



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGÓN

“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACIÓN GUERRERO ENTRE LAS CADS. 22+635.392 AL 22+797.392 DEL METROLITANO LÍNEA B”

299603

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:
ENRIQUE ERÍAS HERNÁNDEZ

ASESOR:
ING. GABRIEL ÁLVAREZ BAUTISTA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

**Ing. MARÍA DE LOS ÁNGELES SÁNCHEZ CAMPOS**  
**Jefe de la Carrera de Ingeniería Civil,**  
**Presente.**

En atención a la solicitud de fecha 24 de septiembre del año en curso, por la que se comunica que el alumno ENRIQUE FRÍAS HERNÁNDEZ, de la carrera de Ingeniero Civil, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACIÓN GUERRERO ENTRE LAS CADS. 22+635.392 AL 22+797.392 DEL METROPOLITANO LÍNEA 'B'", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
**San Juan de Aragón, México, 25 de septiembre del 2001**  
**EL SECRETARIO**

  
**Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS**

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/RCC/vr

**Enrique Frías Hernández**

**El presente trabajo está dedicado**

**a mi esposa Yolanda, a mis hijas:**

**Ariana y Alma Yurani,**

**a mi madre y hermanos**

**y al grato recuerdo**

**de mi padre y hermano.**

**A los profesores:**

**Ing. Gabriel Álvarez Bautista,**

**al Ing. Humberto Sánchez Salazar,**

**al Ing. Armando Rodríguez Jiménez**

**por el apoyo brindado con sus comentarios**

**durante la redacción de este trabajo**

## CONTENIDO

<b>I.- Introducción.....</b>	<b>1</b>
I.1.- Antecedentes.....	7
<b>II.- Localización y planeación de la línea.....</b>	<b>10</b>
II.1.- Situación geográfica.....	11
II.2.-Localización de la línea.....	11
II.3.-Planeación de la línea.....	11
<b>III.- Estudios preliminares para el proyecto.....</b>	<b>14</b>
III.1.- Estudios de trazo.....	15
III.2.- Interferencias con líneas municipales.....	15
III.3.- Interferencias con líneas del Metro.....	15
III.4.- Definición de estructuras factibles por tramo.....	17
III.5.- Estaciones.....	18
III.6.- Estudios geológicos.....	18
III.7.- Zonificación geotécnica.....	19
III.8.- Zona del lago.....	19
III.9.- Lago centro.....	19
<b>IV.- Proyecto geométrico.....</b>	<b>21</b>
IV.1.- Proyecto de trazo.....	22
IV.2.- Proyecto de perfil.....	22
IV.3.- Proyecto de galibos.....	23
IV.4.- Proyecto de localización y dimensionamiento de rejillas de ventilación natural.....	23
<b>V.-Instrumentación previa a la construcción de la Estación Guerrero.....</b>	<b>24</b>
V.1.- Definición.....	25
V.2.- Objetivo general de la instrumentación.....	25
V.3.- Funciones de la instrumentación.....	25
V.4.- Objetivos particulares de la instrumentación.....	25
V.5.- Bancos de nivel semi-profundo.....	26
V.6.- Piezómetros y tubos de observación.....	26
V.7.- Inclínómetros.....	26
V.8.- Movimientos horizontales subterráneos.....	26
V.9.- Niveles piezométricos.....	26
V.10.- Instalaciones de la instrumentación previa a la construcción de la línea "B".....	27
V.11.- Instrumentación de la Estación Guerrero alojada entre los cadenamientos 22+635.392 al 22+797.392 perteneciente al Metropolitano línea "B" del Metro.....	33
V.11.1.- Puntos de control.....	33

<b>VI.- Obras Inducidas.....</b>	<b>44</b>
VI.1.- Generalidades.....	45
VI.2.- Procedimiento constructivo de los cruzamientos.....	45
<b>VII.- Obra Civil.....</b>	<b>60</b>
VII.1.- Generalidades.....	61
VII.2.- Clasificación de las Estaciones por su funcionamiento en la red.....	61
VII.3.- Solución en cajón subterráneo.....	62
VII.3.1.- En cajón.....	62
VII.3.2.- Solución semi-profunda.....	62
VII.4.- Solución en túnel.....	63
VII.5.- Solución superficial.....	63
VII.6.- Aspectos urbanos.....	63
VII.7.- Procedimiento constructivo de brocales.....	65
VII.7.1.- Brocales.....	65
VII.8.- Procedimiento constructivo de Muros Milán.....	66
VII.9.- Procedimiento para la excavación y estructuración del núcleo en la zona central y cabeceras de la Estación Guerrero del Metropolitano línea "B".....	72
VII.9.1.- Proceso constructivo.....	72
VII.9.2.- Construcción de muros tablaestaca.....	72
VII.9.3.- Abatimiento del nivel freático.....	74
VII.9.4.- Procedimiento constructivo de la zona central de la Estación Guerrero de la línea "B" del Metro.....	80
VII.9.5.- Celdas iniciales A, B y C.....	80
VII.10.- Celdas secundarias D y E.....	93
VII.11.- Ubicación y colocación de lastres.....	99
VII.12.- Cabeceras de la Estación.....	100
VII.12.1.- Excavación, apuntalamiento y construcción de la cabecera poniente....	100
VII.13.- Excavación, apuntalamiento y construcción de la cabecera oriente.....	112
VII.14.- Excavación, apuntalamiento y construcción del cárcamo de bombeo, ubicado en la cabecera poniente, etapa No. 20.....	119
VII.15.- Zona de accesos.....	121
VII.16.- Excavación, apuntalamiento y construcción del cárcamo de bombeo, ubicado en el vestíbulo, etapa No. 22.....	122
<b>VIII.- Control de calidad.....</b>	<b>126</b>
VIII.1.- Generalidades.....	127
VIII.2.- Fluido estabilizador a utilizarse en el proceso constructivo de muros colados en zanja para la construcción de la Estación Guerrero del Metropolitano línea "B" del Metro.....	128
VIII.2.1.- Características del fluido estabilizador.....	129

<b>IX.- Urbanización.....</b>	<b>143</b>
IX.1.- Introducción.....	144
IX.2.- Pavimentos.....	144
IX.3.- Señalamiento en vialidades.....	152
IX.3.1.- Señales preventivas.....	152
IX.3.2.- Señales restrictivas.....	152
IX.3.3.- Señales informativas.....	153
IX.4.- Marcas.....	154
IX.5.- Banquetas y guarniciones.....	155
IX.6.- Pasos para peatones.....	160
<b>X.- Conclusiones.....</b>	<b>162</b>
<b>XI.- Bibliografía.....</b>	<b>168</b>

## **I.- Introducción.**

El constante crecimiento demográfico de la Ciudad de México así como del Área Metropolitana, hace indispensable contar con suficientes medios de transporte. Para resolver este problema, el Departamento del Distrito Federal mediante la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo Metro (D.G.C.O.S.T.C.), se ha dado a la tarea de mejorar las condiciones sociales y económicas de los habitantes de la ciudad y área metropolitana; para ello, se ha creado el plan rector de vialidad y transporte.

Por tal razón las acciones se dirigen a estructurar integralmente un transporte eficiente y suficiente mediante la consolidación del Metro como columna vertebral del mismo.

Por lo anterior, es necesaria la búsqueda constante por efficientar el funcionamiento del Sistema de Transporte Colectivo, a través del desarrollo de la tecnología de punta, expansión de redes de transporte por vía férrea no contaminantes, optimización en el intercambio de modos, entre otros; para nuestro caso es el Metro.

Por ello, es necesario dar importancia relevante a los esfuerzos realizados por ampliar, construir y perfeccionar el Sistema de Transporte Colectivo.

A medida que continúa la expansión de la red del Metro, la línea "B" se orienta a convertirse en una de las principales líneas del Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México como en el área metropolitana, al conectar con 10 de las 15 líneas en operación estimadas al año 2010. En la actualidad se cuenta con 177.33 kms. Más 22.00 kms. de la línea "B" que hacen un total de 199.33 kms.

El presente trabajo es una recopilación de normas, especificaciones y proyectos editados por la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo, (D. G. C. O. S. T. C.), para la planeación y ejecución de la **Estación Guerrero** alojada entre los cadenamientos 22+635.392 al 22+797.392, del **Metropolitano de la Línea "B"**, en coordinación con las diferentes Dependencias del Gobierno de la Ciudad de México para el desvío de instalaciones municipales.

El desarrollo del presente trabajo se divide en capítulos que comprende desde el estudio de los antecedentes que dieron origen a la creación del Metro, los trabajos de investigación de Mecánica de Suelos para la decisión de los diferentes sistemas constructivos, los sistemas de medición e instrumentación llevados a cabo antes, durante y después de la ejecución de la obra, el procedimiento constructivo y las pruebas de calidad aplicada a los materiales que intervinieron durante la construcción de esta.

**El objetivo** del presente trabajo, es dar a conocer los estudios y la metodología a seguir para la realización de una obra de gran magnitud como lo es una Estación del Metro.

Dicho estudio como se verá más adelante, involucra a la planeación tan fundamental para la realización de cualquier obra por pequeña que esta sea.

Para este trabajo, se inicia desde los estudios de movilidad de pasajeros a través de los diferentes medios de transporte, como son Microbuses, Autobuses de Pasajeros, Autos particulares y taxis; así como del crecimiento de la población tanto en el Distrito Federal como en el Área Metropolitana, generando este proceso la oferta y la demanda del sistema de autotransporte.

La saturación de la demanda en el autotransporte, crea la necesidad de incrementar un sistema que permita realizar la movilidad de grandes masas de pasajeros en poco tiempo, a la vez que no dañe el entorno ecológico, es así como surge la planeación de una línea del metro.

Una vez que se ha planeado la línea, surgen los problemas de trazo, derivado de las restricciones físicas que impone la estructura urbana como pueden ser, la interferencia con colectores, ductos de Telmex así como de Comisión Federal de Electricidad, Agua Potable, de gas, con líneas existentes del metro y con Centros Históricos.

Solucionado el problema de trazo, surgen las restricciones físicas de vialidad para la construcción de la línea y propiamente de sus estaciones. Una vez que se han solucionado los puntos anteriores, viene la realización de los estudios de mecánica de suelos para elegir el tipo de estructura que se adapte a la estratigrafía del terreno y de las restricciones físicas que imponga a lo largo el trazo de la línea, para este caso la **Estación Guerrero**.

Concluidos los estudios anteriores, se realizarán los estudios de topografía, para la realización del trazo, definición de niveles de acuerdo a la estructura que alojará la estación, métodos de instrumentación para monitorear, antes durante y después de la obra para llevar su control y predecir cualquier movimiento que esta tenga para dar la solución a tiempo antes de que se presente el problema. Una vez fijados los métodos de instrumentación y realizados los pozos de abatimiento del nivel freático, se llevará a cabo la construcción de la Estación cuyo proceso se describe en este trabajo.

De todo lo anterior, podemos concluir que el objetivo de ésta obra es dar los lineamientos que se siguen para la construcción de una obra que por sus dimensiones tanto en volumen como en presupuesto, es necesario realizar para que esta se construya y fijar los diferentes sistemas de solución que se pueden generar mediante un sistema de monitoreo a través de la instrumentación, herramienta fundamental en este tipo de obras.

En el capítulo I, se mencionan los programas contemplados por el **Plan Maestro del Metro (PMM)**, para el año 2010, y de las metas fijadas de acuerdo a un programa congruente con políticas y objetivos para el desarrollo de la zona centro y área metropolitana en cuanto a transporte urbano se refiere.

En el capítulo II, se describe la localización y planeación de la Línea la cual comunicará a la zona nororiente y oriente con el centro histórico, esta línea se programó en base al origen y destino, configurando esta línea para la captación del usuario proveniente de los alrededores de la zona Nor-Oriente como es Pachuca y desaturación de la Línea 3 en indios verdes, Así mismo recibe la captación regional transversal a lo largo de 8 estaciones dentro del Estado de México, tanto del Oriente como del Norte de la Ciudad de México mejorando sustancialmente con esto la velocidad y condición de desplazamiento a lo largo de su vialidad coincidente y fortaleciendo el ordenamiento del transporte en Minibuses y Autobuses en la zona Nor-Oriente.

