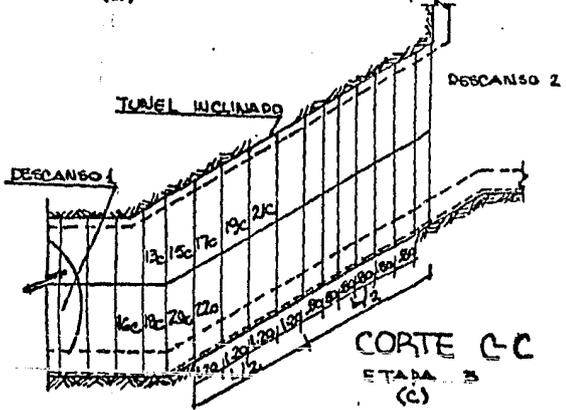


Fig. 8.3.



2.- Colocación del revestimiento primario en la sección media superior, según lo indicado para la etapa 1.

3.- Excavación de la sección media inferior del túnel de sección "S".

4.- Colocación del revestimiento primario y construcción de zapatas en la sección media inferior.

El revestimiento definitivo que se colocará en cada una de estas etapas será mediante concreto lanzado.

En lo que respecta al revestimiento definitivo de las anteriores etapas, será a base de concreto lanzado $f'c=200$ Kg/cm² con un espesor de 35 cm y un armado similar al del túnel de unión. A diferencia del revestimiento primario cuya resistencia es de $f'c=150$ Kg/cm² y con malla electrosoldada como refuerzo.

En las siguientes líneas se describirá lo referente a la fase 2 para la construcción del acceso Oriente.

La excavación y construcción de esta fase constructiva del acceso se realizará a cielo abierto, entre una estructura de contención constituida por ocho muros tablestaca los cuales se localizan en forma paralela y adyacente a los ejes Bo y Oc; en el resto del área que ocupará dicho acceso se tendrán taludes perimetrales y de avance cuya inclinación será 0,3:1 horizontal a vertical ver figura 8.4.

El proceso constructivo de esta fase se dividirá en tres etapas las cuales estarán constituidas como sigue:

ETAPA 1.- Esta etapa corresponde a un rasero entre el nivel de terreno natural y el nivel vestíbulo (58.015 m).

ETAPA 2.- Excavación y construcción del acceso en la zona del descanso 2.

ETAPA 3.- Excavación y construcción de la rampa de escaleras entre el nivel vestíbulo y el nivel de descanso 2.

A continuación se indica el procedimiento constructivo que deberá llevarse a cabo para cada una de las etapas en que se ha dividido la segunda fase constructiva del acceso Oriente de la Estación Constituyentes.

ETAPA1.- El rasero correspondiente a esta etapa se llevará a cabo a partir del nivel de terreno natural hasta alcanzar el nivel máximo de excavación en la zona de vestíbulo (58.015m) de acuerdo a los siguientes :

En la zona donde se localiza tablestacas, el rasero se realizará en el área comprendida entre estas, teniendo un talud cuya inclinación será 0.3:1 horizontal a vertical a partir del paño exterior del nivel de remate de las mismas, en el resto del área del acceso, el pie del talud que se derramará al efectuar el rasero se localizará a 60cm del paño exterior del perímetro que delimita la construcción de la caseta del acceso.

ETAPA2.- Habiendo efectuado el rasero del terreno indicado para la etapa 1 se llevará a cabo la excavación para la construcción de la zona del descanso 2 y el tramo de rampa que conectará con el inclinado localizado entre los descansos 1 y 2.

La excavación se realizará de Oriente a Poniente a partir del nivel de vestíbulo (rasero), hasta descubrir en las tablestacas de los ejes Bo y Qo los niveles 55.755m y 54.200m respectivamente, para proceder a la colocación del primer nivel de puntales, estos puntales se colocarán en forma inclinada, apoyando sus extremos sobre las tablestacas de los ejes Bo y Qo en las elevaciones 56.055m y 54.500m, tal como se indica en el corte C-C de la figura 8.4.

Concluido el evento anterior, se continuará con la excavación hasta el nivel 51.714m para procede a la colocación del segundo nivel de puntales localizados en la elevación 52.015m.

La separación a la que deberán ubicarse los puntales con respecto a las juntas constructivas entre tablestacas se indica en el corte D-D - la figura 8.4.

Habiendo colocado el segundo nivel de puntales, se continuará con la excavación, hasta alcanzar la profundidad de proyecto del descanso 2 - (49.015m).

Habiendo alcanzado la profundidad de proyecto se colará una plantilla de concreto pobre de 10cm de espesor conteniendo aditivo acelerante -- de fraguado.

Dos horas despues de colada la plantilla se armará y colará la losa -- de piso tanto del descanso 2 como la de la rampa que conecta con el -- túnel inclinado. Durante el armado de esta losa deberán dejarse las -- preparaciones necesarias para la liga con los muros estructurales del -- descanso y la losa de fondo de la rampa localizada entre el nivel ves -- tíbulo y el descanso 2.

No deberá transcurrir un periodo mayor de 48 horas contadas a partir -- del momento en que se alcanza la profundidad de proyecto y el inicio -- del colado de la losa de piso de esta etapa.

Veinticuatro horas después de colada la losa de piso se retirará el -- nivel inferior de puntales y se iniciará el armado, cimbrado y colado -- de los muros estructurales del descanso, dejando cajas sin construir -- en aquellos puntos donde se localizan los puntales del primer nivel --

Simultáneamente a este evento se realizará el cimbrado, armado y colado de las trabes localizadas en los ejes Ho.y10o. así como el de la losa de techo del descanso ubicada entre los ejes antes citados y el eje --- 4o.

Una vez que los muros estructurales y las trabes antes citadas hayan -- alcanzado cuando menos el 75% de su resistencia especificada, se coloca rán las tabletas para iniciar el armado y colado del firme de compre--- ción, dejando las preparaciones necesarias para la liga con la trabe -- del eje 4o.

Los puntales del primer nivel localizados en la zona del descans o 2. Se retirarán una vez que el firme de compresión y la trabe del -- eje 4o. hayan alcanzado su resistencia de proyecto.

Los huecos dejados en los muros estructurales por el retiro de los ---- puntales, se colarán con concreto conteniendo aditivo estabilizador de volumen.

El material de relleno que se colocará entre el talúd y el muro estruc_ tural del eje 1c ; así como el que se localiza sobre la losa de techo -- descanso, se colocará una vez que estos elementos hayan alcanzado su -- resistencia de proyecto. Este material será areno-limoso tipo tepetate cuyo contenido de partículas que pase la malla 200 no excede del 25% -- la colocación del material se hará por capas de 30 cm de espesor, com_ pactadas al 85% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la - norma AASHTO estandar T 99-74 variante "A" y energía de compactación - de 6.02 Kg-cm/cm3.

La últimas cinco capas del material de relleno se compactarán al 95% - de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma antes cita_ da.

ETAPA3.- La excavación de esta etapa se iniciará una vez que se haya colado la losa de piso correspondiente a la etapa 2.

El área de excavación de la etapa C estará comprendida entre los ejes 10 a 00 y 20 a 50, correspondiente a la rampa de escaleras entre los niveles de vestíbulo y descanso 2. Esta etapa estará limitada por un par de muros tablestacas y taludes perimetrales y de avance cuya inclinación será 0.3:1 horizontal a vertical.

Durante la excavación de esta etapa deberá colocarse en zanja un puntal localizado en la elevación 57.615m, tal como se muestra en los cortes B-B y D-D de la figura 8.4.

Una vez alcanzada la profundidad de proyecto se colará una plantilla de concreto pobre de 10cm de espesor conteniendo aditivo acelerante de fraguado.

Concluido lo anterior se iniciará el colado de la losa de fondo y muros estructurales, respetando los tiempos indicados para cada evento en la etapa 2.

Cuando los muros estructurales de la rampa hayan alcanzado su resistencia de proyecto se colocará el material de relleno entre estos y los taludes laterales de igual forma a la indicada para la etapa 2.

Realizado el evento anterior se continuará con la estructura de la caseta de este acceso.

El puntal localizado en la elevación 57.615m se retirará cuando los muros estructurales de esta etapa y la trabe del eje 40. hayan alcanzado su resistencia de proyecto.

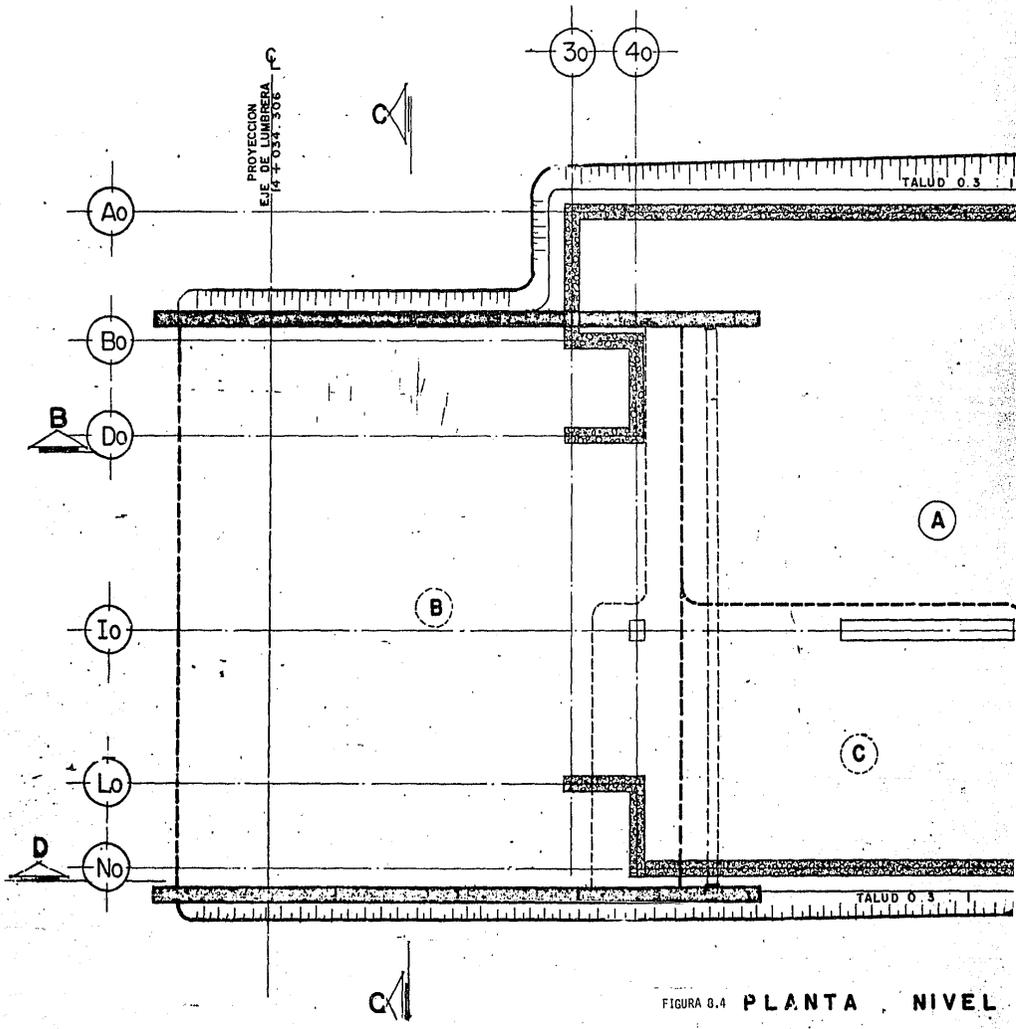
NOTAS.

La excavación del acceso Oriente podrá iniciarse en cualquiera de las --

dos fases en que fué dividido, siendo condición necesaria para iniciar -- la restante, que se haya estructurado al 100% la fase atacada inicialmen_ te.

Conforme avance la excavación de cada una de las etapas deberá colocarse el apuntalamiento respectivo.

Deberá respetarse la secuencia y tiempos indicados en este escrito para la excavación, apuntalamiento, estructural y retiro de puntales.



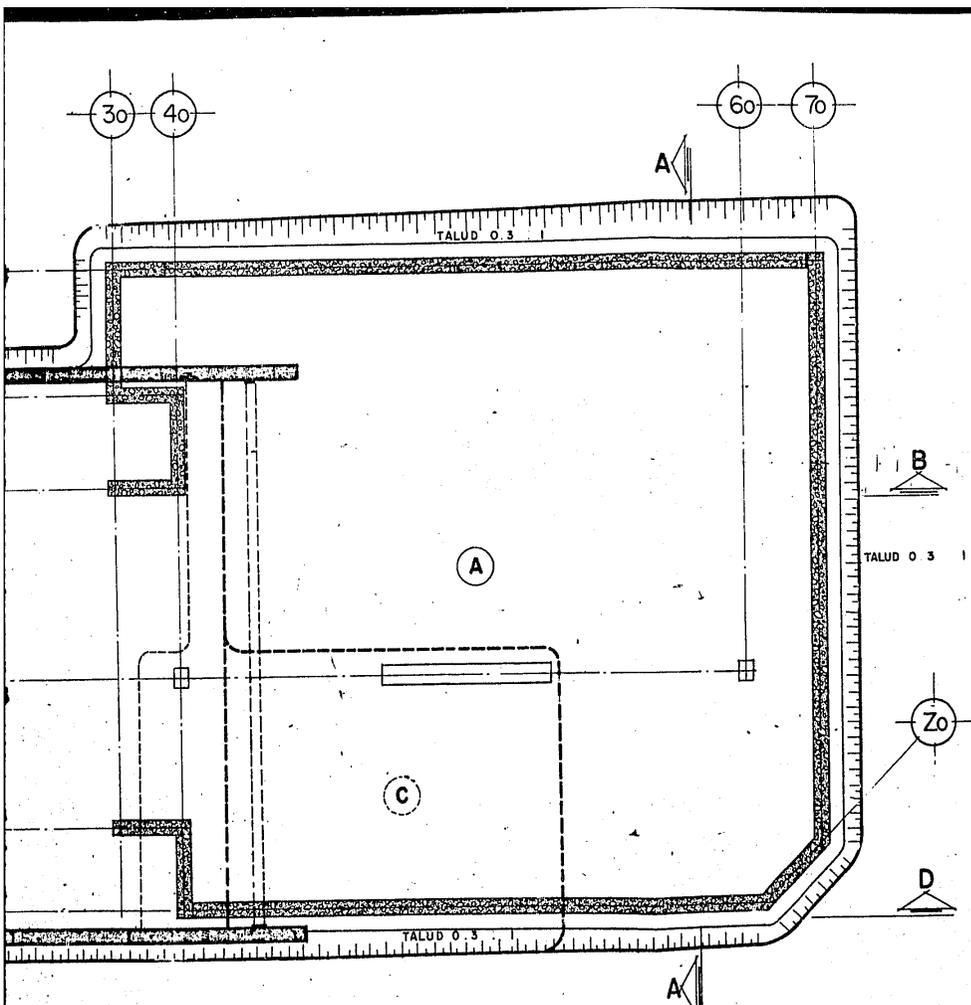
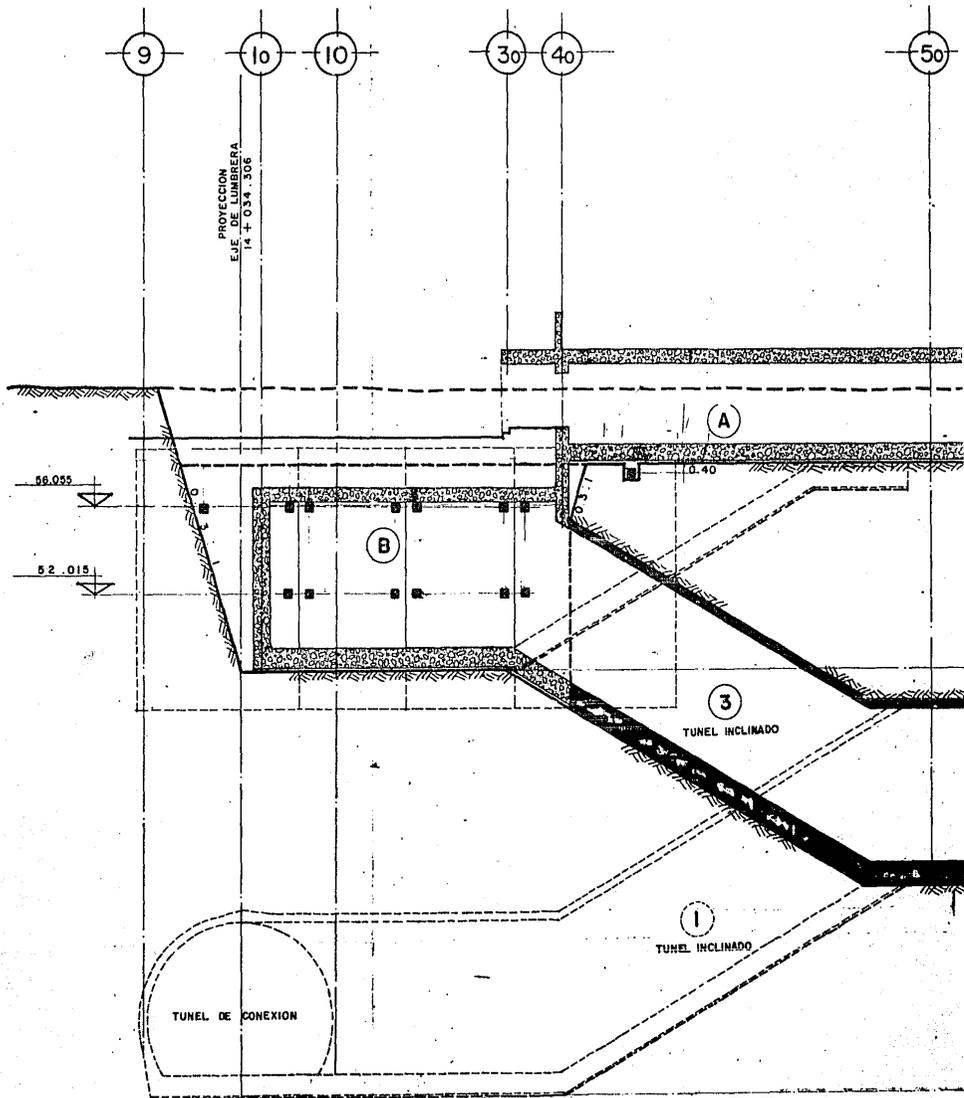
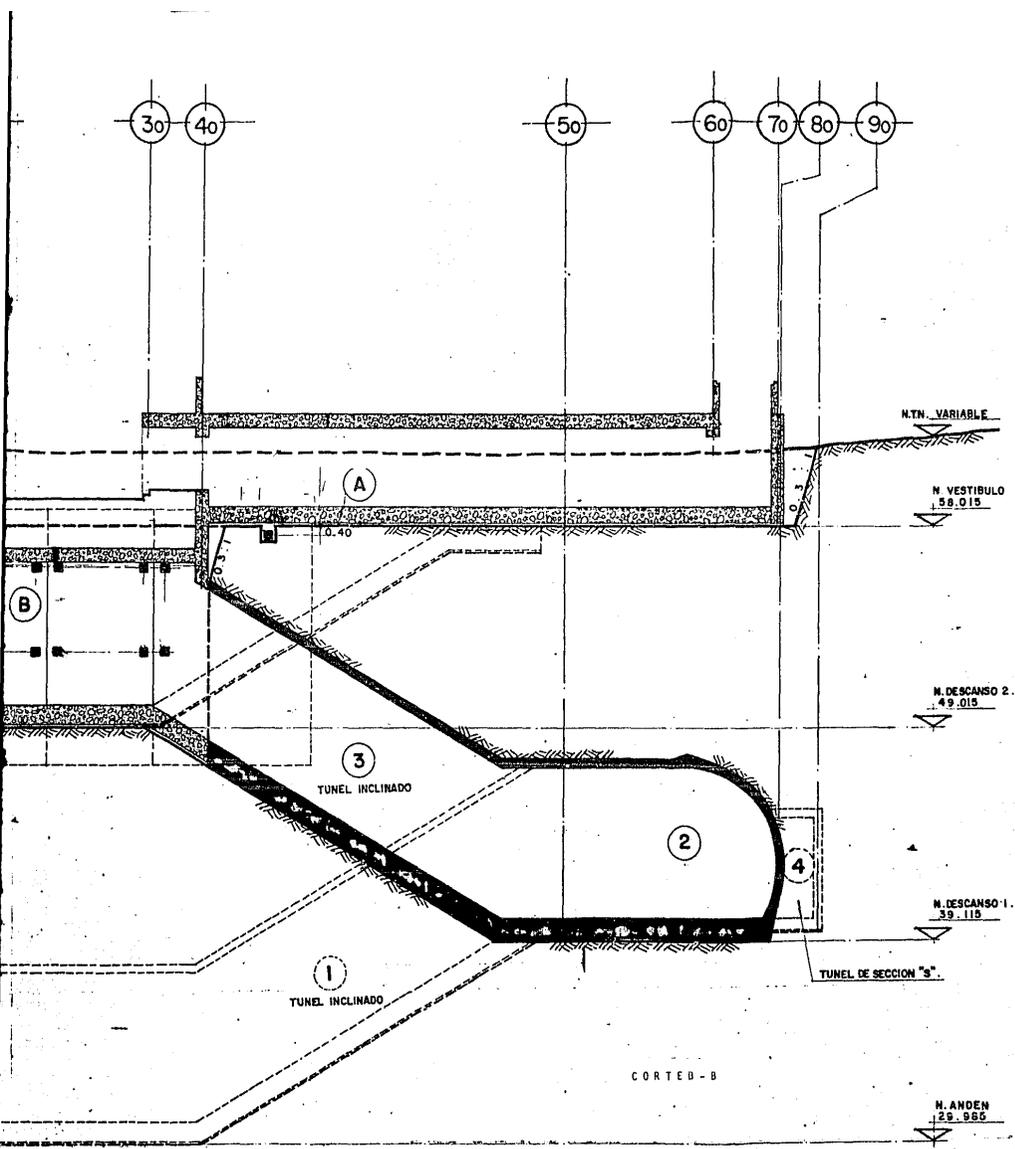
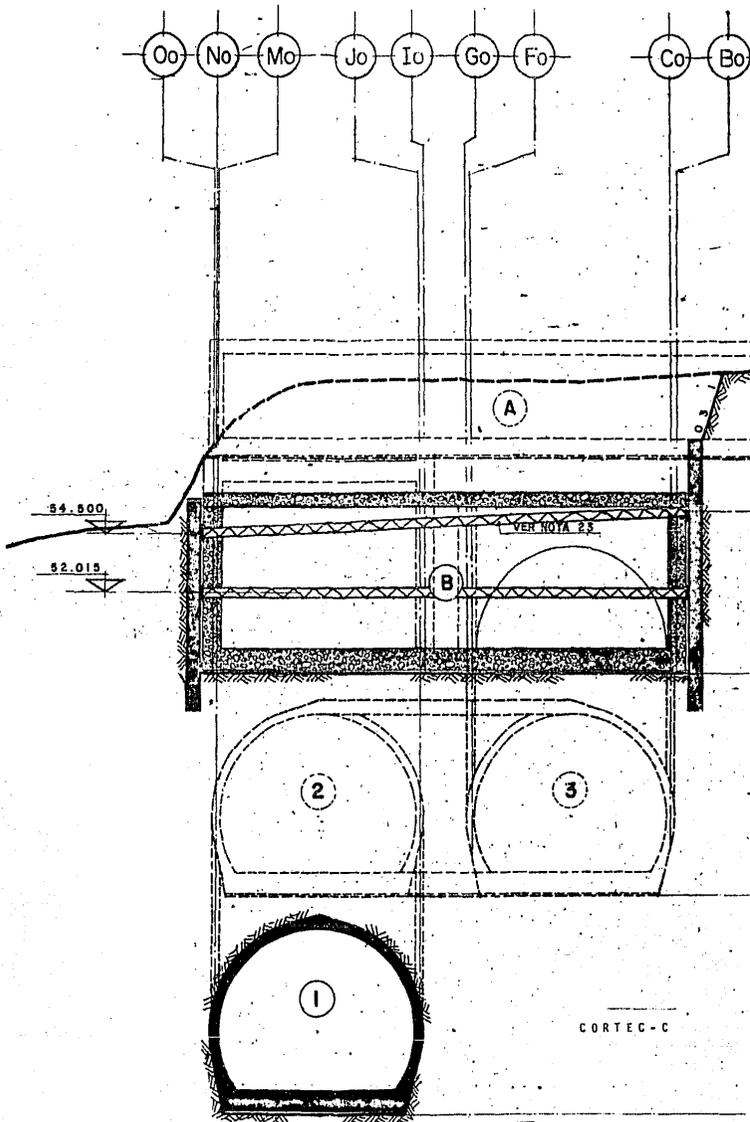
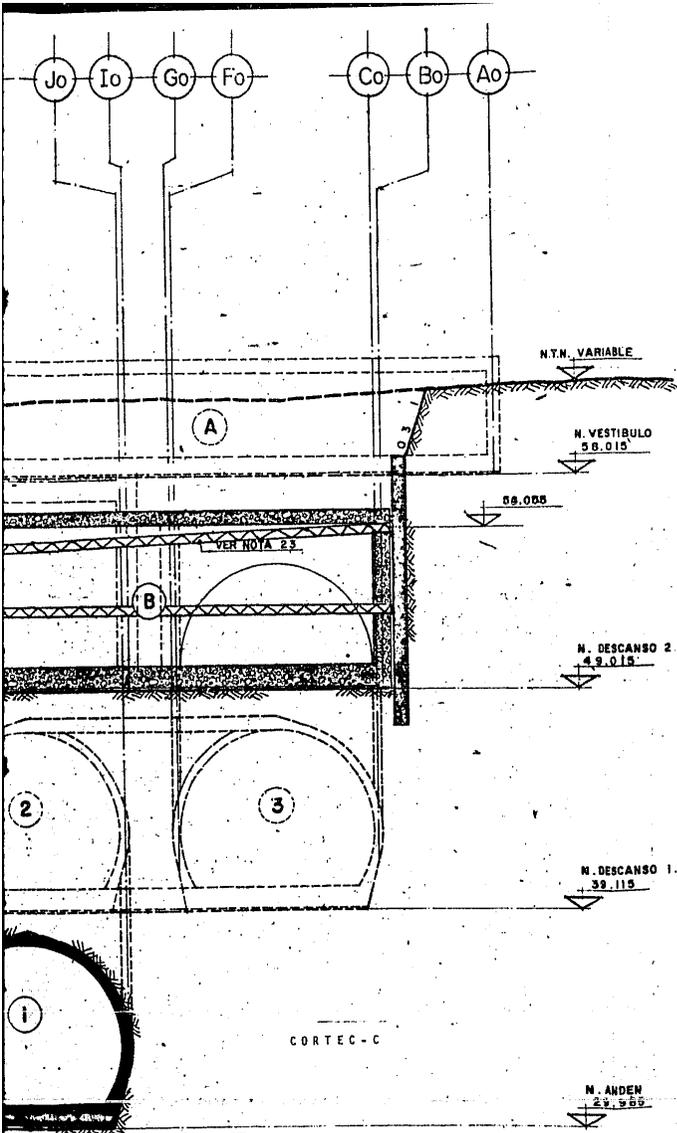