Una vez que se ha programado el proyecto de la línea se deben realizar los estudios preliminares para lo cual en el capítulo III se menciona de los diferentes estudios a realizar en Mecánica de Suelos, así como de trazo para definir las interferencias que encontrará a su paso como son colectores, líneas del Metro, Estaciones, drenajes, agua potable, ductos de gas, de Telmex y de Comisión Federal de Electricidad, creando las soluciones viables para cada caso, de acuerdo al estudio factible y preeliminar del tramo en cuestión.

En su primera etapa esta línea constará con 21 estaciones; 13 en el Distrito Federal y 8 en el Estado de México, de las cuales 5 serán de transbordo, la longitud de cada una de ellas será de 150 metros.

Como se mencionó anteriormente, en esta etapa se llevan a cabo los estudios de Mecánica de Suelos para la clasificación de la estratigrafía en general del valle de México, así como los diferentes estudios topográficos. Dichos estudios deberán realizarse en forma preeliminar y objetivamente para poder realizar el diseño, así como garantizar la estabilidad de las estructuras en el fondo de las excavaciones.

Una vez que se tiene definido el recorrido de la línea, se realiza el proyecto geométrico, el cuál consiste en el dimensionamiento de espacios de la estación, tanto longitudinalmente como transversalmente para la libre circulación de los trenes, dicho proyecto como se verá más adelante engloba a los proyectos de trazo, de perfil, de gálibos y de rejillas de ventilación, definiendo cada una de sus características en el capítulo IV.

El tema de la instrumentación, como se indica en el capítulo V, es antes, durante y después de la construcción de la obra, una aplicación de la topografía, necesaria; ya que su oportuna aplicación nos va a servir para prevenir y controlar los movimientos tanto verticales como horizontales, así como los esfuerzos que se generan en el suelo y edificaciones colindantes como reflejo de las actividades y proceso durante la construcción.

La toma constante de lecturas, propiciará la oportuna toma de decisiones, asegurando con ello, un comportamiento dentro de los rangos de seguridad, tanto a corto como a largo plazo.

Dicha instrumentación es llevada a cabo por procedimientos de medición y observación a través de bancos de nivel semi-profundo e instrumentos de medición como inclinómetros, piezómetros, puntos de desplome como palomas y tornillos de los cuales se dará una descripción de su instalación y funcionamiento en el capítulo correspondiente.

Una vez que se han definido y realizado los estudios correspondientes, como trazo, estudios de mecánica de suelos y las diferentes soluciones de estructuración; antes de iniciar las excavaciones, será necesario realizar los desvíos correspondientes de las diferentes interferencias municipales, como son atarjeas, colectores, agua potable, ductos de Telmex, de Comisión Federal de Electricidad y todas las interferencias que puedan interferir a su paso durante la ejecución de la obra, dichos trabajos se realizarán en coordinación con las diferentes dependencias de Gobierno. En el capítulo VI, se dan las recomendaciones y los procedimientos para la construcción de estas instalaciones.

Para la construcción de la obra civil de la Estación Guerrero y una vez que la obra inducida se encuentra avanzada un 75%, esto es; para no interferir con el proceso constructivo, se da inicio a la construcción de la Estación. En el capítulo VII, se menciona el procedimiento a seguir para la construcción de esta.

Antes de iniciar la excavación, es necesario que se tengan contruidos los pozos de bombeo para abatir el nivel freático y poder mantener la excavación lo más estanca posible. Dichos pozos estarán distribuidos geoméricamente en el cuerpo de la Estación y funcionarán cuando el proceso de excavación corresponda al área de influencia del pozo; una vez que la excavación ha concluido, los pozos se rellenarán con gravilla limpia y se sellarán con concreto durante el colado de la plantilla.

Una vez definido el trazo de la Estación, se iniciará con la construcción de brocales que servirán de guía en su verticalidad del equipo de excavación para los muros milán los cuales confinarán durante el proceso de excavación a la Estación de las zonas aledañas.

Dichos muros deberán cumplir con las especificaciones y control de calidad, desde su excavación hasta la terminación de colado.

Una vez que los muros milán han adquirido su resistencia de proyecto a los 28 días, se iniciará con la Excavación a cielo abierto, con equipo mecánico apuntalando de

acuerdo al proyecto las paredes de los muros, esto es para contrarrestar el empuje del terreno. Este proceso de excavación y apuntalamiento se llevará a cabo en los diferentes niveles que indique el proyecto, una vez alcanzada la máxima profundidad, inmediatamente se colará la plantilla, una vez que esta ha fraguado se inicia el armado y colado de la losa de fondo y muñones de los muros estructurales , cumpliendo con el tiempo y periodo de ejecución como lo indiquen las especificaciones y proyecto, esto es para evitar problemas de inestabilidad tanto en la excavación como en la estructuración de la estación., 24 hrs. después de colada la losa de fondo se procederá al retiro de puntales en su último nivel y se continuará con el colado de muros estructurales y con el retiro de puntales hasta alcanzar los niveles, de andén, vestíbulos y losas de techo, dejando en cada etapa de colado las preparaciones para las distintas instalaciones así como para la liga con los demás elementos estructurales.

Una vez alcanzada la losa de techo, se procederá a la construcción de la terracería y restitución del pavimento.

Como se dijo anteriormente, en cada uno de los procesos constructivos se deberá cumplir con las restricciones y tiempos de ejecución que indiquen las especificaciones y el proyecto, tanto en la excavación como en la estructuración de la Estación.

Así mismo, durante el proceso de excavación como de estructuración, se llevará a cabo un control de los requisitos de calidad que deben cumplir los productos y materiales que intervienen durante la obra. En el capítulo VIII, se dan las frecuencias de muestreos.

En el capítulo IX, se da una introducción a lo que es la urbanización, ya que, durante la construcción de la estación se demolieron, guarniciones, banquetas, terracerías, pavimentos y pasos a desnivel, así como desvíos de instalaciones durante la obra inducida. Por lo anterior, es necesario llevar a cabo la remodelación de cada una de ellas. En este capítulo se dan las definiciones y especificaciones que debe cumplir cada uno de estos elementos .

## **I.1.- Antecedentes.**

La Ciudad de México es en la actualidad, una metrópoli gigantesca la más grande del mundo, la cual requiere de modernos Sistemas de Transportes como es el Metro, para comunicar las distintas zonas de la urbe.

Avanzar hacia un sistema de tal magnitud demanda hoy en día, reunir todos los esfuerzos para que puedan incidir en una mejor construcción, conocer de manera clara y apegada a la realidad los problemas que debe resolver y aún más importante, optimizar las altas inversiones que es necesario aplicar en el sistema.

En lo que se refiere a la construcción y proyecto de la red vial del Metro se diseñó el Programa Maestro del Metro (P.M.M.), que es un instrumento de planeación apegado al plan nacional de desarrollo, el cual rige y marca las pautas en la ampliación sistemática de la red y es congruente también con las políticas y objetivos de otros programas con los que se entrelaza, como el desarrollo de la zona metropolitana de la Ciudad de México y la región centro, el desarrollo urbano del Distrito Federal y por último, el integral de transporte y vialidad, a cuyos lineamientos se apega.

Para definir objetivos y metas específicas del programa intervienen todas las Dependencias Gubernamentales involucradas, y se recopilaron documentos cuyo contenido se relaciona con el **PMM** a fin de obtener precisión y congruencia al máximo.

Previamente, a la aplicación de la encuesta origen destino se definieron criterios para delimitar y zonificar las áreas de estudio de población, acordándose que abarcaría las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y 27 Municipios conurbados del Estado de México, con el propósito de darle a la máxima representatividad al considerar los 16 millones 342 mil 400 personas que poblaban en ese año el área de estudio.

Así, fue posible después de procesar la información obtenida, conocer datos confiables de gran significación y trascendencia. Diariamente se realizan 28 millones 518 mil 208 viajes-persona a través de 13 formas de transporte, incluido el traslado a pie. Se observó que en ese momento el metro cubría el 29% de la demanda diaria, es decir, 6 millones 515 mil 716 viajes, seguido por el autobús urbano que alcanzaba un 25.98% en contraste con el camión y la motocicleta que satisfacía apenas el 0.13 y el 0.07% respectivamente.

Otro aspecto que perfila el programa es la definición de una red del Metro equilibrada, es decir, el que la oferta de servicios de todas las líneas corresponda con la hora de máxima demanda (H. M. D.) a fin de evitar saturaciones o sub-utilización, según se trate de equipo e instalaciones.

El horizonte de planeación al año 2010, fecha en que la red, según el **PMM**, deberá alcanzar a lo largo de 25 años 243.349 Kms. con un total de 15 líneas, 218 estaciones y 661 trenes que atenderán una demanda, según pronósticos de 10.44 millones de pasajeros diarios y en la HMD 2.99 millones de viajes.

Después de esta labor de conjunto y coordinación se definieron los objetivos generales que tiene el **PMM** mismos que se intenta alcanzar a lo largo de las diferentes etapas.

Los primeros objetivos subrayan el aspecto social:

Brindar un servicio eficiente y satisfactorio, cuyas inversiones se justifiquen plenamente, alcanzando el máximo beneficio social, tres objetivos más se orientan hacia acciones para reordenar la estructura urbana, desestimar el uso del automóvil ofreciendo servicios de transporte colectivo y apoyar programas de mejoramiento ecológico.

La ejecución del programa vigente aspira, así mismo, a conformar la Red del Metro como elemento estructurador del transporte metropolitano y conectarlo con el interurbano, en este contexto, la meta es equilibrar internamente el sistema para evitar congestionamientos o sub-utilización de líneas, mismas que de acuerdo al programa , deben incrementar las opciones de traslado hacia los centros de trabajo, servicio y recreación al mismo tiempo, facilitar la sustitución de medios de transporte en los corredores cuya demanda futura requerirá de una línea del Metro.

En el ámbito tecnológico y financiero, los objetivos del **PMM**, generan normas y especificaciones que proporcionan el desarrollo de la tecnología y la industria nacional que a la vez promuevan la sustitución de importaciones y generación de empleos.

En el **Programa Maestro del Metro** se determinan las etapas de ampliación de la red.

La primera etapa comprende las obras realizadas entre 1967 y 1970 de la **línea 1** (Zaragoza-Observatorio), **2** (Tacubaya- Tasqueña) y **3** (Tlatelolco-Centro Médico).

En 1977 se inicia la segunda etapa que abarca el proyecto y la construcción de las **líneas 4** ( Martín Carrera- Santa Anita), **5** (Pantitlán –Politécnico) y **6** ( Instituto del Petróleo- El Rosario). Así como la ampliación de la **Línea 3**, en su parte norte. (Tlatelolco-Indios Verdes) y Sur (Hospital General- Zapata).

La tercera , que da principio hacia 1982, incluye ampliaciones a la **línea 1 oriente**, (Zaragoza – Pantitlán), **2 Poniente** ( Tacuba- Cuatro Caminos), **3 Sur** (Zapata- Universidad ) y el proyecto de la **Línea 7** ( Tacuba – Barranca del Muerto ).

Finalmente la cuarta etapa corresponde a las ampliaciones de las líneas 6 (Instituto del Petróleo- Martín Carrera) y 7 (Tacuba -El Rosario), además de la construcción de la línea 9 (Tacubaya -Pantitlán).

Para 1994, el **PMM** contempla la ampliación de algunas de las ejecuciones completas de la Línea 8 y la Línea "B" para llegar a un total de 199.33 Kilómetros, a fin de enfrentar una demanda de 6.44 millones de viajes diarios y la oferta de 2.33 millones de pasajeros en la HMD.

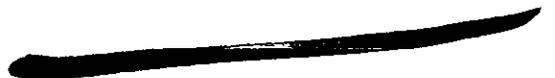
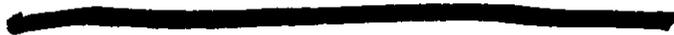
Al Sistema de Transporte Colectivo le corresponde integrar al Distrito Federal, comunicándolo con los diferentes puntos de la ciudad además de agilizar y facilitar la movilización de personas que usen este servicio.