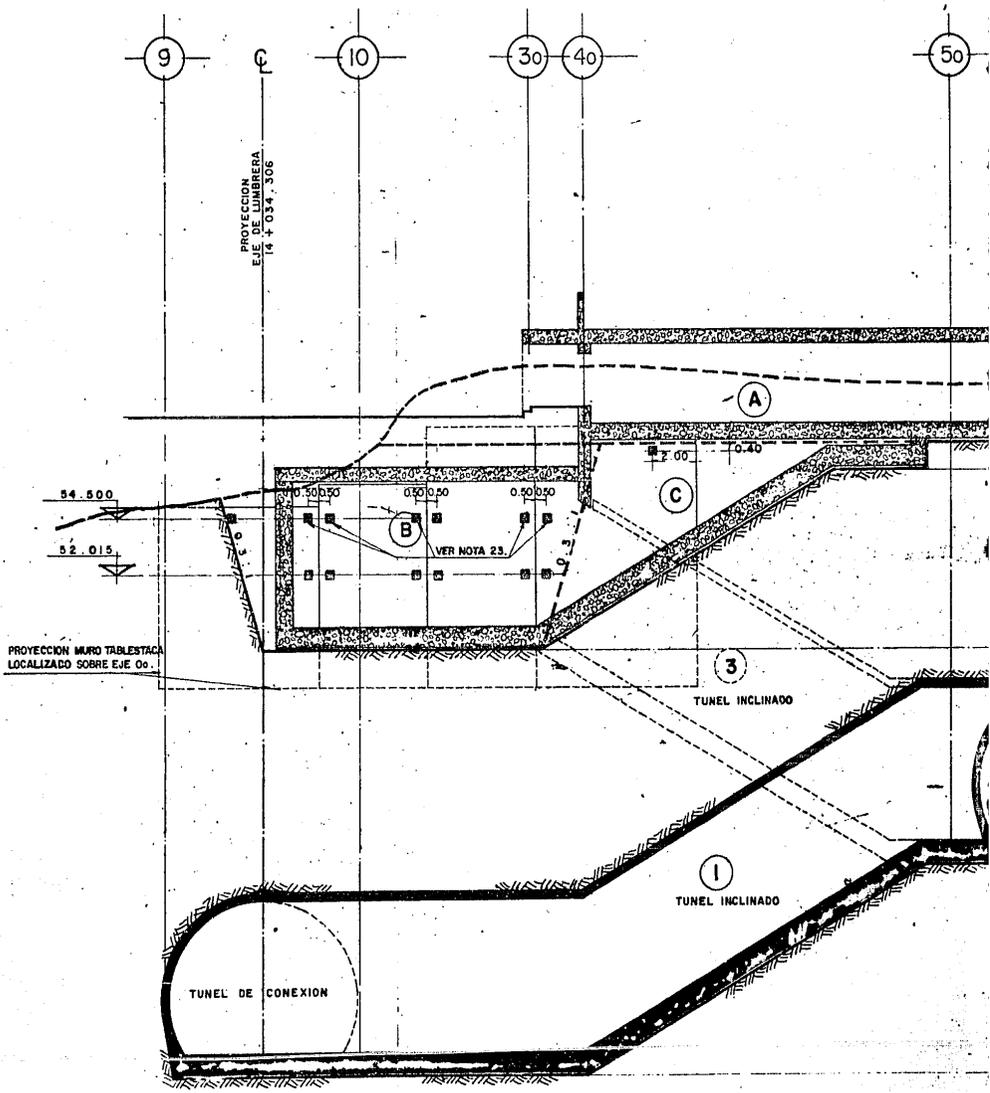
FIGURA 0.4 PLANTA NIVEL VESTIBULO

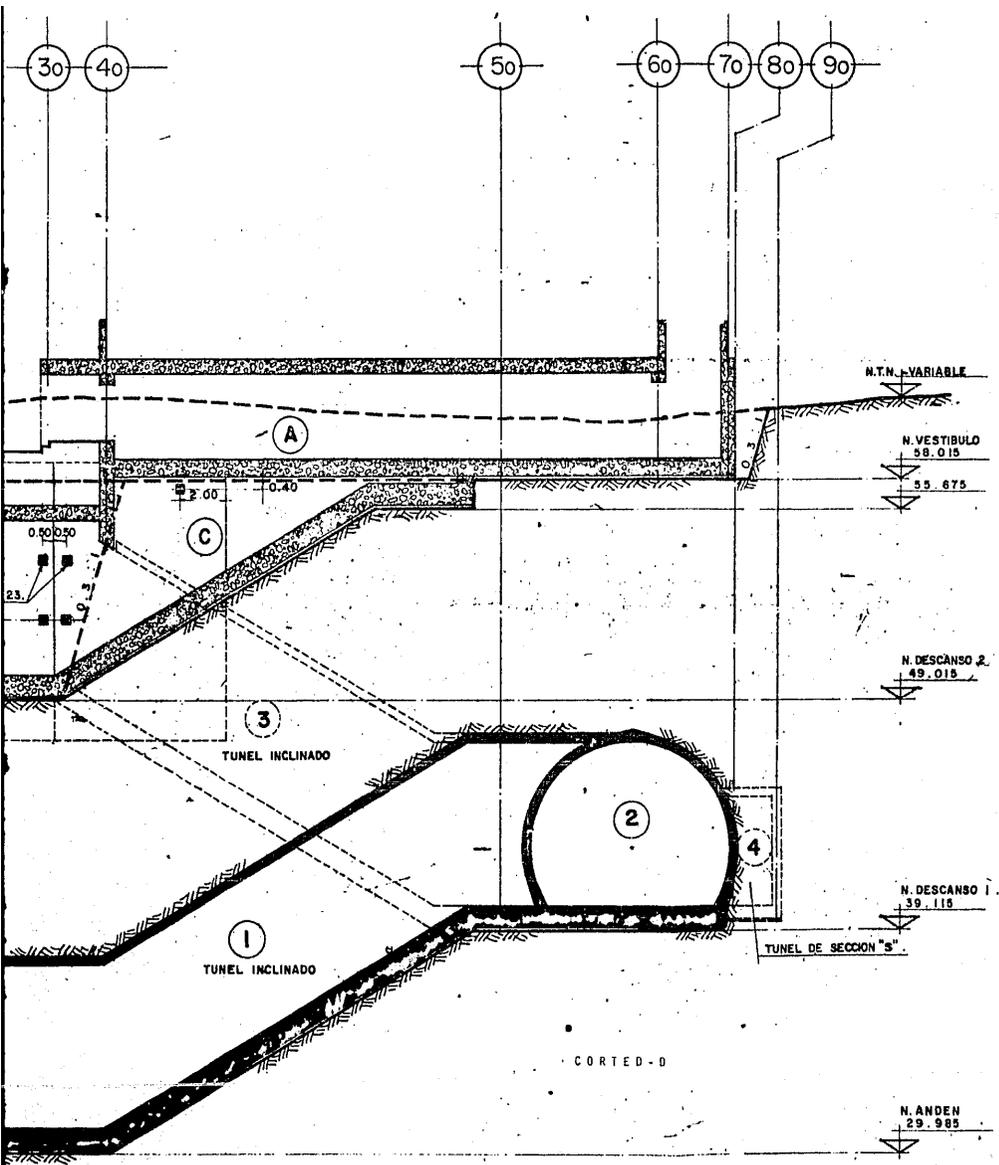












8.2.- ACCESO PONIENTE

El procedimiento constructivo del acceso Poniente de la Estación Constituyentes también está dividido en dos fases, de las cuales la fase 1 es idéntica a la del acceso Oriente por lo que en las siguientes líneas únicamente se --mencionará lo relativo a la fase 2 de éste acceso.

FASE 2.- Para iniciar la excavación y construcción de la segunda fase de este acceso será condición necesaria que se hayan revestido en forma definitiva los túneles localizados entre el nivel andén y el nivel de descanso-- 2 correspondiente a la primera fase.

La excavación entre el nivel vestíbulo y el nivel descanso 2 se realizará a cielo abierto entre una estructura de contención constituida por muros tablestaca, los cuales se localizan en forma paralela y adyacente a los ejes 1p, Bp y Pp; en el resto del área del acceso la excavación estará limitada por taludes perimetrales y de avance cuya inclinación será 0.3:1. horizontal a vertical.

Los puntales que se colocarán durante la excavación de estas, deberán sujetarse a puntos fijos localizados fuera del área de excavación, aplicando en ellos una precarga de 35 toneladas.

Esta fase (2) de construcción del acceso, estará formada por tres --- etapas:

ETAPA 1.- Constituye el rasero del terreno a partir del terreno a --- partir del nivel natural del mismo hasta el nivel 60.765 m. correspondiente a la profundidad máxima de excavación en la zona de vestíbulo.

ETAPA 2.- Corresponde a la excavación del área del descanso 2 a partir del nivel de rasero.

ETAPA 3.- Constituye la excavación de la rampa localizada entre el -- nivel de vestíbulo y el nivel descanso 2.

El orden de las etapas antes mencionadas, correspondientes a la 5, 6 y 7 indicados en la figura 8.5.

A continuación se indica el procedimiento constructivo que deberá llevarse -- para cada una de las etapas en que se ha dividido la segunda fase constructiva del acceso Poniente de la Estación Constituyentes.

ETAPA 1.- Una vez que los túneles comprendidos entre el nivel de --- andén y descanso 2 hayan sido revestidos en forma definitiva, se iniciará la excavación de la etapa "1", correspondiente a un rasure del terreno en toda - el área destinada a la construcción del acceso. Este rasure se llevará a cabo a partir del nivel de terreno natural hasta alcanzar el nivel 60.765m que --- determina el nivel máximo de excavación del vestíbulo.

Entre los ejes 1P,4p,Bp y Pp, el rasure se realizará entre las tablestacas,-- teniendo un talud 0,3:1 (horizontal a vertical) a partir del paño exterior-- del nivel de remate de las mismas, en el resto del área del acceso, el pie -- del talud que se derramará al efectuar el rasure se localizará a 60 cm del -- perímetro exterior que delimita la construcción de la caseta.

Al efectuar el rasure del terreno entre las tablestacas de los ejes 3p y 4p,- deberá colocarse el primer nivel de puntales localizado en la elevación ---- 61.865m tan pronto como la excavación descubra sus puntos de aplicación.

El primer nivel de puntales que se localiza en la elevación 60.500m sobre las tablestacas ubicadas entre los ejes 1p y 3p se colocará en zanja inmediatamen te después de haber efectuado el rasure correspondientes a dicha área.

En caso de que en las elevaciones correspondientes a la colocación de cual -- quier nivel de puntales,el concreto se encuentre contaminado, deberá resti--- tuirse la zona de tal forma que garantice la continuidad estructural.

La separación de los puntales con respecto a las juntas constructivas entre - tablestacas se indica en el corte B-B de la figura 8.5.

ETAPA 2.- Una vez efectuado el rasure en el área del acceso y coloca_ do el primer nivel de puntales, se continuará con la excavación de la etapa-- 2, la cual constituye el área del nivel de descanso 2 y un tramo de rampa que se conectará con el túnel inclinado, localizado entre los descansos 1 y 2.

La excavación se iniciará a partir del nivel de rasure hasta alcanzar la ---- profundidad máxima de excavación del descanso y tramo de rampa por construir; esta excavación estará limitada por muros tablestaca de avance cuya inclina - ción será 0,3:1 (horizontal a vertical), a partir del fondo de la excava -- ción y clave del túnel. Ver cortes B-B y D-D de la figura 8.5.

El primer nivel de puntales en pata de gallo (N. 50.900 m), se instalará -- una vez que la excavación se encuentre 40 cm por abajo de la elevación -----

correspondiente a su colocación.

Concluida la colocación del primer nivel de puntales se continuará con la excavación, suspendiendola momentaneamente en las elevaciones 55.925m y --- 55.325m para efectuar la colocación del segundo nivel de puntales en las -- elevaciones 56.325m y 55.725m.

Realizado lo anterior se llevará la excavación hasta 40cm por abajo de las elevaciones correspondientes a la colocación del tercer nivel de puntales - (N. 51.530m y 50.930m), no debiendo continuar esta si dicho apuntalamien_ to no ha sido colocado.

El segundo y tercer nivel de puntales que se localiza sobre el eje 3p, debe_ ran ubicarse de tal forma que eviten la interferencia con el túnel inclina_ do.

La estructura de esta etapa se llevará a cabo de acuerdo a la secuencia --- indicada a continuación.

a) Alcanzada la profundidad de proyecto, se colará una plantilla de con_ creto pobre de 10 cm de espesor, contentendo aditivo acelerante de fragua _ do.

b) Dos horas despues de colada la plantilla se iniciará el armado y cola_ do de la losa de fondo, ligando el refuerzo de dicha losa con la del túnel- inclinado, debiénd dejar las preparaciones necesarias para la liga estruc_ tural con los muros estructurales del descanso 2 y la losa de fondo de la - rampa entre el nivel vestíbulo y este descanso.

c) Veinticuatro horas de colada la losa de fondo se retirará el tercer -- nivel de puntales para proceder al armado, cimbrado y colado de los muros - estructurales del descanso, dejando cajas sin construir en la zona donde -- interfieren los puntales cajas sin construir en la zona donde interfieren - los puntales del segundo nivel.

Durante el colado de los muros del nivel descanso 2 deberá efectuarse la -- liga estructural con el túnel incliando según lo indicado en los planos --- estructueales correspondientes.

d) Una vez que los muros hayan alcanzado el 75% de su resistencia ---- especificada, se iniciará el armado, cimbrado y colado de la losa de techo-

del segundo descanso, dejando las preparaciones necesarias para la liga --- estructural con la trabe del eje 3P.

e) Los puntales del segundo nivel, excepto el que se localiza en la zona de rampa entre el descanso 2 y el nivel vestíbulo, se retirarán una vez que la losa de techo del descanso y la trabe del eje 3p hayan alcanzado su resistencia de proyecto.

Los huecos dejados en los muros estructurales, por el retiro del segundo -- nivel de puntales, se colocarán con concreto conteniendo aditivos estabili_ zador de volumen.

f) Al concluir el colado de los huecos de los muros estructurales ---- se iniciará la colocación del material de relleno, el cual será un material areno-limoso tipo tepetate colocado por capas de 30cm de espesor, compac-- tandolas al 85% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma AASHTO estandar T-99, variante "A" con energía de compactación de 6.02 Kg-cm/cm³.

Las últimas cinco capas del material de relleno se compactarán al 95% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma antes citada.

El primer nivel de puntales localizado entre los ejes 1p y 3p se retirará - una vez que el material de relleno alcance sus puntales de aplicación.

ETAPA 3.- La excavación de esta etapa se iniciará una vez que se -- haya colado la losa de piso de la etapa 2.

El área de excavación de la etapa 3 corresponde a la rampa ubicada entre el nivel vestíbulo y el nivel de descanso 2, la cual estará limitada entre los ejes 3p y 4p por un par de tablestacas y en el resto de su área por taludes-perímetros y de avance cuya inclinación será 0.3:1 (horizontal y vertical).

La excavación se iniciará a partir del nivel máximo de excavación en la zona de vestíbulo (rasure), hasta alcanzar la profundidad de proyecto correspon diente a la rampa.

La excavación de esta etapa se suspenderá momentáneamente para colocar el -- puntal del segundo nivel ubicado en al elevación 56.325m, para lo cual será necesario ampliar la excavación sobre el túnel inclinado, de tal forma que -- permita el paso de dicho puntal, según se observa en el corte D-D de la figu ra 8.5.

Habiéndose colocado el puntal antes mencionado, se continuará con la exva --

ción hasta alcanzar la profundidad de proyecto, procediendo de inmediato al colado de una plantilla de concreto pobre de 10 cm de espesor conteniendo aditivo acelerante de fraguado.

Concluido lo anterior se iniciará el colado de la losa de fondo y muros estructurales, respetando los tiempos indicados para cada evento en la etapa 2.

Los puntales del segundo nivel localizados sobre la clave del túnel, se retirarán 24 hrs. después de concluido el colado de la losa de fondo de la etapa en cuestión,

Una vez que los muros estructurales de la rampa hayan alcanzado su resistencia de proyecto, se colocará el material relleno entre estos y los taludes laterales y sobre la clave del túnel, de igual forma a la indicada para la etapa 2.

Concluido lo anterior, se continuará con la estructuración de la caseta de este acceso.

Veinticuatro horas después de haber colado la losa de piso del nivel vestibulo, se retirarán el primer nivel de puntales localizado entre los ejes - 3p y 4p.