De los distintos modos de transporte destaca el sistema de transporte colectivo metro, el cuál tiene vital importancia como servicio público por su eficiencia, bajo costo y además permite tener una relación directa del D. F., con el Estado de México.

El Distrito Federal cuenta actualmente con 10 líneas que forman el Sistema de Transporte Colectivo, pero para seguir avanzando de acuerdo con el **PMM**, se hizo necesario realizar otra línea más, como es el caso de la Línea "B" del tren Metropolitano.



## **CAPITULO II.- LOCALIZACIÓN Y PLANEACIÓN DE LA LÍNEA**



## **II.- Localización y planeación de la línea.**

### **II.1.- Situación Geográfica.**

El metropolitano línea "B", se ubica en la zona norte del área metropolitana de la Ciudad de México, comunicando sus zonas Poniente y Nororiente con el Centro Histórico. En su primera etapa, se construirá la conexión del Centro Histórico con la zona Nororiente (Fig. No. 1).

### **II.2.- Localización de la Línea.**

En su primera etapa tendrá una longitud de 23.7 km. Inicia dentro del Distrito Federal, en la Colonia Santo Tomás, bajo el Eje 1 Norte, en el Circuito Interior y la Calle Lauro Aguirre. En su recorrido se desplaza por el Eje 1 Norte, Av. Eduardo Molina, Calle Artilleros, Av. Oceanía, Av. 608, y Av. Central, hasta la Av. México en Ciudad Azteca, Estado de México.

Esta línea cuenta con talleres de mantenimiento los cuales abarcan un predio de 11 hectáreas, dentro del Estado de México, sobre el camellón de la Av. Central, entre Boulevard de los Aztecas y la Av. México.

### **II.3.- Planeación de la Línea.**

Dentro del sistema metropolitano de transporte, se concibe a esta línea como el transporte masivo entre Nororiente del área Metropolitana y el Centro Histórico.

Enlaza directamente las Delegaciones Cuauhtemoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero, el Distrito Federal con los Municipios de Nezahualcoyotl y Ecatepec, del Estado de México.

Capta una importante demanda en punta de la estación Ciudad Azteca, ayudando a descargar la entrada de vehículos por la supercarretera a Pachuca y la saturación de la línea 3 en Indios Verdes.

Recibe la captación regional transversal a lo largo de las ocho estaciones dentro del Estado de México, tanto del Poniente como del Oriente.

Establece la conexión con la red de Ferrocarriles Nacionales.

Fortalece la red del metro, incrementando en 13% su longitud y en 14% su número de estaciones, resaltando la correspondencia con cinco de las diez líneas, que se tendrán cuando se ponga en servicio esta línea.

# LINEA B

BUENA VISTA - CD AZTECA  
PRIMERA ETAPA

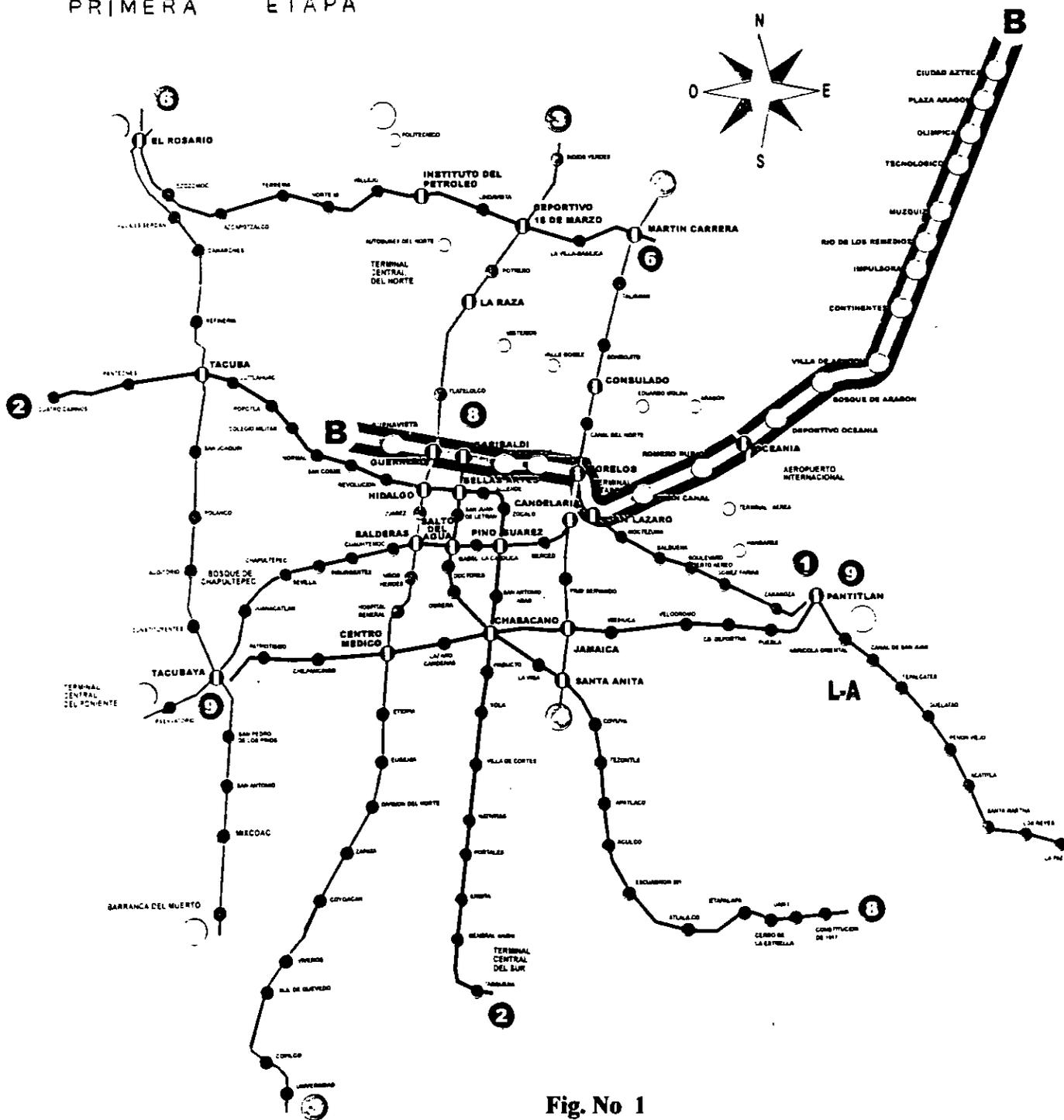
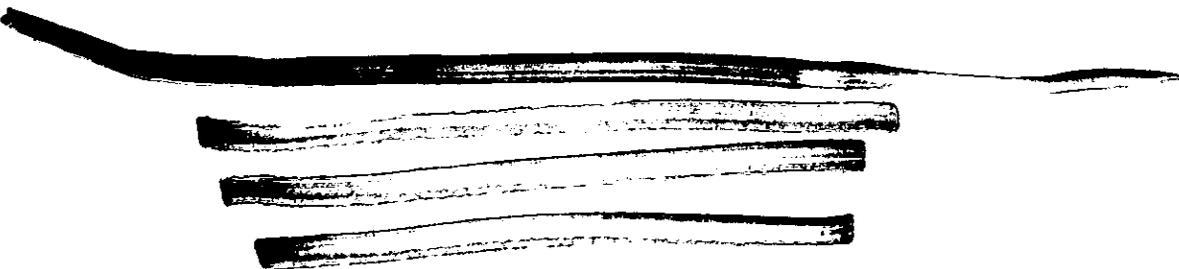


Fig. No 1  
12

Establece el transbordo con la línea 8 en Garibaldi, la línea 3 en Guerrero, la línea 4 en Morelos, la línea 1 en San Lázaro y la línea 5 en Oceanía.

Mejora sustancialmente la velocidad y condiciones de desplazamiento a lo largo de su vialidad coincidente, con el consiguiente beneficio a otros modos de transporte (automóviles y autobuses).

Fortalece el ordenamiento del transporte en minibuses y autobuses a lo largo de la línea y en la zona Nororiente.



**CAPITULO III.- ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EL PROYECTO**



### **III.- Estudios Preliminares para el Proyecto.**

#### **III.1.- Estudios de trazo.**

En general para todo el proyecto de la línea en su primera y segunda etapa que es desde el hipódromo hasta Ciudad Azteca, el trazo de la línea se ubica un 66% en la denominada "Zona del Lago" la cual se forma por depósitos de arcilla blanda altamente compresibles con espesores variables. Otro 22% del trazo de la línea se ubica en la denominada "Zona de Transición", en esta zona aparecen depósitos superficiales, limos orgánicos cubriendo arcillas volcánicas compresibles que se presentan en espesores variables con intercalaciones de arenas limosas compactas con alto contenido de grava bien cementadas (Fig. No 2).

#### **III.2.- Interferencia con Instalaciones Municipales.**

##### **Drenaje**

A lo largo del trazo de la línea se localizan 16 colectores importantes, con diámetros de 0.60 m. a 1.83 m., destacando además el interceptor sobre Guerrero, Esquina con Alzate Eje Vial 1 Norte con un diámetro de 5.0 m. y el proyecto de interceptor Oriente de Ing. Eduardo Molina.

##### **Agua potable:**

Existen ocho tubos de agua potable con diámetros de 20".

##### **Gas:**

Se identifican los ductos de 4" de diámetro sobre Av. del Peñón Esquina con Oceanía y el de 4" sobre Av. Gran Canal Poniente y Albañiles Eje vial 1 Norte.