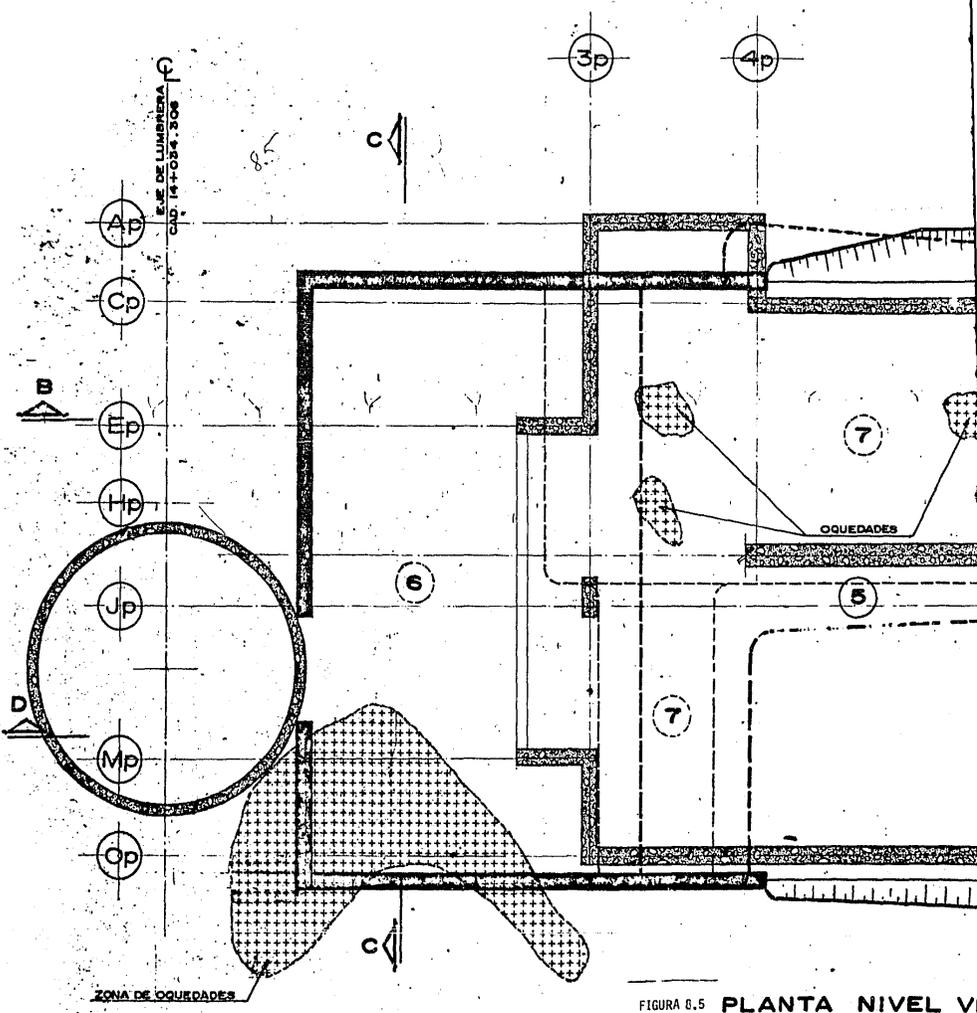


FIGURA 6.5 PLANTA NIVEL VE

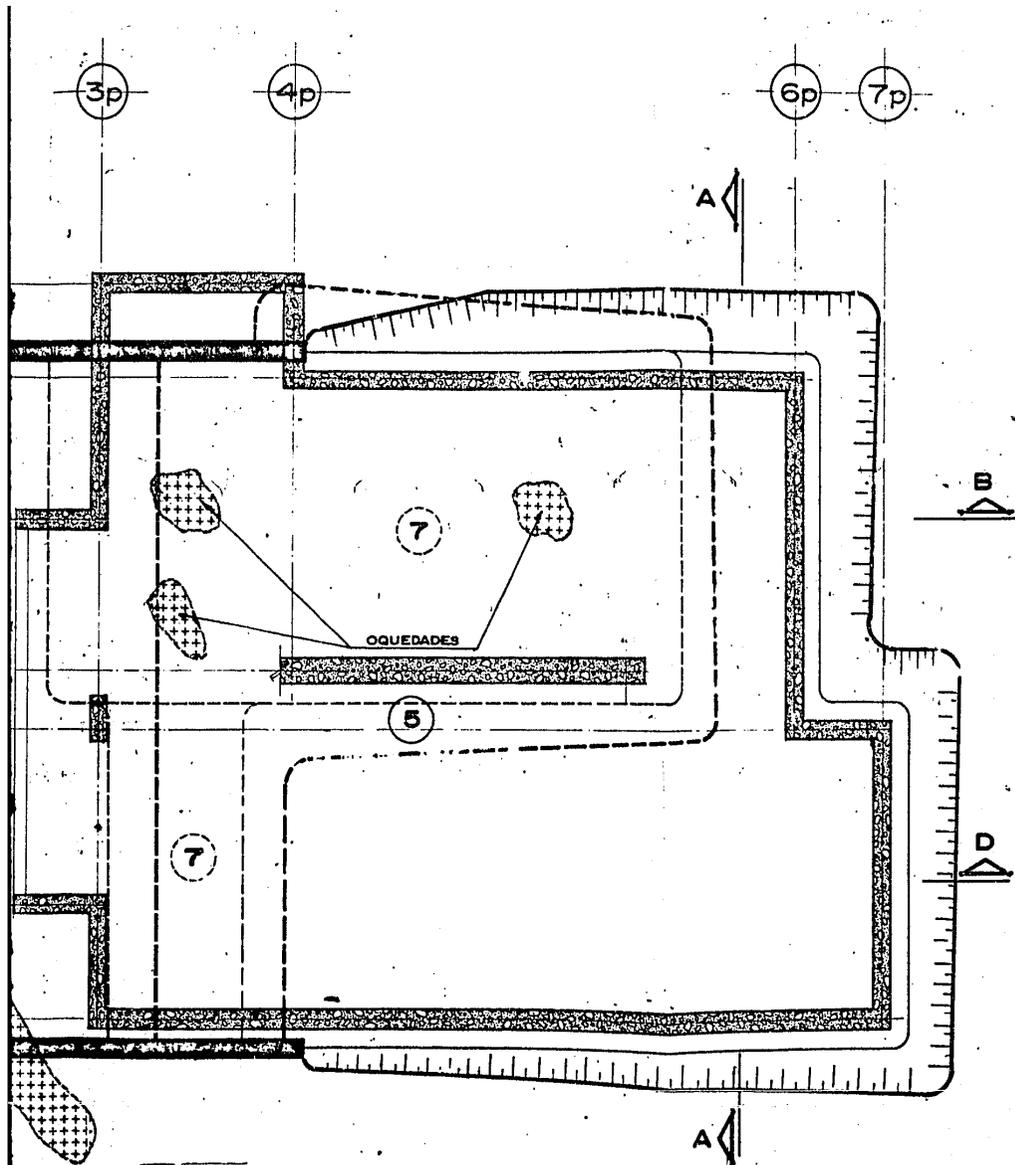
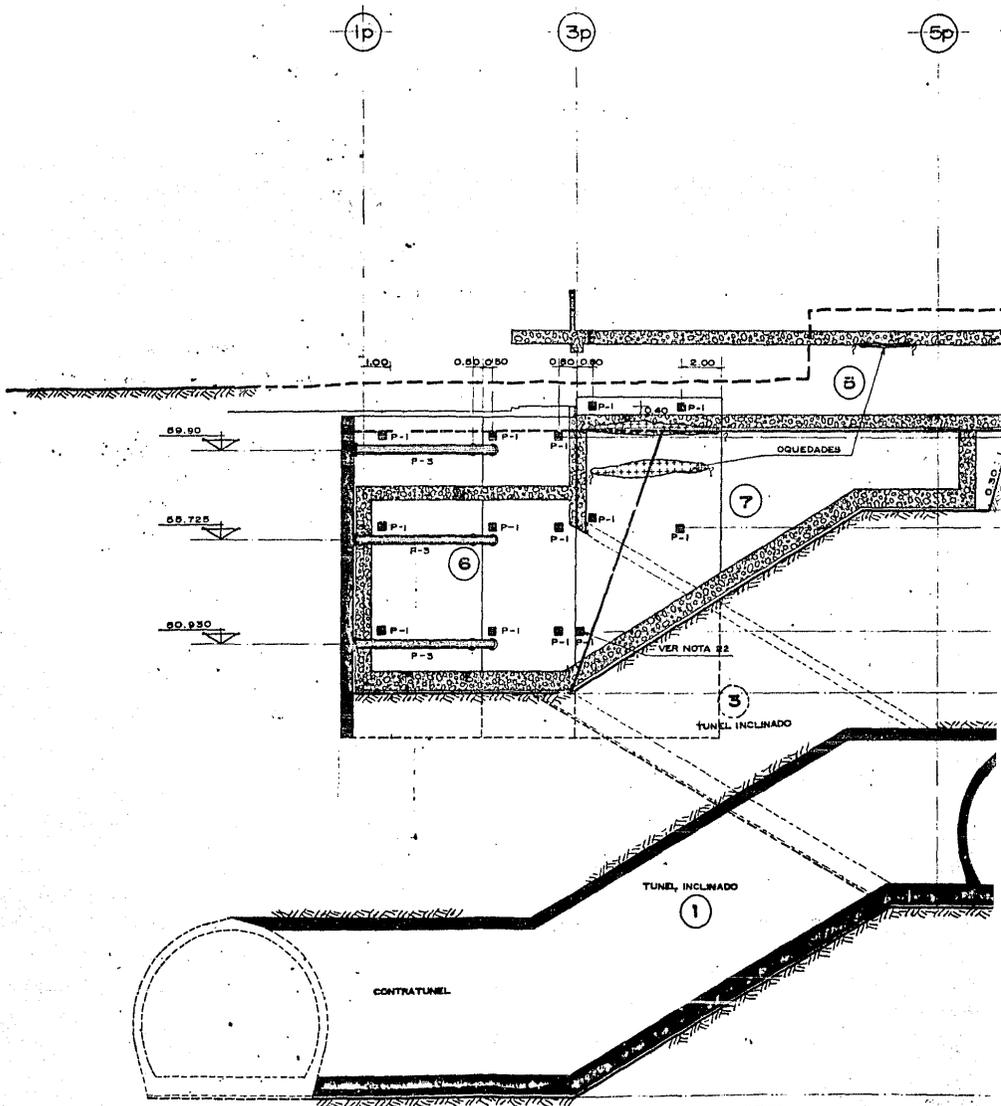


FIGURA 0.5 PLANTA NIVEL VESTIBULO



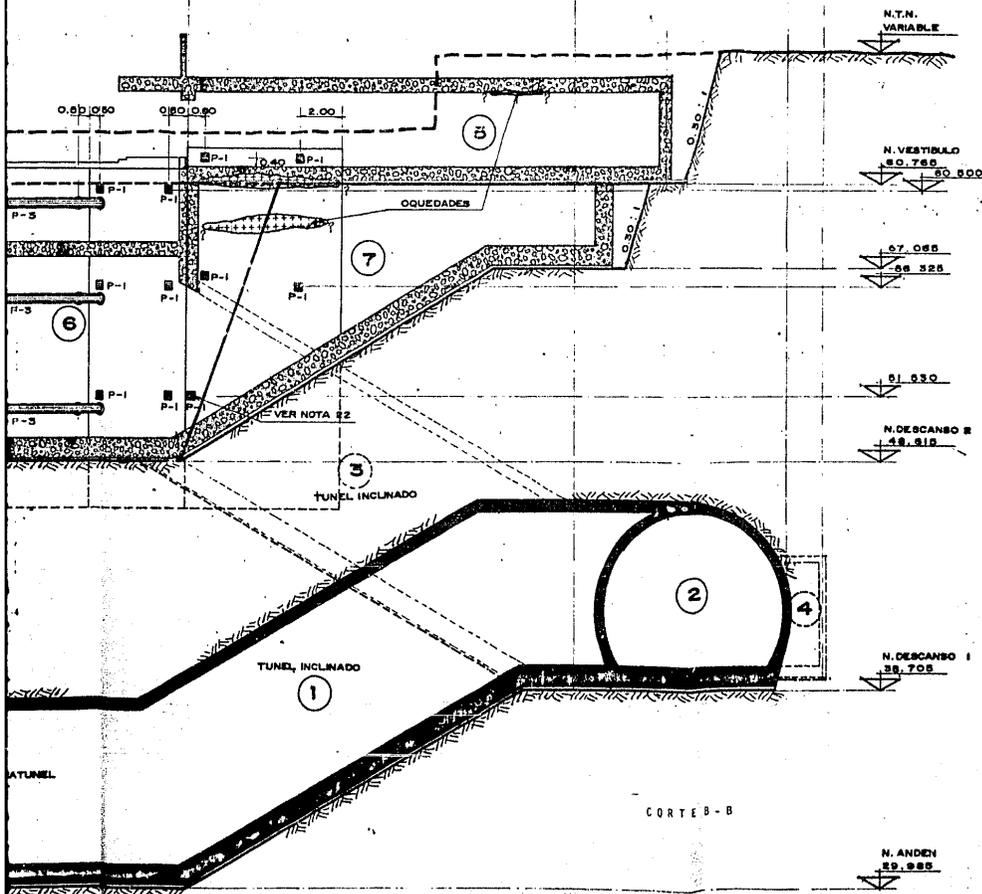
3p

5p

6p

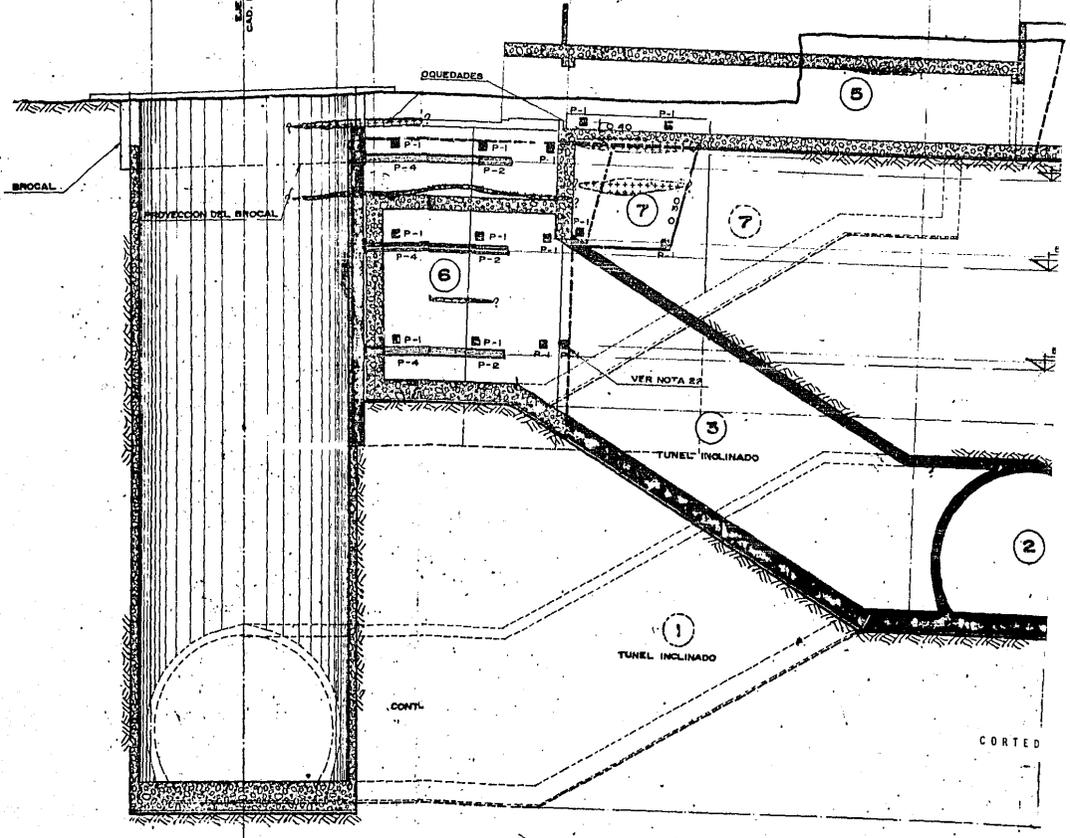
8p

9p

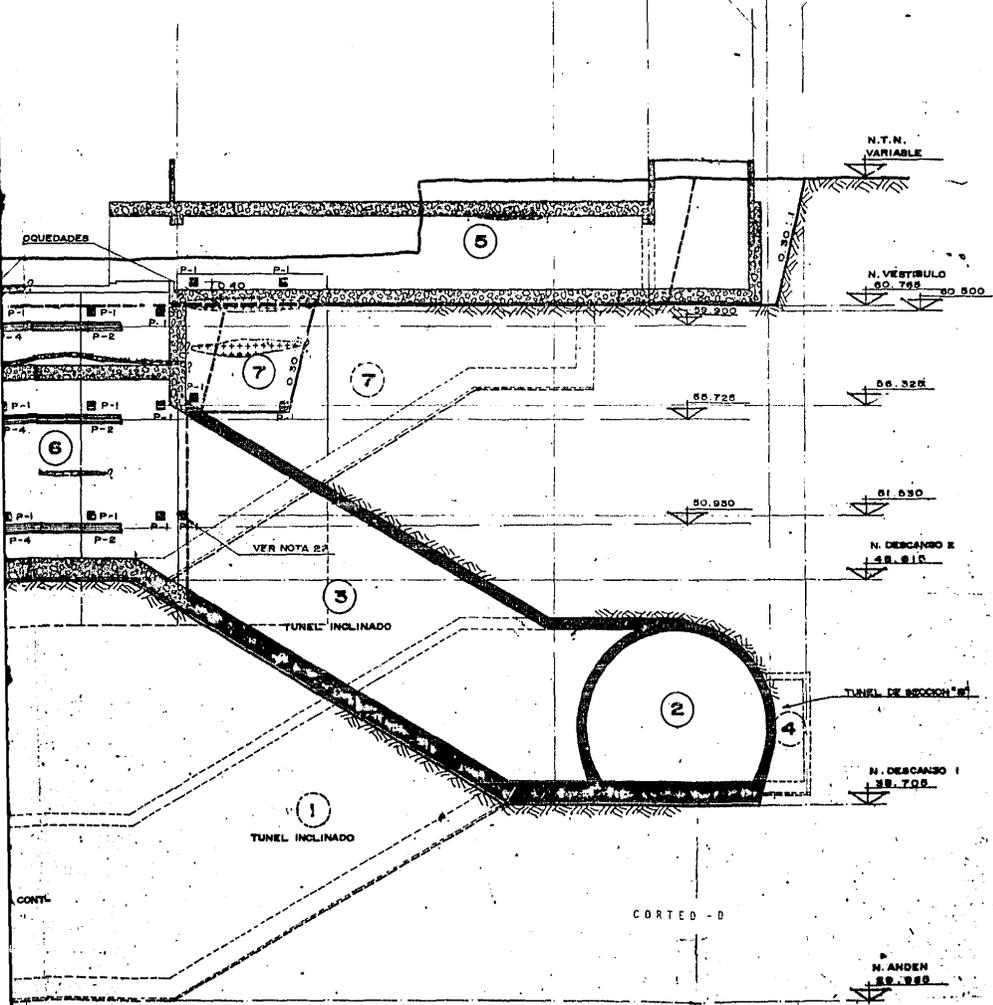


9 f 10p 1p 3p 5p 6p

ELE DE LUMINERA
C.A.B. 147-034-508



3p 5p 6p 7p 8p 9p



CAPITULO IX

MATERIALES Y SU
CONTROL DE CALIDAD

9.1.- CONCRETO LANZADO

9.1.1.- Aspectos Generales

Las especificaciones tienen el propósito de establecer los requisitos que deben cumplir los materiales y los procedimientos de elaboración y aplicación del concreto lanzado, que servirá como revestimiento definitivo de las excavaciones subterráneas para alojar el METRO de la ciudad de México.

La aplicación del concreto lanzado requiere de equipo y mano de obra especializados, así como de materiales de buena calidad para poder cumplir adecuadamente su funcionamiento.

El concreto lanzado descrito en éstas especificaciones, se entiende como el producto resultante de elaborar una mezcla de cemento Portland, arena, grava y aditivo, que una vez mezclados serán lanzados a través de una manguera con una boquilla especial donde se le incluirá el agua, impulsándolos por medio de aire comprimido. El aditivo producirá una resistencia alta a corta edad, según se establece en los siguientes párrafos.

9.1.2.- Materiales.

Los materiales que forman el concreto lanzado serán una mezcla de cemento Portland, arena grava de tamaño no mayor de 3/4", agua y un aditivo acelerante especial para elaborar concreto lanzado.

a) Cemento.- Se utilizará cemento tipo I ó de norma C-2, estos deberán cumplir con la calidad especificada en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

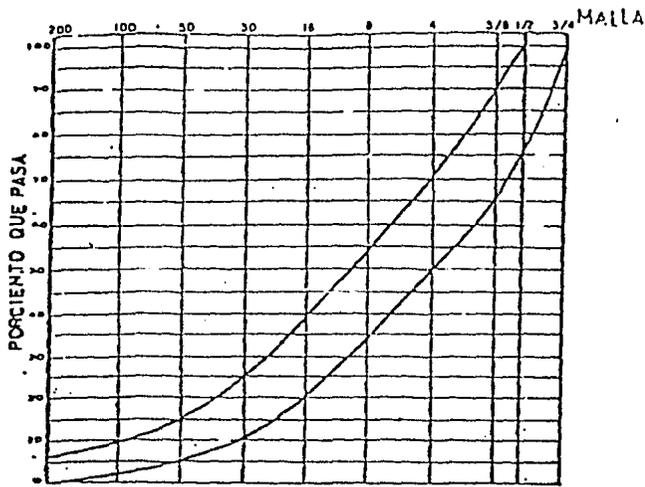
b) Agregados.- El arena y grava que se utilicen para formar el concreto lanzado, deberán obtenerse en bancos naturales o por trituración de rocas.- Las partículas deberán ser duras y sanas, no tendrán forma lajar y deberán - cumplir con los requisitos que se indican en la figura 9.1..

Los agregados no deberán reaccionar con los álcalis del cemento. Si - los agregados provocaran una expansión excesiva en el concreto debido a la - reacción con el cemento deberán desecharse a menos que se apliquen medidas - correctivas, previa aprobación de la residencia.. de la obra.

c) Agua de mezclado.- El agua de mezclado deberá ser potable. Cuando el agua se pretenda usar para el mezclado no sea potable, se elaborarán 2 mezclas comparativas de mortero; dichas mezclas serán idénticas, excepto por la - procedencia del agua. En la mezcla de pruebas se usará agua de la fuente de - abastecimiento en estudio y en la mezcla testigo se usará agua destilada. Se-considerará que el agua estudiada es aceptable cuando sus especímenes produz--can, a 7 y 28 días, resistencias a compresión mayores de 90% de las correspon--dientes a los especímenes elaborados con la mezcla testigo y además, que los - tiempos de fraguado inicial y final, no difieran en más de 60 minutos.

d) Aditivos acelerantes.- Deberá emplearse un aditivo que garantice - en el concreto lanzado una resistencia de 90Kg/cm², a las 24 horas. Que cum--pla en cuanto a sus características con la norma ASTM-C-191 en los siguientes- requisitos:

- Tiempo de fraguado inicial (máximo) 3 minutos
- Tiempo de fraguado final (máximo) 12 minutos
- Resistencia a la compresión simple de la pasta, a una edad de 8 horas, en cubos de 5 cm de lado. 60 kg/cm² (mínimo)



Límites máximos de sustancias y requisitos de propiedades físicas del agregado fino y grueso expresados en porcentaje en peso de la muestra total.

<u>PRUEBA</u>	<u>ARENA</u>	<u>GRAVA</u>
Grumos de arcilla y partículas desmenuzables	3.0	4.0
Material que pasa por la malla Nº 200	(1) 5.0	(2) 2.0
Carbón y lignito	1.0	0.5
Pérdida por abrasión	—	50.0

NOTAS :

- (1) En el caso del material fino que pasa por la malla Nº 200, que es producto de la desintegración de rocas, el porcentaje límite se incrementará a un 10%.
- (2) En el caso de agregados triturados, si el material que pasa por la malla Nº 200, es el producto de la fractura de rocas exentas de arcilla y/o pizarras, este límite puede incrementarse a 3%.

Fig.9.1.- Límites granulométricos

En el caso de que algún aditivo no satisfaga alguno de los requisitos anteriores y que la Contratista demuestre que con él, se pueden obtener las resistencias especificadas en el concreto lanzado, se podrá autorizar su uso.

Los aditivos a emplearse serán compatibles tanto con el cemento como con los agregados pétreos, previamente a su empleo deberán ser aprobados por la supervisión.

e) Mezcla.- El procedimiento de mezclado del concreto lanzado será el de mezcla seca, el cual consiste en mezclar perfectamente el cemento, los agregados y el aditivo, para introducir la mezcla resultante en un recipiente y de éste conducirla neumáticamente a través de una manguera hasta la boquilla de expulsión, añadiendo en la boquilla misma el agua de hidratación antes de lanzar la mezcla.

La relación agua-cemento deberá ser tal que se logre en el material colocado una consistencia estable lo más húmeda posible, es decir, el punto de abolsamiento o cedencia incipiente. La condición anterior se detecta cuando la superficie del concreto fresco es uniforme, libre de bolsas, huecos y otros defectos, presentando en dicha superficie un lustre de humedecimiento ligero.

El contenido de humedad de la mezcla en seco, deberá mantenerse entre el 3 y 8% en peso.

9.1.3.- Equipo, mezclado y aplicación del concreto lanzado.

a).- Equipo de lanzado.- El equipo que se emplee para efectuar el mezclado y la aplicación del concreto lanzado, deberá ser el apropiado para lanzar el agregado del tamaño especificado. El equipo deberá tener un recipiente para hacer el mezclado del cemento, agregados y aditivos en seco; bomba para conducir la mezcla hasta la boquilla, mangueras para incluir el agua en la boquilla y expulsarla con aire a presión; deberá de mantenerse limpio y en buenas condiciones de operación. La presión del aire a la salida de la máquina lanzadora se mantendrá constante y no será menor de 3.5 kg/cm² para mangueras hasta de 30 m de largo medidas desde la lanzadora hasta la boquilla y deberá incrementarse en aproximadamente 0.3 kg/cm² por cada 15 m de manguera en exceso de los primeros 30 m; este incremento deberá ajustarse según se observe conveniente en la obra. La presión a la salida del agua no debe ser menor de 4.0 kg/cm², y cuando nunca deberá ser menor que la presión del aire de lanzado.

b).- Dosificación y mezclado.- La Contratista podrá optar en mezclar y transportar los ingredientes del concreto lanzado de acuerdo con una de los dos siguientes posibilidades:

- Mezclar los ingredientes en seco en una mezcladora y transportar la mezcla seca hasta el lugar del equipo de lanzado.

- Transportar el cemento y los ingredientes por separado hasta el lugar del equipo de lanzado, y ahí mezclarlos.

Los agregados y el cemento, en cualquiera de las opciones, deberán ser revueltos en tal forma que se obtenga una mezcla homogénea. El tiempo mínimo-

de mezclado deberá ser de 2 minutos a menos que se cuente con equipo especialmente diseñado para dosificar y mezclar al mismo tiempo, en cuyo caso se prescindirá de esta exigencia.

En cualquiera de las dos opciones anteriores los materiales deberán ser transportados y descargados a las máquinas lanzadoras en forma tal que no se produzca segregación de los componentes de la mezcla.

Todas aquellas mezclas secas de cemento y agregados que tengan más de 120 minutos de haberse mezclado deberán desecharse. En igual forma se procederá con aquellas mezclas que presenten hidratación prematura.

c).- Aplicación del concreto lanzado.- Para la aplicación del concreto lanzado, el Contratista deberá contar con el equipo especial y personal enterado y capacitado en la ejecución de este tipo de trabajos.

La superficie deberá estar húmeda para facilitar la adhesión del concreto y no deberá lanzarse concreto sobre superficies secas o polvosas.

Deberán preverse todas las instalaciones y equipo necesario para que se pueda colocar concreto en todo momento, con el objeto de asegurar el avance de la construcción.

La posición de la boquilla de lanzado, con respecto a la superficie en que se aplica el concreto, será prácticamente normal; la distancia de lanzado estará comprendida entre 1.0 y 1.5 m aproximadamente de la superficie por aplicar. El ángulo y la distancia de lanzado, se podrán variar para lograr que se obtenga el mínimo posible "rebote" (desperdicio) del concreto que sale por

la boquilla de lanzado.

El concreto lanzado terminado deberá presentar un aspecto denso y uniforme. No deberán observarse desprendimientos entre capas lanzadas sucesivamente sobre la superficie del concreto lanzado.

Si se requiere colocar más de una capa de concreto lanzado, éste deberá aplicarse cuando la capa anterior haya endurecido lo suficiente para quedurante el lanzado de la siguiente no se afecte su integridad y su adhesiónal concreto.

d).- Curado.- En el caso de que las condiciones de húmedad alrededo del concreto lanzado sean satisfactorias no será necesario curar el concreto aplicado; pero si las condiciones son secas será necesario curarlo con agua, a partir de 6 horas después de haber sido lanzado y se mantendrá húmedo durante un período no menor de 4 días.

9.1.4.- Resistencia especificada del concreto lanzado.

El concreto lanzado, ya colocado, deberá alcanzar la resistencia a compresión especificada en el proyecto, que es de 200 kg/cm² a los 28 días de edad. Cuando se obtengan resistencias a edades diferentes a los 28 días, se utilizarán los siguientes valores como indicativos de la variación esperada de la resistencia con el tiempo:

<u>E D A D</u>	<u>RESISTENCIA A COMPRESION</u> <u>SIMPLE.</u>
A 24 horas	90 kg/cm ²
A 3 días	120 kg/cm ²
A 7 días	150 kg/cm ²
A 28 días	200 kg/cm ²

Las resistencias del concreto lanzado se obtendrán del ensaye de corazones de 3" de diámetro como mínimo, cuyos resultados serán corregidos por el factor de esbeltez para una relación de 2:1 (altura-diámetro) de acuerdo con la Norma ASTM-C-42. El concreto lanzado se considerará adecuado en resistencia, si el promedio de 3 corazones ensayados a una edad de 28 días es por lo menos igual a 85% de la resistencia especificada, y ningún corazón tiene una resistencia menor de 75% de dicha resistencia.

Además, en un control estadístico, se aceptará el concreto lanzado que cumpla con los siguientes requisitos:

- No más del 20% del número de pruebas de resistencia tendrán valores inferiores a las resistencias especificadas y el promedio de 10 pruebas consecutivas debe ser igual o mayor que las resistencias especificadas.
- No más de 1% de las pruebas de resistencia a la edad de 28 días, podrá ser menor que la resistencia especificada menos 50 kg/cm².

9.1.5.- Mezclas de prueba.

Con el propósito de ensayar la influencia de los aditivos y poder corregir el proporcionamiento base de la mezcla del concreto, deberán efectuarse mezclas de pruebas en campo, empleándose marcas distintas de aditivos acelerantes, con las diferentes marcas del cemento que se planea utilizar.