#### **III.3.- Interferencia con líneas del metro.**

**El programa maestro toma en cuenta las siguientes interferencias:**

##### **a).- Actuales.**

**Línea 2.-** En su correspondencia con la Estación Colegio Militar.

**Línea 3.-** En su correspondencia con la Estación Guerrero.

**Línea 4.-** En su correspondencia con la Estación Morelos.

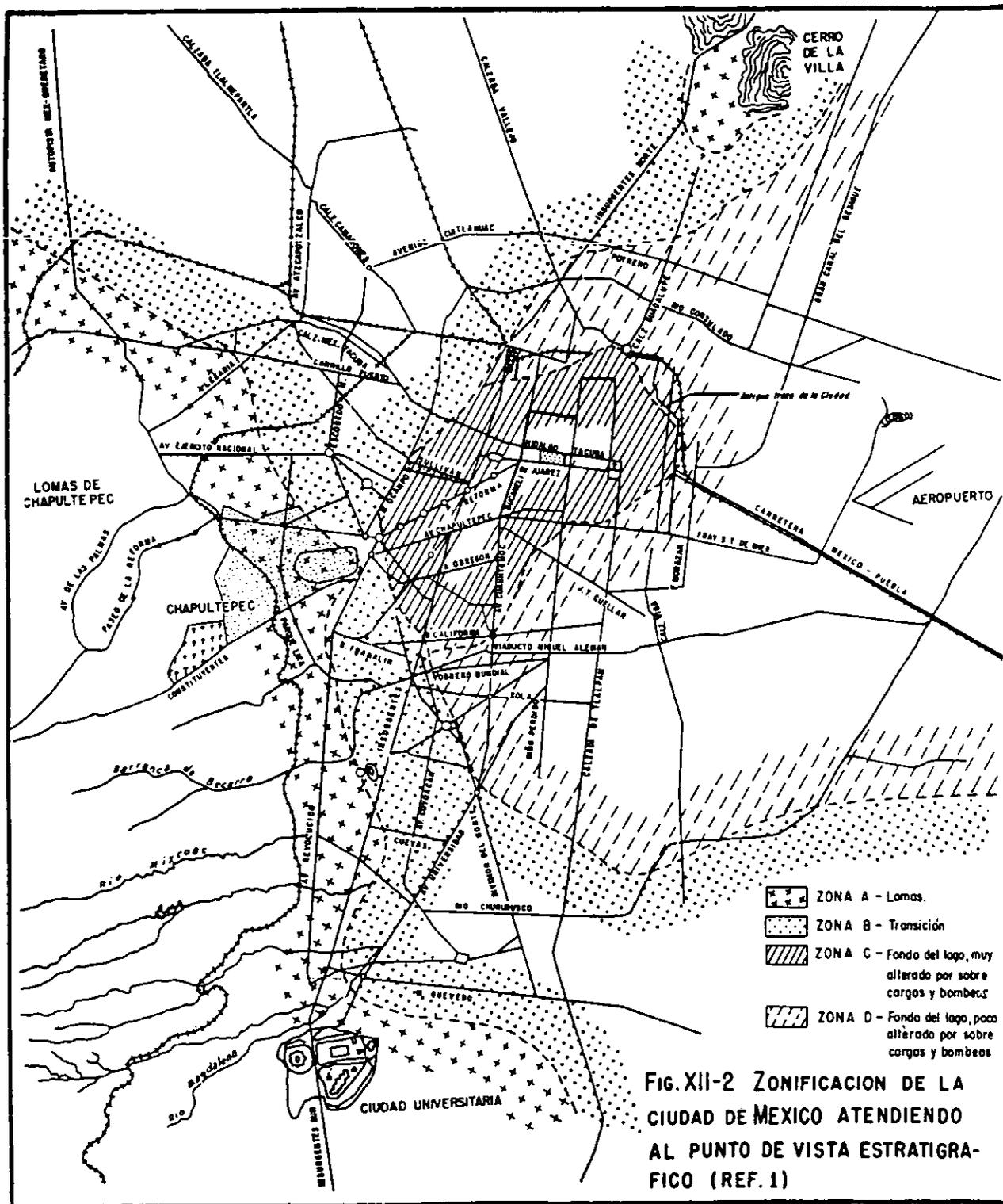


Fig. No 2

**Línea 5.-** En su correspondencia con la Estación Oceanía.

**Línea 6.-** En el mismo predio que ocupará la línea 10.

**Línea 7.-** En su correspondencia con la Estación San Joaquín.

**b).- Futuras:**

**Línea 8.-** Propuesta por Brasil en su correspondencia con la Estación Lagunilla.

**Línea 14.-** Propuesta por Gran Canal del Desagüe en su correspondencia con la Estación Ciudad Azteca.

**Línea 15.-** Propuesta por Av. Insurgentes en su correspondencia con la Estación Buena Vista.

#### **III.4.- Definición de Estructuras Factibles por Tramo.**

**La obra civil se concibió en tres tipos de solución:**

**a).- Túnel Somero.**

**b).- Elevada.**

**c).- Superficial.**

**a).- Túnel Somero:**

El túnel somero se aplica en una longitud de 5.90 km. desde su extremo poniente hasta la Avenida Eduardo Molina. Consiste en un cajón rectangular cuyo desplante esta a una profundidad variable entre 9 y 15 m. Se logra construyendo dos tablaestacas coladas en el lugar, que sirven para soportar el terreno, posteriormente se realiza la excavación "a cielo abierto", y se construye una losa de fondo con el "arranque" de los muros laterales; después, se termina el resto de los muros junto con la losa de techo y se efectúa el relleno para restituir la vialidad mediante pavimentos.

**b).- Elevada**

La solución elevada se realiza en un tramo de 4.40 km. y se logra mediante una infraestructura a base de pilotes de fricción, con una longitud del orden de 27 m., sobre los cuales se desplanta un cajón zapata que recibe un dado donde se empotran dos columnas, las cuales se rematan mediante capiteles que sostienen traveses portantes prefabricadas, diseñadas para recibir a las vigas portadas, cuyo conjunto forma el sistema de piso para las instalaciones de vía del metro.

### **c).- Solución Superficial:**

Se desarrolla en una longitud de 13.40 km. a lo largo de la Av. 608 y la Av. Central. Consiste en un cajón de concreto, abierto, con una losa de piso de 50 cm. de espesor y dos muros laterales.

### **III.5.- Estaciones.**

En la primera etapa se construirán **21 estaciones**:

**13** en el Distrito Federal y **8** en el Estado de México; **5** serán de transbordo con las líneas 1,3, 4, 5 y 8.

Su longitud será de **150 m.** cada una.

Con el criterio de optimización del proyecto, se integran en un espacio común: accesos, escaleras, vestíbulos, pasillos y andenes, así como las áreas de operación de la estación.

### **III.6.- Estudios Geológicos.**

En relación con las propiedades Mecánicas de los suelos, particularmente en las zonas del lago y de transición de la zona metropolitana, ocurre una constante evolución observándose una disminución de la compresibilidad y de aumento de la resistencia al esfuerzo cortante, fenómenos que ocurren en pocos años, y aún en meses como consecuencia de:

- a).- El bombeo profundo para el abastecimiento de agua potable.
- b).- El efecto de sobrecarga de antiguos rellenos superficiales.
- c).- El peso de las estructuras.
- d).-El abatimiento del nivel freático por bombeo superficial para la construcción de cimentaciones y mantenimiento de sótanos entre los más importantes.

En la zonificación del subsuelo (Fig. No 2), se observa como se ha podido precisar la compleja estratigrafía de la zona poniente de la ciudad, gracias a los sondeos y experiencia en la construcción de la línea 7. En cuanto a las zonas del lago y de transición, la exploración del subsuelo con el cono eléctrico, ha permitido la definición de los perfiles estratigráficos más precisos, demostrando con ello que esta herramienta de exploración es una técnica muy eficiente y económica para los estudios del subsuelo en estas zonas.

La cuenca del valle de México asemeja una enorme presa azolvada; la cortina situada en el sur, está representada por los basaltos de la sierra de chichinautzin, mientras que los rellenos de base están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de los ríos, arroyos glaciares y volcanes.

### **III.7.- Zonificación Geotécnica.**

Durante el estudio de una Línea específica del metro, deben consultarse para definir en forma preeliminar los problemas geotécnicos que se pueden anticipar relacionadas con el diseño y construcción de las estaciones y tramos intermedios, la zonificación se completa con información estratigráfica Típica, la cual permitirá desarrollar la siguiente etapa inicial del estudio:

Análisis preeliminar de las condiciones de estabilidad y comportamiento de la estructura durante la construcción y funcionamiento de la línea, así podrán identificarse las alternativas de solución factibles y estudiar durante el diseño definitivo.

La Estación Guerrero alojada entre los cadenamientos 22+635.392 al 22+797.392 a la cual se avocará este estudio, está ubicada en la zona del Lago centro, de la cual se mencionan a continuación alguna de sus características.

### **III.8.- Zona del Lago.**

Esta zona se caracteriza por grandes espesores de arcilla blanda de alta compresibilidad, que subyacen a una costra endurecida superficial de espesor variable en cada sitio, dependiendo de la localización e Historia de cargas, por ello la zona del Lago se ha dividido en tres grandes sub-zonas extendiendo a la importancia relativa de dos factores independientes

- a).- Espesor y propiedad de la costra superficial.
- b). La consolidación inducida en cada sitio.

### **III.9.- Lago Centro.**

Esta zona corresponde con el antiguo trazo de la ciudad, donde la Historia de cargas aplicadas en la superficie ha sido muy variable, esta situación ha provocado que en esta sub-zona se encuentren las siguientes condiciones extremas:

- a).- Arcillas fuertemente consolidadas por efecto de rellenos y de grandes sobrecargas ocasionadas por las construcciones.

b).-Arcillas blandas, asociadas a lugares que han alojado plazas y jardines durante largos periodos de tiempo.

c).-Arcillas muy blandas en los cruces de antiguos canales.

Así mismo, el intenso bombeo para surtir de agua a la ciudad, se refleja en el aumento general de la resistencia de los estratos de arcillas por efecto de la consolidación inducida.

Mecánica de Suelos:

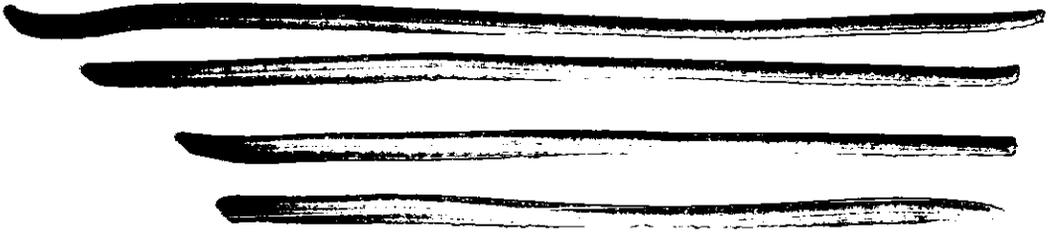
Estabilidad en el fondo de las excavaciones

En el análisis de la estabilidad en el fondo de las excavaciones deberán revisarse las fallas siguientes:

**a).- Falla de fondo:** Las excavaciones ademadas y apuntaladas en arcilla deberán revisarse para evitar de la falla general del fondo por cortante, que se manifiesta por el levantamiento repentino del fondo por el asentamiento del terreno circundante.

El factor de seguridad mínimo aceptable será de 1.5 de tolerancia.

**b).- Falla de supresión:** Cuando Exista un estrato de material permeable confinado por arcilla bajo el fondo de las excavación deberá revisarse la falla por supresión ejercida en dicho estrato cuyo factor de seguridad no será menor de 1.3 de tolerancia.



## **CAPITULO IV.- PROYECTO GEOMÉTRICO**

#### **IV.-Proyecto Geométrico de la Estación Guerrero.**

Una vez seleccionado el recorrido de una nueva línea del metro, se procederá a realizar el proyecto geométrico que es el estudio base para la elaboración de los proyectos ulteriores.

El proyecto geométrico es el dimensionamiento de espacios longitudinales y transversales para la libre circulación de los trenes en una línea del metro y está constituida exclusivamente por 4 proyectos:

- 1.- Proyecto de trazo.
- 2.- Proyecto de perfil.
- 3.- Proyecto de gálibos.
- 4.- Proyecto de localización y dimensionamiento de rejillas de ventilación natural.

##### **IV.1.- Proyecto de trazo.**

El trazo definitivo de una línea del metro, deberá ser el resultado de los análisis y estudios de cada uno de los elementos implicados en la solución a los problemas que generará la ruta a seguir entre otros:

El cruce con instalaciones municipales o especiales ( ductos de gas, de alta tensión, etc.)

Asentamientos Humanos.

Tránsito Vehicular.

Condiciones del subsuelo.

Afectaciones.

Topografía del terreno, así como los problemas que alteren las condiciones de operación del propio sistema.

##### **IV.2.-Proyecto de Perfil.**

El proyecto vertical, parte integrante del análisis geométrico en las líneas del metro de la Ciudad de México, es el que definió la posición que deberá tener el perfil para librar las diferentes interferencias existentes y planear las necesidades para las obras futuras. Deberá tomarse en cuenta que el proyecto proporcione confort al usuario, conservación del material rodante y facilidad en las etapas constructivas.

##### **Tipos de solución.**

Para estudiar y definir el tipo de solución óptima se requiere la siguiente información:

- 1.- Trazo.
- 2.- Perfil estratigráfico sobre el trazo.

- 3.- Instalaciones municipales, como son los colectores y tuberías de agua potable.
- 4.- Líneas eléctricas de alto voltaje de la Comisión Federal de Electricidad.
- 5.- Ductos de Petróleos de México.
- 6.-Cruce con Líneas del Metro actuales y futuras.
- 7.- Vías de Ferrocarril.
- 8.- Soluciones Viales.

#### **IV.3.- Proyecto de Gálibos.**

Tienen como objetivo definir la Geometría de la estructura que permitirá el paso del equipo rodante, del personal de mantenimiento y para el buen funcionamiento del sistema.

El gálibo es el espacio libre que se requiere para la circulación del Equipo rodante, su sistema de vías e instalaciones electromecánicas.

El proyecto del gálibos debe ser el resultado del estudio y análisis de cada uno de los espacios requeridos por el tren para su operación; estos estudios son los siguientes:

- a).- Especificaciones de trazo- perfil y operación.
- b).- Dimensionamiento estático y dinámico debido al tren.
- c).- Sistema de vía.
- d).- Elementos de instalaciones electromecánicas, hidráulicas y ventilación.
- e).-Tipo de solución constructiva del tramo.