Las mezclas de pruebas se realizarán, lanzando el concreto sobre un tablero de prueba de cuando menos 80 x 80 cm, para cada mezcla considerada.

A una edad mínima de 22 horas se extraerán del tablero de prueba, 2 especímenes cilíndricos de 3" de diámetro y se ensayarán a compresión simple a la edad del concreto de 24 horas. El resto de la muestra deberá guardarse en un cuardo húmedo o curarse en agua hasta alcanzar 70 horas de edad aproximadamente, en este momento se extraerán 6 corazones más que se ensayarán a 3, 7 y 28 días de edad, 2 corazones por edad. Los especímenes a ensayarse deberán observarse sanos y sin oquedades.

Podrá considerarse como adecuada la mezcla, si el promedio de la resistencia de los corazones es al menos igual a las resistencias indicadas en el inciso IV para corazones con relación de esbeltez igual a 2.0. Para corazones con relación de esbeltez entre 1 y 2 se usarán los factores de corrección dados en la ASTM-C-42,

9.1.6.- Control de calidad.

Por cada 50 m³ de concreto lanzado que se aplique en la superficie excavada, deberá extraerse una muestra por medio de una artesa de madera con las dimensiones que se muestran en la figura 9.2. La artesa la formará el lanzador produciendo por entero las condiciones del lanzado que efectúa normalmente. La artesa se mantendrá firmemente sujeta en una de las paredes de la excavación de manera que al lanzar sobre ella el concreto no se mueva o caiga. No se moverá la artesa antes de 12 horas de haberse lanzado. A partir de entonces de trasladará al laboratorio, cuidándose que la muestra no se le produzcan impactos desde su transporte a la superficie y al laboratorio central. En caso de ser necesario el uso de vehículos para el desplazamiento de las muestras, estas deberán empacarse en cajas de madera robustas o en otros recipientes apropiados, rodeados de arena o aserrín húmedos, o de otro material de empaque que sea adecuado.

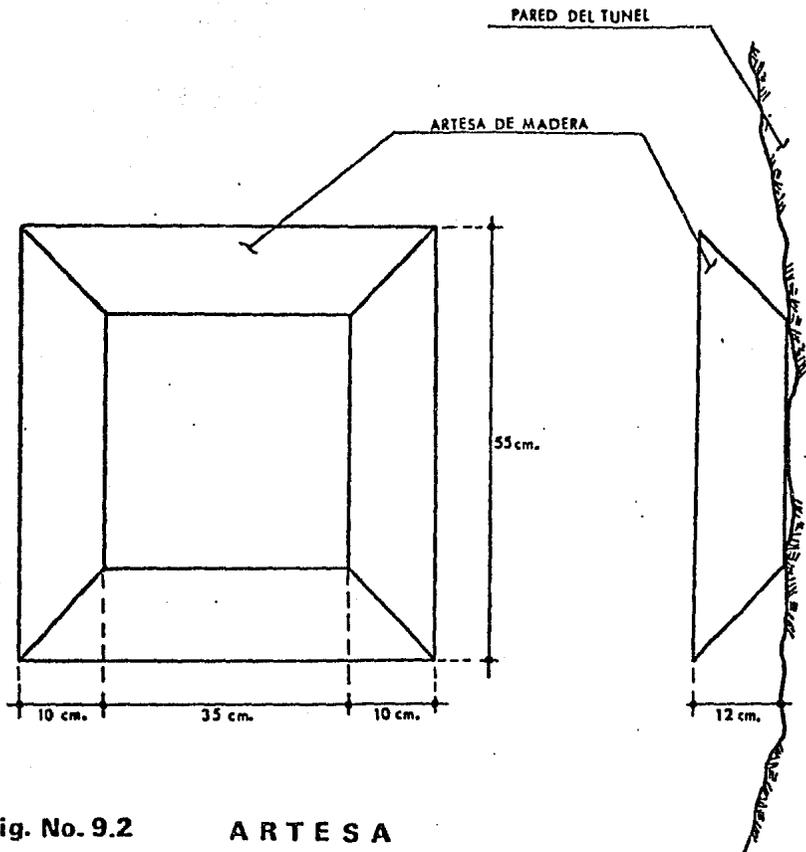


Fig. No. 9.2 ARTESA

Estas Artesas serán de madera de 19mm. de espesor, con lo que se garantizará una rigidez suficiente para evitar vibraciones importantes durante el Lanzado.

Las Artesas podrán reutilizarse siempre que no hayan sufrido daños apreciables.

Al recibirse en el laboratorio deben colocarse inmediatamente en las condiciones de curado requeridas, a $23 \pm 2^\circ \text{C}$ ó sumergidas en agua a una misma temperatura - si se almacenan en el laboratorio de la obra.

A una edad mínima de 70 horas se extraerán 2 especímenes de 3" de diámetro y se ensayarán a compresión simple a la edad del concreto de 72 horas. El resto de la muestra deberá guardarse en un cuarto húmedo o curarse en agua hasta alcanzar 28 días de edad aproximadamente, en este momento se extraerán 3 corazones restantes para su ensaye a compresión simple a 28 días de edad del concreto. Si no se obtienen especímenes sanos, especialmente a las 70 horas de edad, la muestra deberá desecharse y se notificará al frente de trabajo para que se obtenga una muestra nueva. Todos los especímenes que no se prueben de inmediato - deberán guardarse en un cuarto húmedo o sumergirse en agua a una temperatura de $23 \pm 2^\circ \text{C}$.

Una vez por semana como mínimo y al mismo tiempo que se forma la muestra en un lugar, deberá obtenerse una muestra de la mezcla seca (sin acelerante pero con cemento), teniendo cuidado de no compactarla; inmediatamente después deberá trasladarse al laboratorio, donde se le determinará su humedad y su contenido de cemento; al igual se obtendrá una muestra de la mezcla de agregados para determinar el contenido de agua, la granulometría y el % de partículas menores que la malla N° 100, para que la determinación del contenido de cemento de la muestra pueda obtenerse con la mayor precisión. Las muestras de mezcla seca y de agregados corresponderán a la mezcla que se use en el lanzado de la artesa.

De los agregados en obra se obtendrán muestras, una cada 500 m², y/o una muestra por semana como mínimo, para realizar en ellos las pruebas especificadas en la figura 9.1. de este capítulo.

9.2.- ANCLAS DE FRICCIÓN.

9.2.1.- Datos generales

Las anclas de fricción, diseñadas y adaptadas específicamente para su uso en los túneles de las ampliaciones de las líneas del Metro de la Ciudad de México, constan de una varilla corrugada que en uno de sus extremos tiene sujetas dos mangueras de 12.7 mm \varnothing ; una de 50 cm de largo por la cual se efectuará la inyección y la otra de la longitud de la varilla más 25 cm cuya función es certificar el completo relleno del barreno al efectuar la inyección. El ancla tiene tres centradores distribuidos en su longitud, para para lograr una posición central del ancla en el barreno, de manera que se logre un espesor de lechada uniforme en el perímetro. (Fig. 9.2-a).

Cada ancla se introducirá en un barreno con un diámetro 25 mm mayor que el diámetro del ancla, quedando la manguera de inyección en la boca del barreno, enseguida se sella la boca del barreno cuidando que la barra quede al centro y se procede a efectuar la inyección de lechada hasta llenar completamente el hueco entre el barreno y el ancla.

Los materiales que deben usarse y el procedimiento detallado de colocación e inyección, se describen en los siguientes párrafos.

9.2.2.- Especificaciones de Materiales y Procedimiento de Colocación.

A.- Sello de Barreno

1.- Materiales.- El suelo de inyección será formado como una mezcla de fraguado instantáneo constituida por cemento portland un aditivo que provoque el fraguado instantáneo y agua. En lo que sigue, el aditivo mencionado se considera que es el llamado Integral AZ, ya que éste dió los mejores resultados en las pruebas efectuadas.

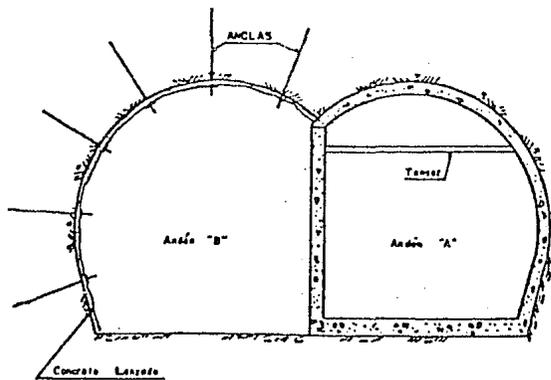
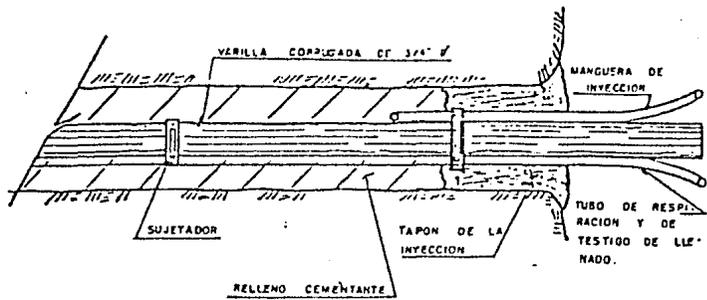


Fig.9.2-a Anclas de Fricción.

2.- Proceso de Elaboración y Colocación del Sello.- El Integral AZ se mezcla con el cemento en proporciones iguales por volumen, hasta lograr una masa de consistencia semejante a la del mastique. Una vez lograda ésta consistencia se le adicionan a la mezcla de gotas de agua, continuando con el amasamiento hasta que la misma empieza a calentarse sin perder su consistencia, lo que indicará que se ha iniciado el proceso de fraguado. La mezcla se coloca entonces en la boca del barreno para formar un tapón en una longitud mínima de 10 cm y con la barra en el centro del barreno, el tapón formado se presiona con la mano unos dos o tres minutos auxiliándose de una jerga húmeda.

Este tiempo es suficiente para que endurezca y se mantenga firme en el lugar.

B.- Mezcla de Inyección

1.- Materiales.- La mezcla inyectada consistirá de una lechada formada con agua, cemento de resistencia rápida y un aditivo que es fluidizante, retardante del fraguado inicial y estabilizador del volumen.

2.- Proporción de la Mezcla.- Para lograr la resistencia adecuada y fácil bombeo de la lechada, se deberá usar una relación agua-cemento no mayor de 0.50 (25 lts. de agua por saco de cemento), el aditivo requerido podrá ser el "Grout-Fluidifier" MB-618 Tecnocreto u otro de propiedades similares que proporcione por lo menos iguales resultados. En caso de emplearse el "Grout-Fluidifier" MB-618 la proporción en la mezcla no será menor de 250 gr. por saco de cemento.

3.- Preparación.- El agua limpia y el aditivo se mezclarán con la mayor - velocidad posible a fin de disolver totalmente el aditivo. Se agregará entonces el cemento mezclado perfectamente hasta disolver todos los grumos y obtener una mezcla homogénea, una vez logrado esto, se colocará la lechada formada en - recipiente de la bomba de inyección.

4.- Inyección.- Para efectuar la inyección se empleará una bomba de pro-- pulsión o neumática que tenga un rendimiento tal que permita inyectar con econo-- mía y eficiencia el volumen de lechada que requieren las anclas que se instalen en cada avance en la excavación.

Deberá tenerse especial cuidado de que la inyección se realice a una pre-- sión no mayor de 2 kg/cm². El procedimiento de inyección será el siguiente:

a) Adaptar la manguera de la bomba al tubo de inyección del ancla.

b) Accionar la válvula de salida de la bomba para iniciar la inyección, - verificando mediante un manómetro que la presión no excede el valor especificado de 2 kg/cm² y se mantiene hasta que la lechada salga por el tubo de respiración - o testigo, en ese momento se obtendrá el tubo testigo y a continuación el de - inyección antes de desconectar la bomba.

La inyección de lechada no debe suspenderse hasta constatar que por el - tubo testigo sale lechada de cemento con la consistencia de la que se inyecta, - con objeto de constatar que se ha desalojado toda el agua que pueda existir den-- tro del barreno y se ha llenado completamente de lechada.

Es absolutamente indispensable asegurar que el espacio dentro del barreno, entre el ancla y el terreno quede completamente llenado con la lechada - de cemento, por lo tanto, de presentarse algún problema de taponamiento en la manguera por la que se está inyectando, se deberá inyectar por la otra manguera que servía de registro y certificación del llenado del barreno por la - lechada, abriendo un hueco junto a la manguera por la que inicialmente se - estaba inyectando, el cual servirá como registro y certificación del llenado del barreno por la lechada sellándolo posteriormente a la certificación.

Se recomienda tener precaución especial para evitar el contacto prolongado de la lechada con la piel, ya que debido al aditivo puede causar erupciones molestas.

C.- Procedimiento General para la Colocación.

- 1) Efectuar los barrenos del diámetro y longitud indicados en el patrón de anclaje requerido.
- 2) Insertar el ancla en el barreno, verificando con aire o con un alambre acerado insertado en el tubo testigo, que éste no se haya tapado.
- 3) Selllar la boca del barreno siguiendo el proceso descrito en el párrafo "A".
- 4) Efectuar la inyección de lechada siguiendo el proceso descrito en el párrafo "B".

D.- Pruebas de Control del Anclaje.

1.- Pruebas en la lechada de inyección.- A fin de poder garantizar la capacidad requerida de las anclas será necesario verificar las resistencias de las lechadas empleadas, para la cual deberá tomarse cuando menos una muestra de cada 20 anclas inyectadas. Cada muestra consta de 3 probetas, las cuales se probarán a edades de 1, 3 y 7 días; cada muestra deberá acompañarse de datos de fecha, localización y cadenamamiento en que se empleó la lechada. Para considerar adecuada la lechada empleada, la resistencia a la compresión a 7 días de edad no deberá ser menor de 100 kg/cm². La relación agua-cemento podrá variarse para poder satisfacer este requisito.

2.- Pruebas de Extracción.- Para constar la correcta colocación de las anclas deberán efectuarse pruebas de extracción en un mínimo de 5 anclas de cada 100 colocadas. Este número podrá ser variado a juicio de la Dirección Técnica de la Obra, de acuerdo con los resultados que se obtengan en las primeras pruebas.

Preparación de ancla de pruebas.- Las anclas de prueba se seleccionarán arbitrariamente. En las anclas seleccionadas se retirará todo material extraño hasta descubrir el tapón de sello del barreno.

Una vez descubierto el sello se colocarán en el extremo de la barra el dispositivo de pruebas que consta de un gato hidráulico para aplicar tensión a la ancla y un sistema de apoyo de micrómetros para registrar los desplazamientos de dicha ancla durante la prueba.

Ejecución de la prueba.- La prueba se efectuará aplicando una tensión en la varilla con incrementos de carga de 2 Ton. registrando la deformación correspondiente hasta llegar a 8 Ton. A partir de 8 Ton. los incrementos se reducen a 1 Ton. hasta obtener la resistencia máxima del ancla.