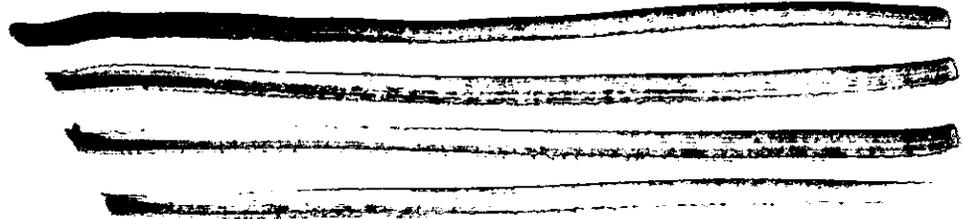
#### **IV.4.- Proyecto de localización y dimensionamiento de rejillas de ventilación natural.**

La ventilación tiene como fin reemplazar el aire contaminado y sobrecalentado , con aire fresco del exterior y evitar el malestar debido a la humedad condensada, dando confort al usuario. Si la temperatura del aire interior es superior a la temperatura ambiente y si existe una comunicación con el exterior se produce espontáneamente la ventilación natural.

La renovación natural del aire en la solución del metro tipo subterráneo, es consecuencia de la diferencia de densidades entre el aire del interior y el aire del exterior.

Cuando no hay regulación, la entrada del aire se efectúa al azar; para evitar esto, dentro de las etapas inherentes al proyecto geométrico está el análisis de la distribución de las áreas de ventilación.

**CAPITULO V.- INSTRUMENTACIÓN PREVIA A LA  
CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN GUERRERO**



## **V.- Instrumentación.**

### **V.1.- Definición.**

En términos generales, la instrumentación se define como la serie de dispositivos y referencias topográficas instalados dentro y fuera de la zona de obra, en el terreno natural y en las estructuras vecinas. Quedan comprendidos también dentro de este concepto, todos aquellos trabajos de campo y gabinete, para realizar la toma de lecturas, la interpretación, su aplicación y elaboración de informes.

### **V.2.-Objetivo general de la instrumentación.**

Medir previamente, durante y después de la ejecución de la obra, los movimientos verticales y horizontales, y/o los esfuerzos que se generan en el suelo y edificaciones colindantes, como reflejo de las actividades y proceso de dicha obra, como lo son: construcción de muros tablestaca, bombeo previo del agua freática, excavación del núcleo, colocación y precarga de los puntales, construcción previamente del cajón y la restitución de la vialidad correspondiente, así como la evaluación final de compensación.

### **V.3.-Funciones de la instrumentación.**

1.- Controlar posibles daños a terceros, representados por las instalaciones municipales, las construcciones vecinas y a la propia obra. Esto implica estar en condiciones de tomar medidas preventivas y atacar los posibles problemas derivados de esfuerzos y/o deformaciones que se presenten y que pudiesen generar posibles mecanismos de falla.

2.-Retroalimentación a partir de la información obtenida para llevar a cabo la calibración de las teorías empleadas en el diseño.

### **V.4.-Objetivos particulares de la Instrumentación.**

#### **V.4.1.-Referencias superficiales (puntos de control, “palomas y plomos”).**

Medir los posibles movimientos antes, durante y después de la construcción de la Estación Guerrero del Metropolitano: a).-En las zonas y estructuras aledañas a la obra, con el fin de tener un control sobre la ejecución del proceso de excavación y estructuración, para adoptar las medidas que propicien la oportuna toma de decisiones, asegurando con ello un comportamiento dentro de los rangos de seguridad previstos tanto a corto como para la condición definitiva, tanto de la obra de ingeniería como de sus colindancias.

#### **V.5.-Bancos de nivel semi-profundos.**

Medir los movimientos del fondo de la excavación, durante el proceso constructivo, para poder rectificar ó ratificar la magnitud de las etapas de excavación, los tiempos de estructuración, así como verificar la oportunidad en la colocación de lastres temporales, logrando con ello un comportamiento dentro de los rangos de seguridad previstos.

#### **V.6.-Piezómetros y tubos de observación.**

Conocer durante el proceso de excavación, la posición del nivel freático y el posible abatimiento de la presión piezométrica, para poder tomar medidas correctivas en el proceso de bombeo.

Medir en el interior de la excavación, el radio de influencia de los pozos de bombeo y verificar el abatimiento piezométrico que generan los mismos, con todo esto corroborar la separación y desplante de proyecto de los pozos de bombeo, así como la longitud de muros tablestacas construidos y el tiempo previo de bombeo.

#### **V.7.-Inclinómetros.**

Medir los movimientos transversales al eje de trazo del subsuelo ubicado detrás de la estructura de contención (muros tablestacas) durante la excavación del núcleo y la construcción del cajón de concreto, con el fin de verificar la oportunidad en la colocación del apuntalamiento respectivo, ratificando además, el número de niveles y/o la magnitud de las precargas de diseño.

#### **V.8.-Movimientos Horizontales Subterráneos.**

Para la medición de desplazamientos horizontales con respecto a la profundidad, se instalarán inclinómetros adyacentes a la estructura de contención o en el hombro de los taludes, si la excavación permanece abierta por largo tiempo o existen construcciones importantes susceptibles de ser dañadas por los movimientos generados durante la excavación.

#### **V.9.-Niveles Piezométricos.**

La medición de niveles piezométricos se llevará á cabo a lo largo del eje de la estructura del metro, en sitios especiales como el de los cruzamientos de la línea del metro con estructuras o vialidades importantes que deben protegerse durante y después de la construcción.

## **V.10.- Instalaciones de la Instrumentación Previa a la Construcción de la Línea B del Metro.**

Será necesario instalar la instrumentación que se describe a continuación con el objeto de observar el comportamiento de las construcciones catalogadas vecinas al trazo de la línea B previamente y durante la construcción de la Estación.

### **1.- Tornillos y Palomas.**

Con la finalidad de conocer los movimientos que se pudieran presentar en los edificios aledaños a la estación se procederá a colocar en los paramentos de los edificios catalogados, tornillos y marcas de pintura (paloma) en los restantes los cuales se nivelarán con la frecuencia indicada en el capítulo de este escrito.

Los tornillos serán de 0.5 cm. de diámetro y se introducirán en los paramentos de los edificios catalogados mediante una perforación previa a la holgura la cuál será rellenada con mortero para asegurar su fijación.

En las edificaciones no catalogadas, en lugar de tornillos se utilizarán marcas de pintura (palomas).

La ubicación de los tornillos será a cada 10m y la correspondiente a las palomas será a cada 20m. (ver figura No 3).

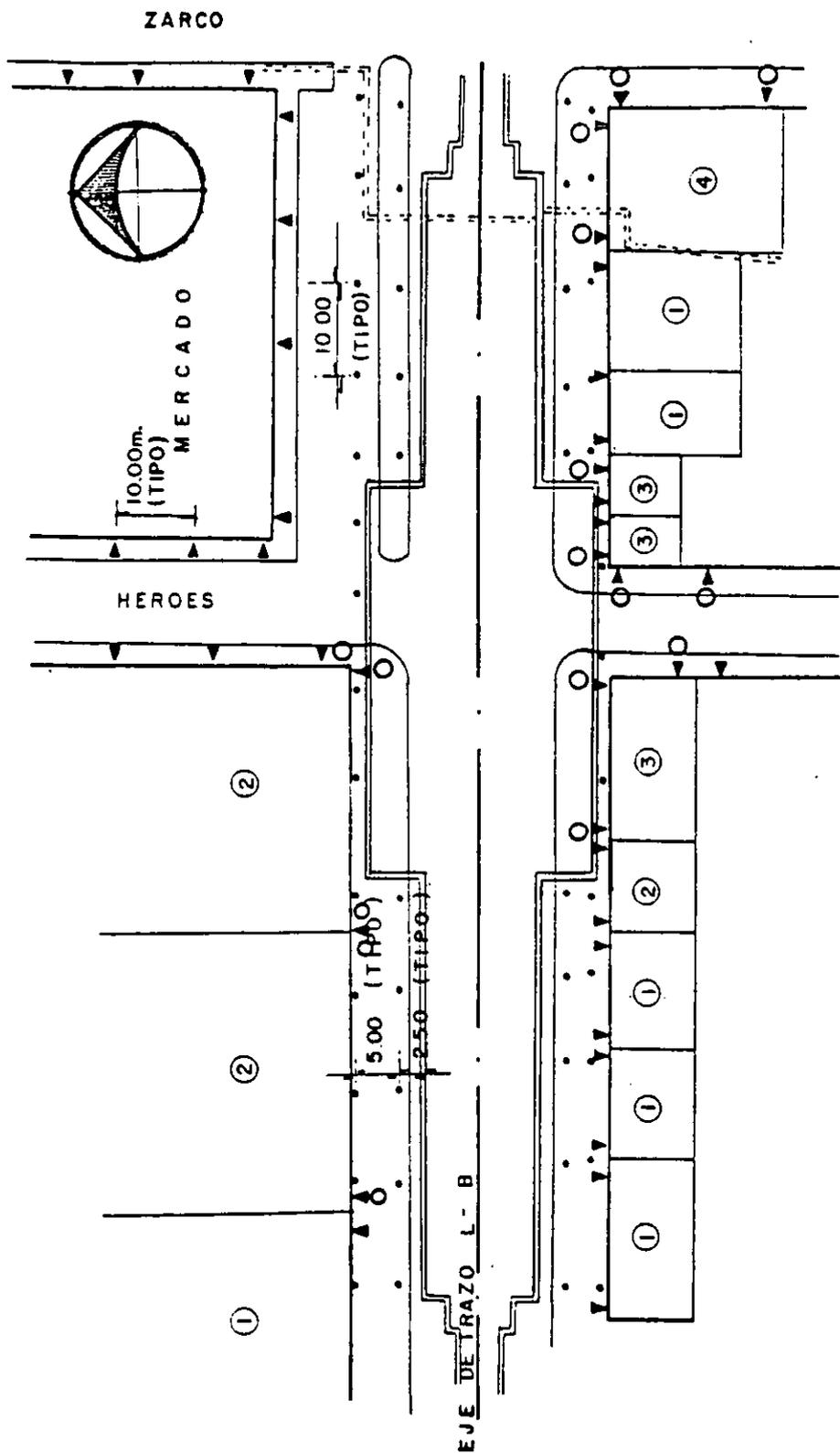
Deberá procurarse que siempre queden tornillos ó paloma, cercana al lindero de cada predio, con el objeto de registrar los movimientos de cada uno de los edificios.

Los tornillos ó marcas se colocarán a 1.5m de altura, medido a partir del nivel de banqueta, tal como se muestra en la figura No. 4.

### **2.-Puntos de Desplome.**

Además de los tornillos y palomas, se deberán marcar puntos de desplome en los edificios catalogados, utilizando los botaguas de algunas edificaciones ó fijando ménsulas ó perfiles de fierro en las azoteas ó en donde lo permita la construcción, (ver figura No. 4), posteriormente se medirán las posibles desplazamientos horizontales que presenta cada una de ellos, bajándolos al piso y referenciándolos a la base del edificio.

La frecuencia de las lecturas será similar a la indicada para los tornillos y palomas.



**SIMBOLOGIA**

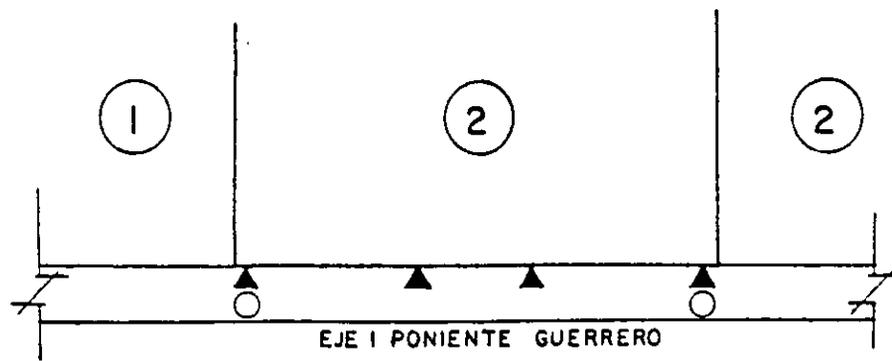
- ▲ PALOMAS EN PARAMENTOS.
- TESTIGOS SUPERFICIALES
- PLOMOS
- ④ NUMERO DE NIVELES EN LA EDIFICACION.