Resultados esperados en las pruebas de extracción.- Para considerar adecuada la colocación e inyección de las anclas, durante las pruebas de extracción se deberán soportar sin producirse falla, las tensiones que induzcan en las varillas los esfuerzos que se señalan enseguida, a las edades de inyección correspondientes:

Edad de la inyección (Días)	Esfuerzo soportado sin fallas (Mínimo)
1	2/3 f_y
3	1.0 f_y
7	5/3 f_y

f_y : Límite Elástico del acero empleado.

9.3.- CONCRETO HIDRAULICO

9.3.1.- Generalidades

Este elemento estructural se utilizará en el revestimiento definitivo de todo el Túnel de Andén, en la construcción de los accesos y en las losas de fondo de los demás túneles.

Para los requisitos de resistencia se fijará concreto con $f'c$ de 250 kg/cm² a los 28 días.

El tamaño del agregado grueso será en su mayoría de 19 mm (3/4"), adecuado para las condiciones de armado y transportación por bombeo que se utilizará.

El tipo de cemento a utilizar se adecuará a las existencias en el mercado; siendo los más idóneos los correspondientes a los tipos III y I, pero también podrá utilizarse el tipo C-2 Pozolánico.

9.3.2.- Suministro

Debido a los grandes volúmenes que se emplearán, éstos serán producidos en plantas premezcladoras instaladas en terrenos próximos a la obra; el transporte en superficie se hará en mezcladoras de tránsito y en el interior del Túnel mediante bombas para concreto hidráulico. Para introducirlo al interior del Túnel se colocarán ductos sobre el tipo de la Lumbreira colocando un tanque deflector y una tolva para recibirlo.

9.3.3.- Pruebas de Calidad

Durante todos los colados, se llevará un muestreo sistemático del concreto, tomando cilindros para su ensayo a compresión. En los casos de incumplimiento en la resistencia, se corroborarán resultados mediante la extracción de corazones, los cuales serán ensayados para conocer su resistencia, y así poder establecer los criterios normativos.

9.3.4.- Inyecciones de Contacto

Para rellenar los huecos entre el concreto lanzado primario y el concreto definitivo normal, que seguramente quedarán en la zona de clave; se especificaron inyecciones de contacto mediante mezclas, en donde se utilizarán los siguientes materiales:

Arena con módulo de finura mínima de 1.4.

Cemento, el existente en el mercado.

Bentonita, se utilizará como lubricante de inyección y para formar una suspensión que reduce la velocidad de decantación de los ingredientes.

Los ingredientes descritos se combinarán para producir los tipos principales de mezclas que se aplicarán de acuerdo a la absorción del barreno inyectado.

9.4.- ACERO DE REFUERZO

Como refuerzo del concreto lanzado primario, se colocará una malla electrosoldada tipo 6x6-4/4 ó 6x6-6/6 con límite de fluencia de 5,000 kg/cm² y resistencia máxima de 5,700 kg/cm².

En el revestimiento definitivo tanto de concreto lanzado como de concreto normal, se utilizará acero de refuerzo con un $f_y=4000$ kg/cm² y grado R-42.

La verificación de la calidad de éstos aceros se efectuará mediante pruebas mecánicas de tensión y doblado.

9.5.- INSTRUMENTACION DE LOS TUNELES

9.5.1.- Objeto de la Instrumentación

Para definir la magnitud y variaciones de los movimientos horizontales y verticales que pudieran presentarse en el subsuelo antes, durante y después de realizar la excavación del túnel, en la zona inmediata a la excavación y en las áreas-adyacentes, así como las presiones en los marcos de acero estructural, en caso - de que se utilicen como sistema de soporte provisional en la excavación del túnel, será necesario implantar una instrumentación que permita determinar la magnitud - y posibles variaciones de dichas deformaciones y presiones del subsuelo. Para - ello será necesario llevar a cabo las mediciones de los aparatos en las secciones de instrumentación tipo A (Fig. N° 9.5.), que se señalarán en éste inciso, así - como en las secciones de instrumentación tipo B (Fig. N° 9.6).

9.5.2.- Ubicación de las Secciones de Instrumentación

Las secciones que se deberán instrumentar se localizarán en sitios que se - han seleccionado a lo largo de los túneles de manera que se cumpla satisfactoriamente el propósito de ésta instrumentación, al efectuar mediciones antes, durante y después de realizar la excavación del túnel, en las estaciones de instrumentación. La ubicación de algunas de las diferentes secciones de instrumentación se muestran en las figuras Nos. 9.3 y 9.4.

9.5.3.- Instrumentos a colocar en las Secciones de Instrumentación.

El tipo de movimiento del subsuelo que se requiere conocer con la instrumentación y el tipo de instrumentos con los cuales se deberán realizar las mediciones.

CROQUIS DE LOCALIZACION

* SECCIONES DE CONVERGENCIA

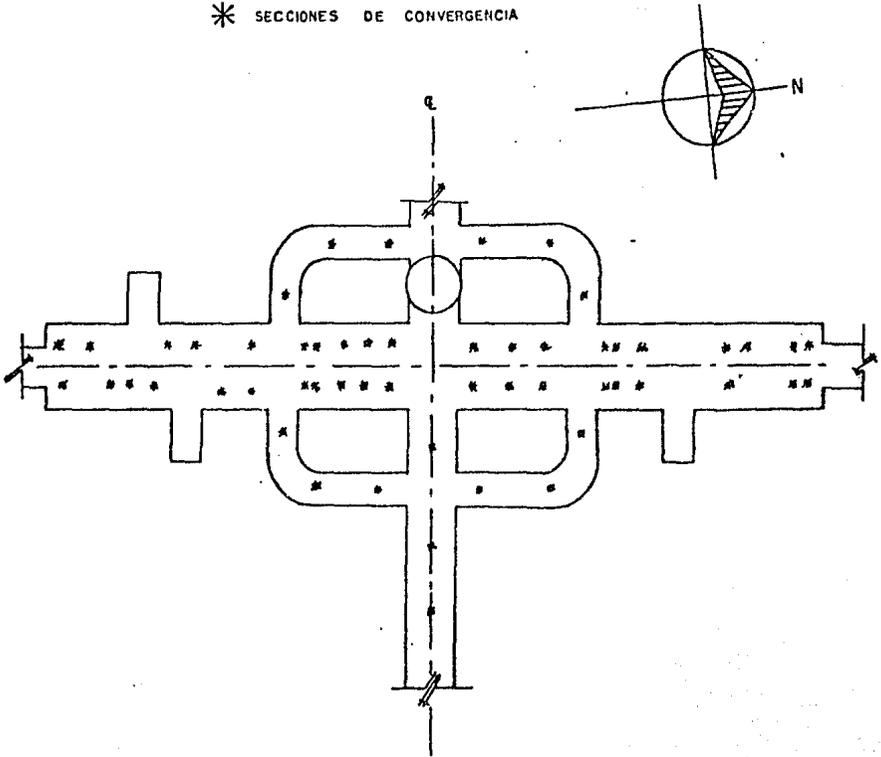


Fig. 9.3 Convergencias.

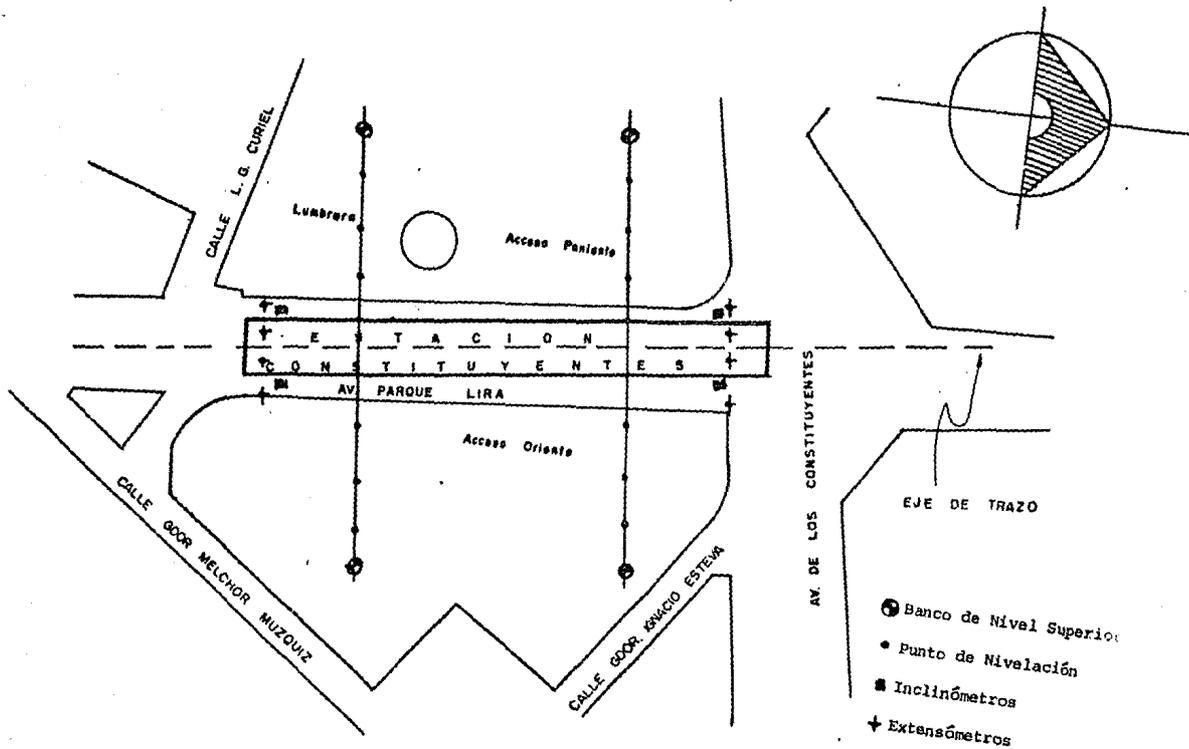


FIG 9.4 .- Croquis de localización de la Estación Constituyentes.

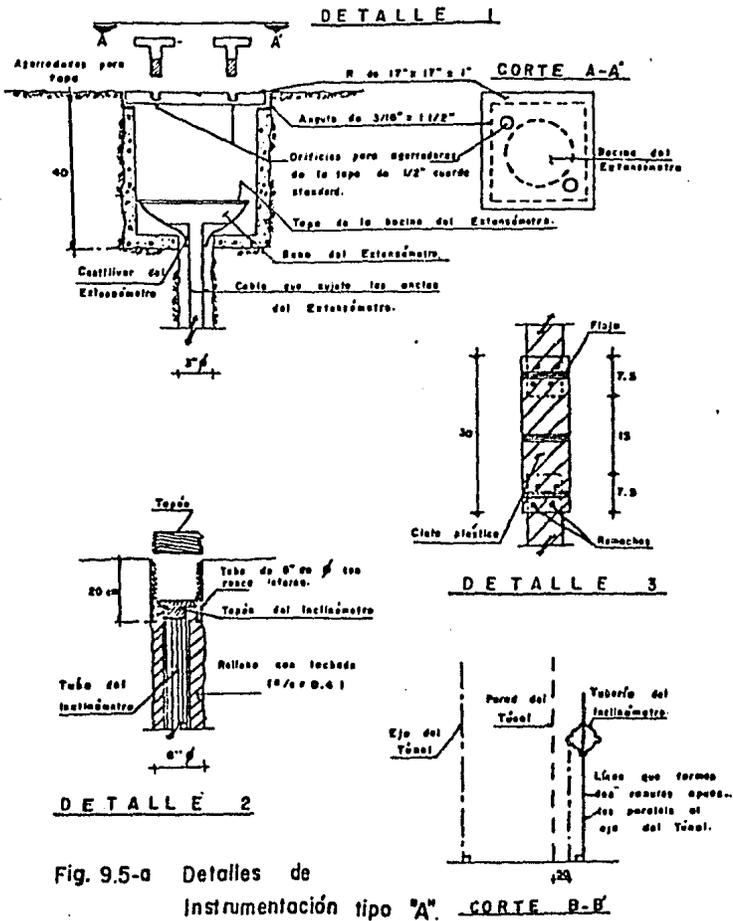
nes en cada una de las secciones de instrumentación, tipo A, se señalan en los siguientes párrafos:

a) Movimientos Horizontales.- Para medir los movimientos horizontales - en la zona inmediata a la zona de excavación de un túnel se instalarán aparatos denominados inclinómetros, (dos) uno en cada lado del eje del túnel, de - tal forma que queden ubicados a 50 cm de la pared del túnel y una profundidad - tal que su punto inferior quede a una distancia de 2 diámetros bajo el piso - del túnel. (Fig. N° 9.5).

Se introduce en el terreno un tubo relativamente flexible cuya original - verticalidad se modifica cuando ocurren los desplazamientos horizontales. Es- ta tubería es de 8.1 cm de diámetro, 0.22 cm de espesor en tramos de 1.5 a - a 3.0 m de longitud.

El aparato consta de un unidad sencilla, una caja con los necesarios con- troles eléctricos, cable conector y una tubería para ser colocados en el terre- no, ranurada en 2 planos ortogonales entre sí (Figs. Nos. 9.5-a y 9.5-b').

Para introducir la tubería del inclinómetro se deberá realizar una perfo- ración de 6" de diámetro, los tramos de tubería deberán tener una longitud de 75 cm, unidos con coples de 30 cm de largo traslapados sobre la tubería del - inclinómetro en una longitud de 7.5 cm. a cada lado del cople, este traslape - se deberá realizar a base de remaches y fleje cubriendo toda la longitud del - cople con cinta plástica y recubriendo finalmente con cera.



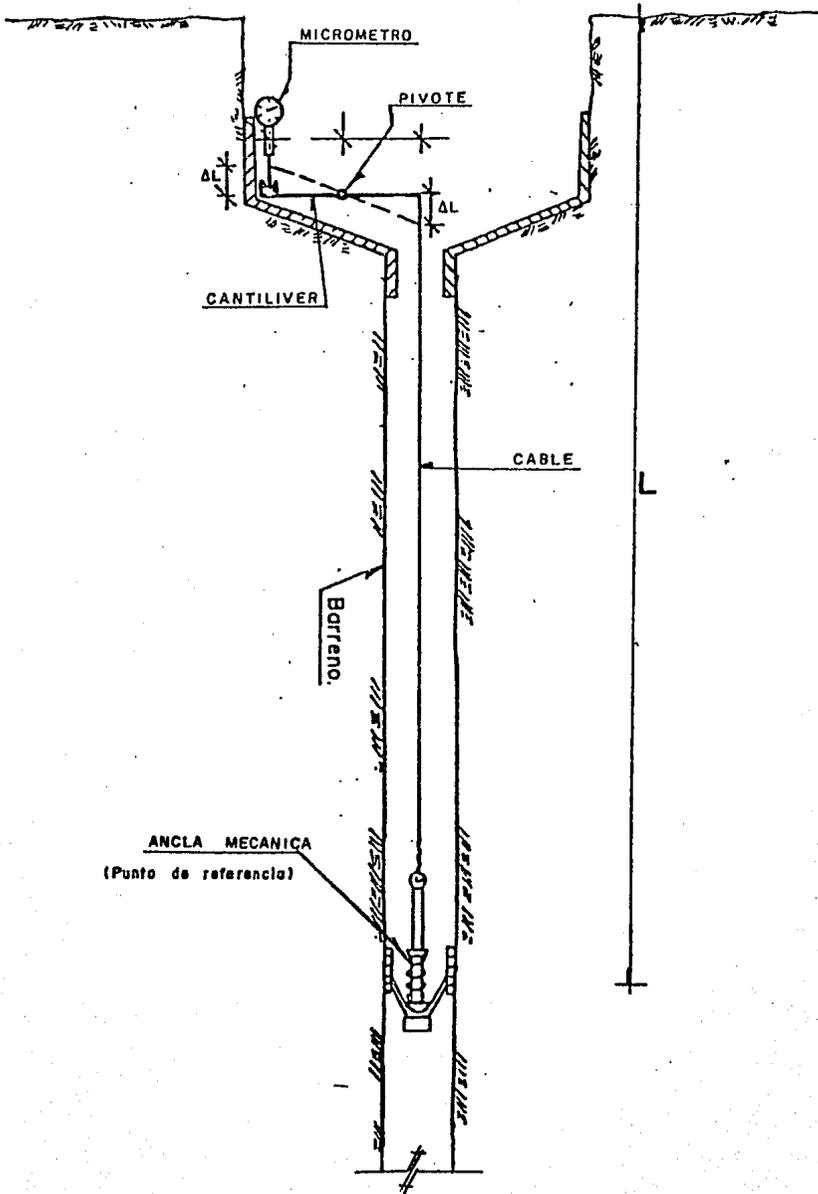
La colocación de la tubería deberá realizarse de tal manera que el material que se introduzca entre el suelo y la tubería sea una lechada de agua-cemento - (1:4), para facilitar los posibles movimientos horizontales de la tubería. La orientación de la tubería deberá realizarse de tal manera que la línea que forma dos ranuras opuestas quede paralela al eje del túnel.