**PLANTA DE INSTRUMENTACION ESTACION GUERRERO L - B**

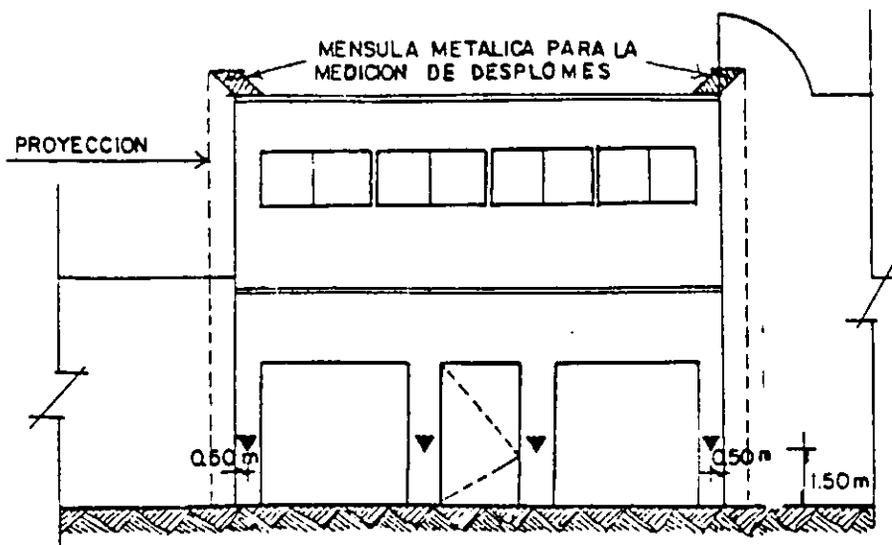
DIBUJO ESQUEMATICO  
A COT. EN. MTS.

ESP. PARA LA INST. Y MEDICION DE LA INSTRUM.  
DE LA ESTACION GUERRERO DE LA LINEA B DEL  
METRO POLITANO.

94-MS-510110-  
III-10-51-E.  
MOD. 1  
FIG. 3



PLANTA DE LOCALIZACION



VISTA FRONTAL

UBICACION DE PALOMAS Y PLOMOS EN LAS EDIFICACIONES

SIMBOLOGIA

▲ PALOMAS

○ PLOMOS

① NUM. DE NIVELES

DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS

ESP. PARA LA INST. Y MEDICION DE LA INSTRUM.  
DE LA ESTACION GUERRERO DE LA LINEA B DEL -  
METROPOLITANO.

94-MS-510110-  
III-10-51-E.  
FIG.4 MOD.1

### **3.- Piezometría.**

Para verificar posibles modificaciones en la presión del poro del subsuelo adyacente a los monumentos históricos se instalarán estaciones piezométricas en el sitio indicado en la figura No 5.

Estas Estaciones estarán constituidas por un piezómetro abierto instalado de acuerdo con lo indicado en la figura No 6, su posición exacta deberá determinarse en campo una vez detectado dicho estrato. Además se instalarán pozos de observación del nivel freático, los cuales estarán constituidos cada uno por un tubo de PVC de 4" de diámetro ranurado en toda su longitud y desplantado a 5.0m de profundidad, la frecuencia en la toma de lecturas se indica en el siguiente capítulo. .

### **4.- Frecuencia de Lecturas.**

- a).-Una lectura por mes previamente al inicio de la excavación.
- b).-Una lectura al día durante la construcción.
- c).-Una lectura por semana después de la construcción, durante cuatro meses.
- d).-Posteriormente, una lectura por mes durante dos meses.

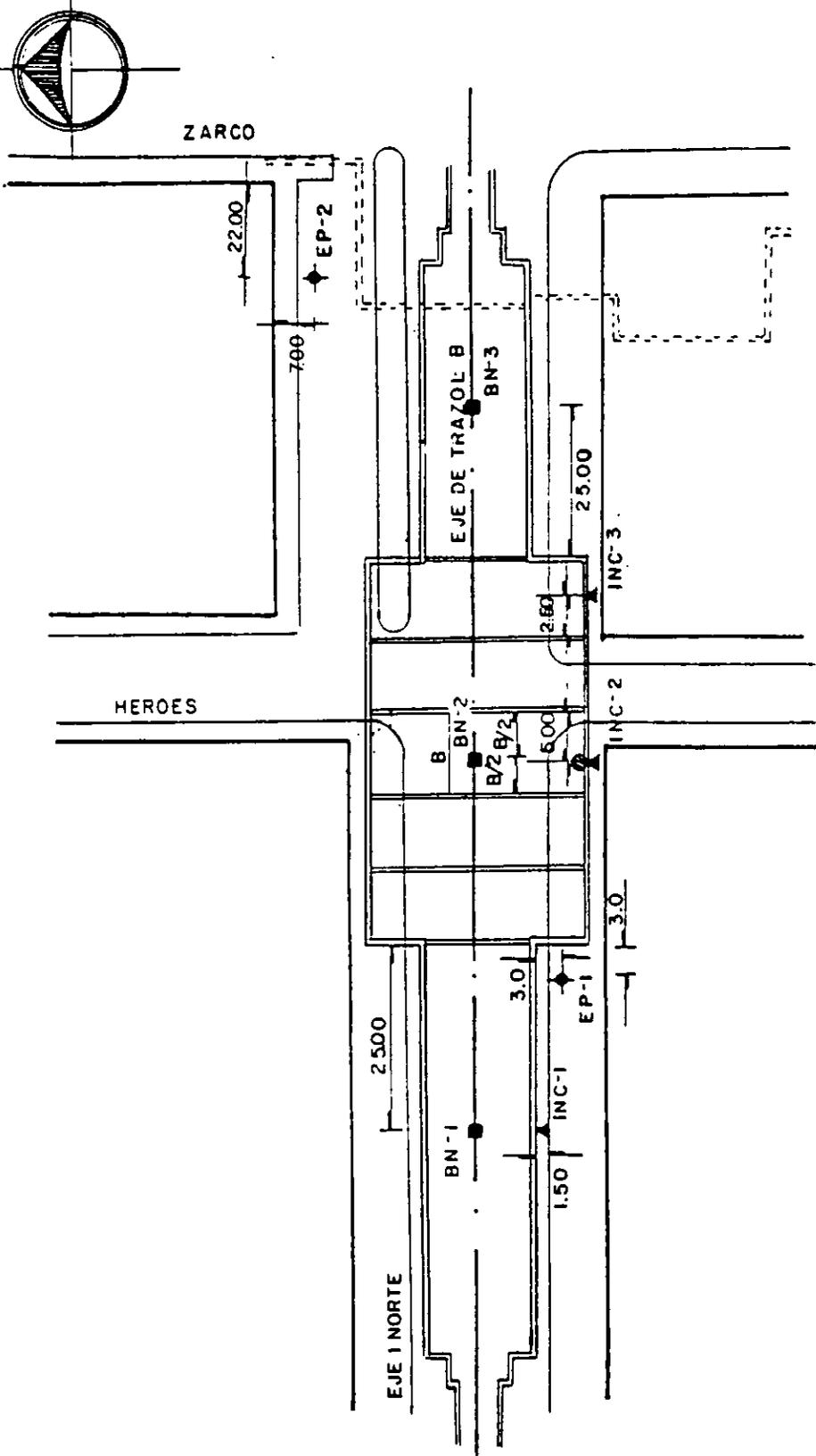
### **Notas Importantes.**

1.- Con las lecturas de la Instrumentación, se elaborarán graficas de movimiento contra tiempo, en todas las gráficas se deberán anexar la historia de la excavación, anotando la fecha y hora con que se inicie el bombeo, cuando se alcance la máxima profundidad de excavación, el colado de la plantilla, losa de piso, etc.

2.- Estas gráficas se llevarán al día, y se deberán tener en un lugar visible en la obra, también deberán mandarse copias a la **D.G.C.O.S.T.C.** y a **ICA Ingeniería**, para su interpretación.

3.-En caso de que cualquiera de los elementos de medición resulte dañado deberá reponerse a la brevedad posible para continuar con las lecturas.

4.-Todas los mediciones deberán realizarse por la mañana, antes que la reverberación impida obtener lecturas confiables, en caso de que algún elemento obstaculice la lectura de un instrumento de medición, se deberá reportar de inmediato al representante de obra civil de la autoridad correspondiente (**D. G. C. O. S. T. C.**).

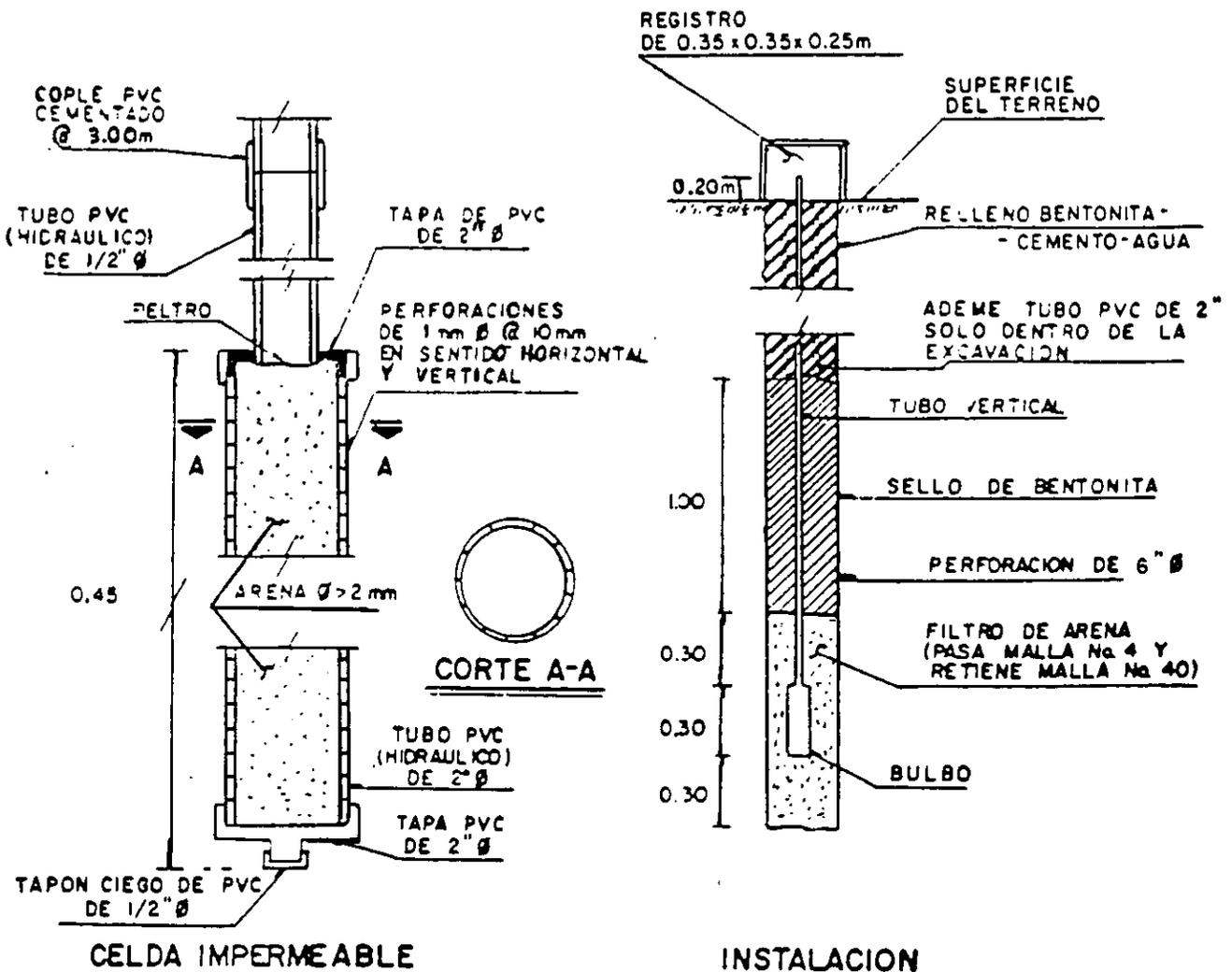


**SIMBOLOGIA**

- BANCO DE NIVEL SEMIPROFUNDO
- ▲ INCLINOMETRO EN SUELO
- ◆ ESTACION PIEZOMETRICA
- ⊗ INCLINOMETRO EN MURO TABLESTACA

**PLANTA DE INSTRUMENTACION**  
**ESTACION GUERRERO L-B**

ESP. PARA LA INST. Y MEDICION DE LA INSTRUM.  
DE LA ESTACION GUERRERO DE LA LINEA B DEL  
METROPOLITANO.



PIEZOMETRO ABIERTO

DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. METROS

ESP. PARA LA INST. Y MEDFICION DE LA INSTRUM.  
DE LA ESTACION GUERRERO DE LA LINEA B DEL  
METROPOLITANO.

94-MS-510110-  
III-10-51-E.  
MOD.1  
FIG. NO 6

**V.11.-Instrumentación de la Estación Guerrero alojada entre los cadenamientos 22+635.392 al 22+797.392 Perteneciente al Metropolitano de la Línea B del Metro.**

**V.11.1.-Puntos de control.**

A continuación se describen los lineamientos que se deberán seguir para la instalación y medición de la Instrumentación en la Estación Guerrero correspondiente a la línea B del Metro.

Con el fin de observar el comportamiento de la excavación durante la construcción de la Estación Guerrero, cuya localización se muestra en la figura No 7, así como el de los edificios aledaños a la misma, será necesario instalar la instrumentación que se describe a continuación; la cual consistirá en referencias superficiales ( "palomas" ) y puntos de desplome, bancos de nivel semi-profundos, inclinómetros instalados tanto en el suelo como en muros tablestaca de acompañamiento y un piezómetro de tipo abierto.

La distribución y localización de esta instrumentación se indica en las figuras anexas a este escrito.

**1.-Puntos de nivel de predios (Palomas).**

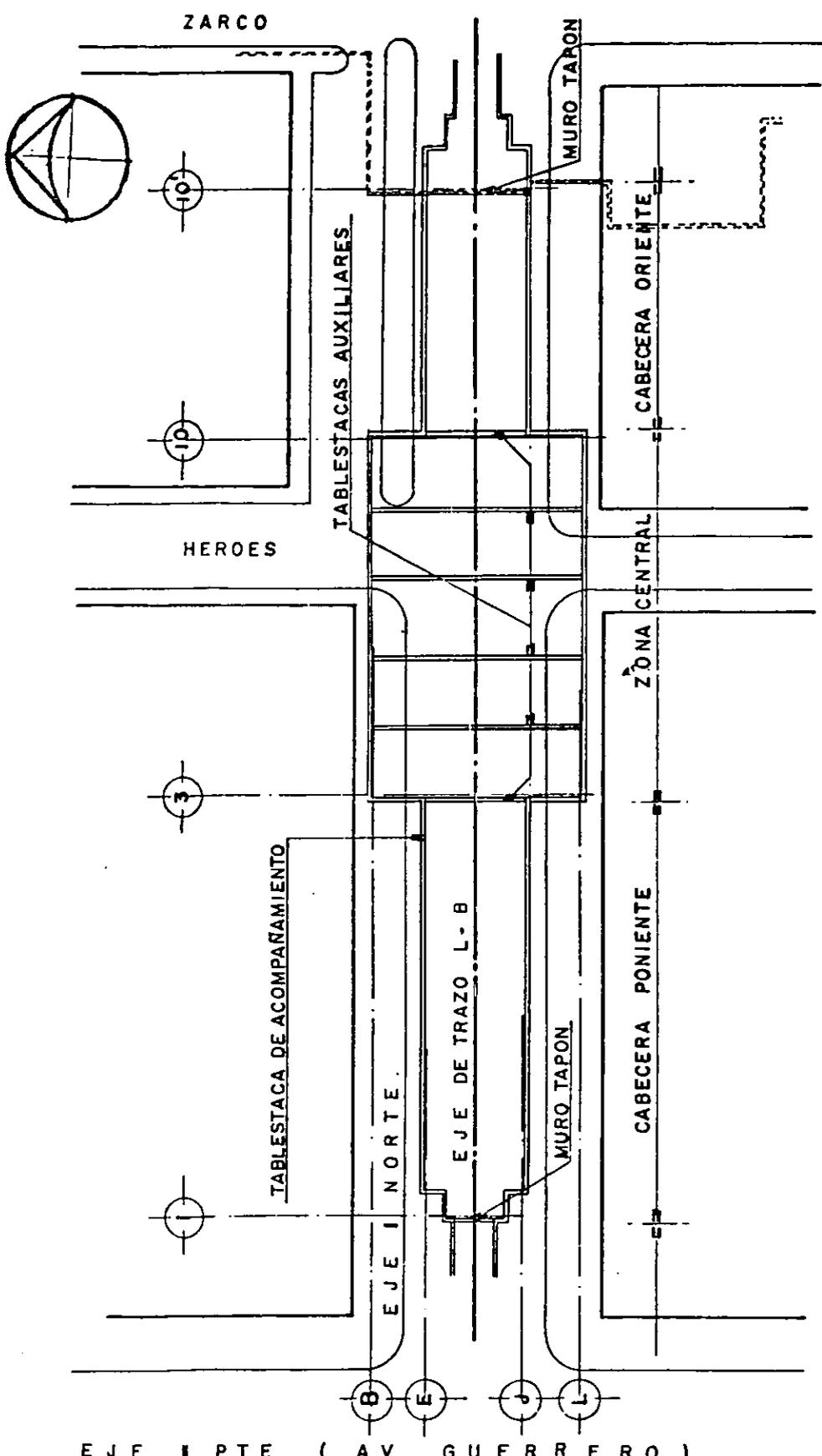
Para conocer los movimientos verticales que se pudieran presentar en las construcciones localizados en el perímetro de la estación, se colocarán marcas de pintura (palomas), las cuales se ubicarán en los sitios indicados en la figura No 3, las marcas se colocarán en las colindancias de los edificios a 1.5m de altura, medido a partir del nivel de banqueteta y se colocarán con una separación máxima del orden de 10.00 mts.

Así mismo, la colocación de las "palomas" será en el paramento de los predios ubicados sobre el eje 1 Norte y en los localizados en las calles perpendiculares a esta avenida, tanto al norte como al sur de la Estación como se indica en la figura No 3.

**2.-Puntos de desplome.**

En las construcciones señaladas en la figura No 4, adicionalmente a las palomas, se colocarán puntos de desplome "palomas", para poder llevar un control de los posibles desplomes de dichos edificaciones.

Los puntos de desplome se colocarán en los extremos de los estructuras, fijando ménsulas al paramento, la cual deberá tener el extremo suelto y un orificio. Este orificio se referirá al nivel de banqueteta; para posteriormente, medir la distancia entre este punto y el paramento, ver figura No 4.



CROQUIS DE LOCALIZACION .  
 ESTACION GUERRERO ( L - B ) .

EJE I PTE. ( AV. GUERRERO )

DIBUJO ESQUEMATICO



ESP. PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACION GUERRERO PERTENECIENTE A LA LINEA B DEL METROPOLITANO.

94-MS-510110-III-08-49-e.  
 MOD. 1  
 FIGURA No.7

La frecuencia de toma de Lecturas para las palomas, así como los puntos de desplome será la que a continuación se indica:

a).-Primera Lectura: 15 días previos al inicio de la excavación.

Segunda Lectura: 3 días antes del inicio del bombeo.

b).-Se deberá efectuar una lectura al día durante el tiempo en el cual se realice el bombeo, así como el proceso de excavación.

c).-Una vez iniciado el proceso de estructuración (colado de plantillas), se tomarán lecturas dos veces por semana hasta la restitución del pavimento.

Una vez terminada la construcción se tomarán lecturas una vez a la semana.

Se suspenderá esta actividad cuatro meses después de concluida la construcción de la Estación.

### **3.- Bancos de Nivel Semi-profundo.**

Consisten en un tubo de hierro galvanizado de 1" de Diámetro, en tramos de un metro unidos con coples, y con una longitud equivalente a la profundidad de Instalación del Banco, en su extremo superior rematará en un tapón de hierro galvanizado, sobre el que se apoyará el estadal; y en su extremo inferior en un muerto de concreto simple, de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ , vaciado dentro de un tubo shelby de 4" de diámetro por 0.30m de longitud.(ver figura No 8).

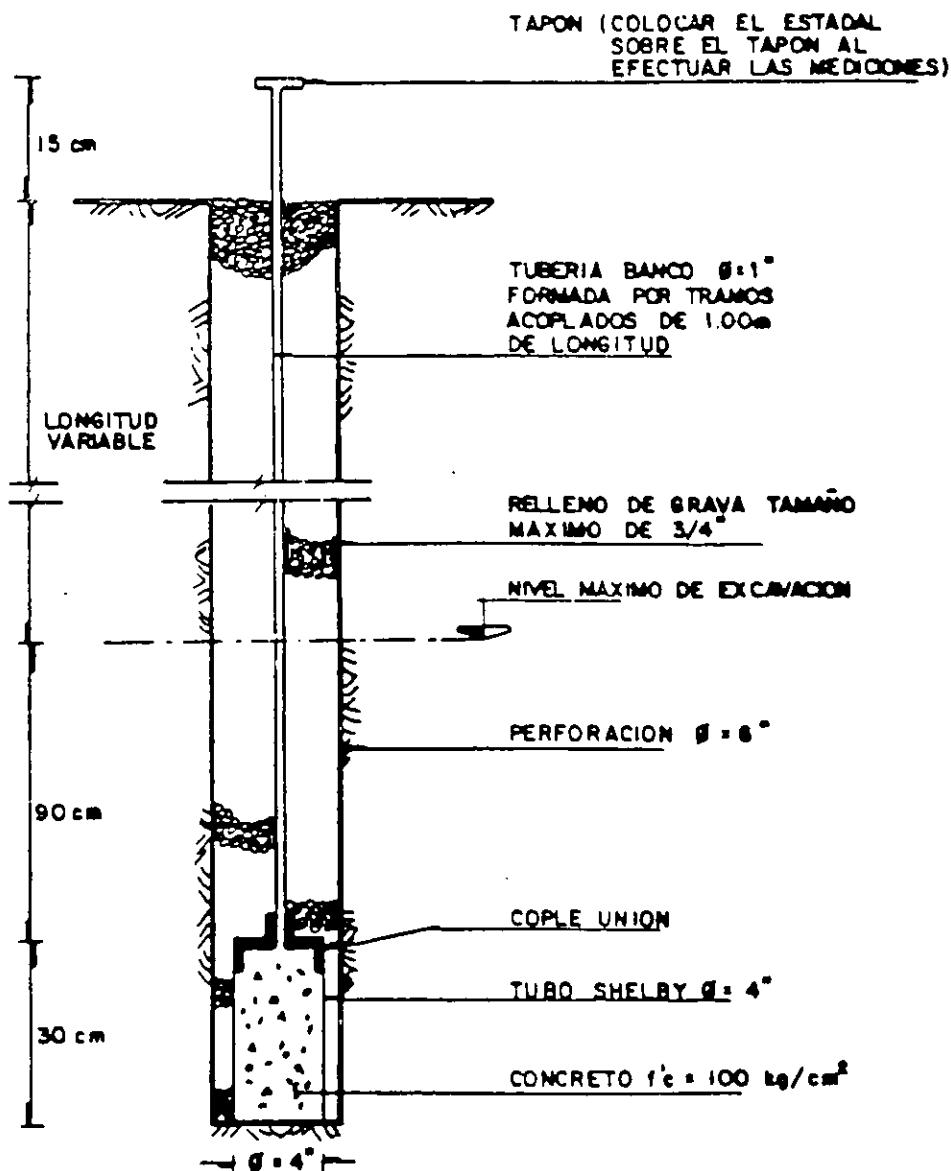
Los bancos de nivel semi-profundo servirán para determinar los movimientos verticales causados por las expansiones y/o hundimientos generados en el fondo de las excavaciones.

Una vez construidos los muros tablestaca se procederá a la instalación de los bancos de nivel semi-profundo, como se indica a continuación:

Se perforará un barreno de 6" de diámetro hasta una profundidad de 1.20m abajo del nivel máximo de excavación.