La ubicación y detalle de la tubería de los inclinómetros se muestra en la figura N° 9.5.

b) Movimiento del Subsuelo hacia la Excavación del Túnel.- Para conocer los movimientos del subsuelo que se producen en forma convergente hacia la excavación del túnel medidos desde la superficie del terreno, será necesario instalar extensómetros sobre la excavación del túnel, uno vertical sobre el eje de vía del túnel y dos inclinados, uno de cada lado del mismo eje, entre 30° y 45°, cuando se trate de un solo túnel, en el caso de túnel en estación se instalarán dos extensómetros verticales uno sobre el eje de cada túnel y dos inclinados, de tal forma que se mida el posible movimiento radial que pase por el centro del túnel como se indica en la figura N° 9.5, el dispositivo de este aparato se muestra en la fig. N° 9.5-c.

La perforación para la colocación de las anclas del extensómetro, tanto en el vertical como en los inclinados deberán ser de 3" de diámetro, la cual se llevará hasta una profundidad tal, que la parte profunda de la perforación quede a 50 cm. de la pared del túnel, la colocación de los cuatro puntos de medición se realizará de la siguiente forma: el más profundo se colocará en el tope de la excavación, el segundo a un metro, el tercero a tres metros a partir del segundo y cuarto se colocará a la mitad de la distancia que resulte entre el tercer punto y la superficie del terreno.

Fig.9.5-C Dispositivo del Extensómetro.



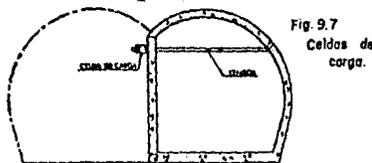
La perforación y la ubicación de las anclas del extensómetro se muestra en la figura N° 9.5.

c) Movimientos verticales.- Para registrar los asentamientos del subsuelo en las áreas adyacentes a la excavación del túnel será necesario realizar - nivelaciones topográficas en los puntos superiores de cada uno de los inclinómetros y extensómetros. Adicionalmente se colocarán puntos de nivelación a cada - 10 m a partir del eje del túnel a ambos lados del mismo hasta una distancia - entre 50 y 100 m, según lo permita el sitio en obra; en los extremos de estas - líneas de nivelación se colocará un banco de nivel a 1 m. de profundidad, - (Fig. N° 9.5).

Esta instalación de puntos de nivelación y bancos de nivel superficial se muestran en la figura N° 9.5.

d) Movimiento Convergente.- Para determinar los movimientos de las paredes del túnel hacia el interior del mismo con mediciones realizadas desde el - interior del túnel, será necesario instalar puntos de referencia tipo ancla con la distribución que se muestra en la figura N° 9.6.

e) Movimientos en Los Tensores.- Estos instrumentos tienen como finalidad tener bajo observación y controlar la fuerza de tensión que se provoca en los - tensores instalados en el túnel de andén poniente de la Estación al momento de realizar la excavación del túnel de andén Oriente ver. siguiente figura (Fig.- N° 9.7.).



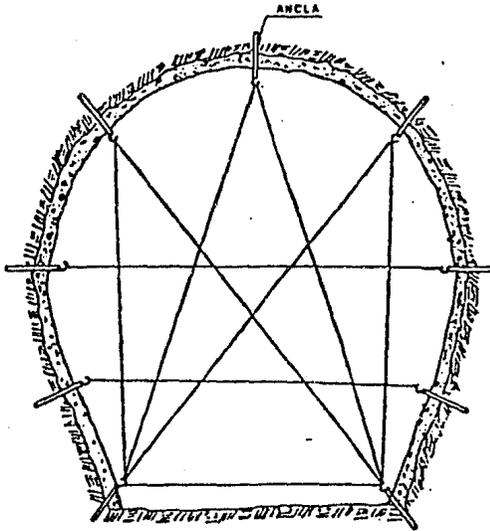
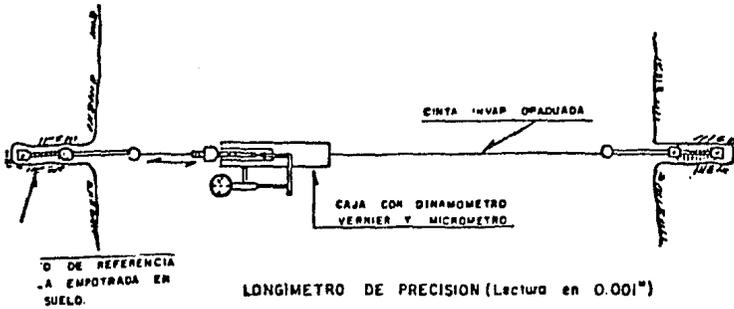


Fig. 9.6 Instrumentación Tipo "B", Convergencias.

Para lograr lo anterior se instalarán seis celdas repartidas en dos secciones de tres celdas cada una; cada grupo de tres celdas se instalará en tensores consecutivos en la ubicación que se decida en campo.

Cabe hacer notar que los tensores que se instalan en el túnel de andén Poniente deberán estar instalados en una distancia de cuando menos 12m adelante del frente de excavación del túnel de andén Oriente, por lo que los tensores en que se piense colocar celdas deberán encontrarse ya instalados en las mismas condiciones.

9.5.4.- Periodicidad de las Observaciones

Las nivelaciones topográficas sobre los extensómetros, inclinómetros y bancos de nivel; las lecturas de los extensómetros, las lecturas con inclinómetros, y las lecturas de los puntos de referencia en el interior del túnel, deberán ser realizadas con la siguiente periodicidad:

1.- Todos los instrumentos colocados desde la superficie del terreno, de cada una de las Estaciones de instrumentación tipo A, deberán estar colocados y leídos cuando el frente de excavación se encuentre a una distancia mínima de tres diámetros del túnel antes de cruzar la sección de instrumentación.

2.- Los puntos de referencia internos deberán colocarse inmediatamente después de descubrir cada una de las secciones de instrumentación tipo B establecidas en el inciso 9.5.2.

3.- Las lecturas en los instrumentos colocados desde la superficie del terreno en las Estaciones de instrumentación tipo A, se tomarán por lo menos una vez al día mientras el frente de la excavación del túnel esté entre los tres diámetros anteriores y tres diámetros posteriores a la Estación de instrumentación, una vez cada semana en el siguiente avance de tres diámetros, una vez cada mes hasta concluir con el revestimiento final de túnel.

4.- Las lecturas en los instrumentos colocados en el interior del túnel en las secciones de instrumentación tipo B, se tomarán por lo menos una vez al día mientras el frente de la excavación avance a través de los siguientes tres diámetros después de la sección de instrumentación, una vez cada semana en el siguiente avance de tres diámetros, una vez cada quince días durante el siguiente avance de tres diámetros y una vez cada mes hasta que quede concluido el revestimiento final del túnel.

5.- Las nivelaciones en el punto superior de cada uno de los instrumentos se realizarán una vez al día mientras el frente de la excavación del túnel está entre los tres diámetros anteriores a tres diámetros posteriores a la sección de instrumentación, una vez cada semana en el siguiente avance de tres diámetros, una vez cada quince días en el siguiente avance de tres diámetros y una vez cada mes hasta el momento en que durante cuatro semanas no se aprecie variaciones de consideración en las lecturas registradas.

6.- La secuencia de lecturas en las celdas de los tensores deberá ser de una lectura por día desde el momento de su instalación hasta que la excavación del túnel de andén Oriente se encuentre en tres diámetros de túnel después de haber pasado por la ubicación de las celdas: de una lectura por semana en los siguientes tres diámetros de avance y de una lectura mensual a partir de que los

registros muestren una estabilidad en la tensión obtenida de los tensores.

7.- Todas las lecturas en los instrumentos y dispositivos se interrumpirán tres meses después de haber terminado las labores de construcción en la ubicación de la zona instrumentada.

9.5.5.- Instalación, Observaciones e Interpretaciones de Las Mediciones.

1.- Instalación.- Los instrumentos que se instalen para aceptar ésta especificación serán instalados por personal especializado en éstas actividades. - Para la instalación de los instrumentos el constructor brindará las facilidades y materiales de uso de mano de obra que requiera el instrumento y que en general son de carácter menor. Es fundamental que el constructor colabore con el instrumentista en el cuidado de los instrumentos para evitar que sean dañados desde el momento en que son colocados en la obra hasta la entrega de ésta a dirección de obra.

2.- Observaciones.- Todos los instrumentos que se instalen para acatar éstas especificaciones, deberán ser observados para tomar lecturas diariamente desde el momento en que se determine su instalación.

3.- Interpretación de las Mediciones.- El instrumentista deberá interpretar los registros de las mediciones a fin de reportar sólo la magnitud de los parámetros que se especifica medir. La interpretación completa requiere de la colaboración del proyectista y trabajo conjunto con el instrumentista para establecer la final comparación entre las magnitudes predichas en el análisis y diseño y aquellas registradas por las mediciones.

9.5.6.- Presentación de Los Resultados de La Medición

Todas las mediciones realizadas deberán reportarse en forma gráfica, relacionando con el tiempo las cotas de las nivelaciones y las lecturas de todos los instrumentos instalados en las secciones de instrumentación tipo A y tipo B. Un juego de éstas gráficas serán reportadas a la dirección de obra y al proyectista.

CAPITULO X

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES:

De acuerdo con los capítulos antes expuestos se pueden dividir las conclusiones en tres rubros principalmente:

a) Excavación

Al utilizar el método Austriaco se presenta una gran liberación de esfuerzos que se traduce en deformación al túnel debido al aflojamiento del suelo, sin embargo este método ha sido utilizado durante los últimos años en la Línea 7 del Metro con excelentes resultados por lo que se puede concluir que es un método relativamente rápido y que brinda un factor de seguridad adecuado para la estabilidad de los frentes de excavación. Asimismo gracias a la facilidad y rapidez con la que actualmente se cuenta para la colocación de revestimientos flexibles (primarios) conforme se va avanzando en la excavación se puede concluir que éste método de construcción es el adecuado para el tipo de suelo con que cuenta la Ciudad de México ya que proporciona un tiempo razonable al personal y equipo, para colocar el revestimiento definitivo de los frentes de ataque.

b) Concreto lanzado

Este elemento tiene características bastante favorables para el método Austriaco debido a su rápida colocación y adquisición de la resistencia requerida en el soporte temporal y definitivo del túnel. Asimismo presenta problemas tales como el alto rebote que se tiene en el momento de lanzarlo ya que como se puede apreciar en la tabla 10.1 el rebote es del 50% en promedio, es decir por cada metro cúbico lanzado, únicamente la mitad es aprovechada, éste

problema por las características propias de la mezcla no tiene solución por lo que se ha evaluado en tiempo y costo de que manera encarece la obra, observándose que continúa siendo menos caro su uso que la utilización del concreto --- hidráulico ya que como se sabe en éste interviene cimbrado, vibrado, descimbrado y curado, los cuales tienen un elevado costo y sobre todo representan una gran cantidad de tiempo.

Por lo anterior, se puede concluir que la utilización del concreto lanzado es vital en la solución de túnel en la construcción del Metropolitano.

c) Instrumentación

Mucho se ha dicho entre las diferencias que tiene la teoría y la práctica en la Ingeniería, presentándose sobre todo en el ámbito de la Mecánica de Suelos. En los últimos años se ha desarrollado la tendencia a observar el comportamiento de las obras durante o después de su construcción, midiendo los aspectos que se consideran esenciales de acuerdo a la utilidad que vaya a aportar la instrumentación. Con esta técnica es posible corroborar teorías, verificar la concepción del proyecto retroalimentándolo, controlar el comportamiento de la obra durante sus primeros años de vida útil ó tomando acciones directas durante su construcción en base a los resultados que la instrumentación nos vayan proporcionando.

De lo anterior se desprende la conclusión de que la instrumentación es justificable en cualquier tipo de obra pero sobre todo en aquellas donde intervenga primordialmente la Mecánica de Suelos, tal es el caso de las obras del Metropolitano.

Cabe aclarar que en nuestro país ha existido un cierto rechazo a instrumentar la obras debido a que se piensa que es costoso e inútil, si embargo dándole una adecuada interpretación redonda casi siempre en la economía de la obra, formando una muy pequeña parte de su costo y aportando seguridad.

CONCRETO LANZADO EN	REAL	ESPECIFICACION	OTROS PAISES
LUMBRERA	35-45%	35%	15-30%
SOPORTE TEMPORAL:			
PAREDES	40-55%	35%	15-30%
CLAVE	45-60%	35-45%	25-50%
SOPORTE DEFINITIVO:			
PAREDES	45-60%	35%	--
CLAVE	50-65%	35-45%	--

Fig. 1.- Comparación de porcentajes de rebote del concreto lanzado.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Memoria Técnica de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano
COVITUR 77 - 82.
- 2.- Revista de Ingeniería Núm. 1 - 1982.
- 3.- Curso Victor Hardy 85 "Túneles y Excavaciones Subterráneas" -
Vols. 1 y 2.
- 4.- Especificaciones de construcción. Ingeniería de Sistemas de -
Transporte Metropolitano (ISTME).
- 5.- Especificaciones de Instrumentación. Geosistemas, S. A. de -
C. V. y Consultec, S. A. de C. V.
- 6.- Uso del concreto lanzado como soporte temporal y definitivo -
en los Túneles de la Ciudad de México. COVITUR.
- 7.- La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Vol. 2
Ing. Alfonso Rico R.- Hermilo del Castillo. México.