Las paredes de la perforación se deberán estabilizar con lodo bentonítico.

Previo al inicio de los trabajos se deberá fabricar el muerto ó base del banco, dejando el extremo inferior del tubo de 1" de diámetro completamente embebido en toda la longitud del muerto.



### BANCO DE NIVEL SEMIPROFUNDO

El tubo se introducirá en la perforación en tramos de un metro que se irán uniendo con coples a medida que se baje hacia el fondo. Deberá cuidarse que el muerto se apoye por completo en el fondo de la perforación, por lo que se deberá verificar que esta se encuentre libre de azolves. Una vez colocado el banco del nivel semi-profundo en toda la profundidad, el espacio anular de la perforación se rellenará con grava suelta de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro.

Los bancos se irán recortando a medida que avance la excavación, tomando las debidas precauciones para que no sean dañados por el equipo que efectúa la excavación en la zona vecina al ademe del banco, la excavación deberá realizarse a mano con el objeto de no dañarlos.

La ubicación de los bancos de nivel semi-profundo se muestra en la figura N° 9.

La frecuencia de las lecturas en estos bancos de nivel será la siguiente:

a).- Primera lectura : 15 días previos al nivel de la excavación.  
Segunda lectura: 3 días previos al inicio del bombeo.

b).- Se deberá efectuar una lectura al día, durante el tiempo en el cual se realice el bombeo, así como durante el proceso de excavación.

c).- Las cotas de los bancos de nivel semi-profundos, deberán trasladarse posteriormente hacia la losa de piso sobre la línea de sub-rasante, para poder continuar con el control de movimientos de la estación y cuando esto se haya realizado, se tomarán lecturas 2 veces por semana, hasta la restitución del pavimento.

Una vez colocado el asfalto, se traslada la cota a los muretes laterales.

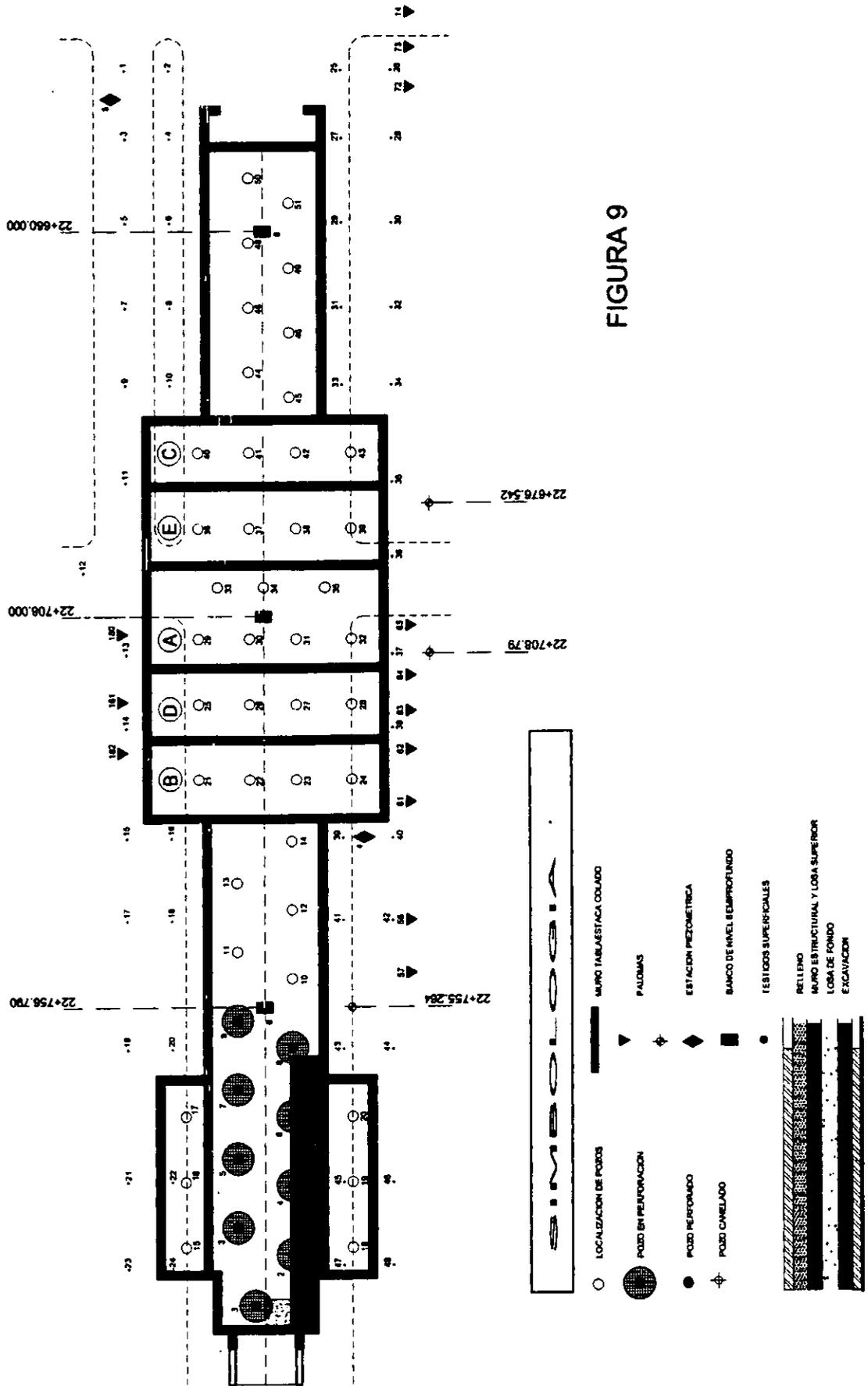
Una vez terminada la construcción, las lecturas se realizarán una vez por semana.

Se suspenderá la toma de lecturas cuatro veces después de concluida la construcción.

#### **4.- Inclinómetros en Suelo.**

Consisten en una tubería en tramos de 75 cm. de longitud y de 7.77 cm. de diámetro interior, unidos entre sí mediante coples; la tubería tiene cuatro ranuras verticales diametralmente opuestas que sirven de guía a la sonda de medición, los coples que unen los tramos de tubería, consisten en dos secciones media caña de 8.79 cm. de diámetro interior y 30 cm. de longitud; éstos abrazan la tubería con la que tiene un traslape de 7.5 cm., luego el cople se envuelve en toda su longitud con cinta adhesiva.

# ESTACION GUERRERO PLANTA DE INSTRUMENTACION



Los Inclínómetros, servirán para determinar los movimientos horizontales perpendiculares al eje de trazo que se presenten debido a la excavación de la Estación y deberán tener una precisión de  $\pm 2$  mm. por 25.0 m. de profundidad.

Estos instrumentos se instalarán en perforaciones verticales limpias de azolves.

El procedimiento de instalación se describe a continuación:

Se perforará el suelo en un diámetro de 6" usando lodo bentonítico para estabilizar las paredes de la perforación y extraer los recortes de la misma.

En el caso de los inclinómetros instalados en los muros tablestaca de acompañamiento la profundidad a la cual se desplantarán será de 20.65 m. cuyo nivel corresponde al desplante del muro tablestaca.

Simultáneamente, con la actividad anterior se procederá a ensamblar los tramos de tubería y los coples para iniciar su instalación tan pronto se termine la perforación, deberá cuidarse que no existan torsiones en la tubería pero en caso de presentarse, estas se compensarán en segmentos consecutivos. La tubería deberá llevar en su extremo inferior un tapón que se fijará con remaches ó pegamento, en función del material constitutivo de la tubería.

Una vez que se haya alcanzado la profundidad requerida, se limpiará la perforación cuidando que un par de ranuras diametralmente apuestas sean perpendiculares al eje de la excavación; durante esta etapa se prepara la mezcla de bentonita-cemento-agua, para evitar que fragüe antes de su inyección, dicha mezcla tendrá la siguiente proporción: agua 1.0 M3, bentonita 65kg, cemento 200 Kg.

La mezcla de bentonita-cemento-agua se inyectará a baja presión, desde el fondo de la perforación hasta alcanzar el nivel correspondiente a 30 cm. por abajo del terreno natural se fijará el extremo superior de la tubería con un soporte y se construirá un muerto de concreto que se servirá como registro de protección de cada inclinómetro.

Se deberá marcar el instrumento con alguna referencia que lo identifique, y que además señale su profundidad.

La instalación de Inclínómetros, se deberá efectuar tomando en cuenta, las indicaciones aquí descritas, así como el procedimiento recomendado por el proveedor del equipo y de las especificaciones de la D.G.C.O.S.T.C.

Es importante destacar, que se instalarán un inclinómetro en el suelo y dos inclinómetros en los muros tablestaca de acompañamiento; la ubicación de estos instrumentos se indica en la figura No 5, hoja 31.

En el caso de los inclinómetros que se instalarán en los muros tablestaca, se deberán colocar los tramos de tubería correspondiente a los inclinómetros sujetos en el interior de la parrilla de acero de refuerzo de los muros, con esto la tubería del inclinómetro quedará ahogada en concreto al efectuarse el colado de los muros ver Fig. No 10.

La frecuencia de lecturas en los inclinómetros se realizará de acuerdo con lo siguiente:

a).- Se deberá contar con una primer lectura diez días antes de iniciar la excavación de cualquier etapa y una lectura tres días antes de iniciar el bombeo.

b).- Dos veces al día durante el proceso de bombeo, y la excavación.

c).- Después de retirar el último nivel de puntales del tablero en cuestión se deberán tomar lecturas una vez al día durante el tiempo en que se realice la estructuración de la celda hasta concluir la construcción de la losa de nivel vestíbulo, ó bien hasta concluir la construcción de la sección estructural en la zona de cabeceras según el inclinómetro respectivo, momento en el cual deberá suspenderse la toma de lecturas.

#### **5.- Piezómetros.**

Consisten en una celda permeable en su parte inferior, y un tubo delgado de PVC de ½" de diámetro que comunica a la celda con la superficie del terreno.

La celda queda embebida en un capa de filtro de arena de 90 cm de espesor, confinada por un sello de bentonita de 100 cm de espesor; el resto de la perforación se rellena con lodo arcilloso; el tubo de p.v.c de ½" de diámetro deberá sobresalir 20 cm sobre el terreno natural, llevando un registro de protección.

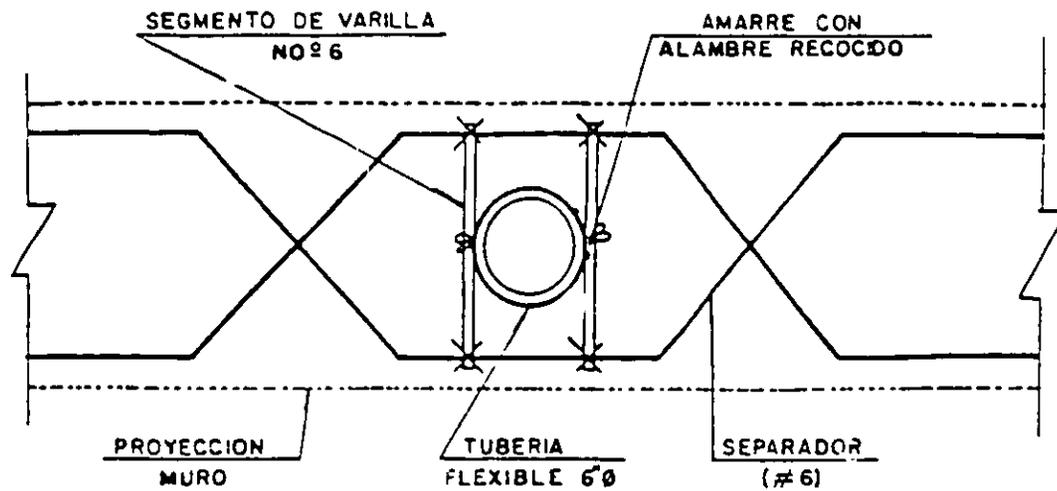
El piezómetro servirá para conocer, el estado inicial de esfuerzos en el sitio en estudio, las condiciones de flujo de agua y la influencia del procedimiento constructivo en la presión de poro.

Este dispositivo se instalará en una perforación vertical, limpia de azolves.

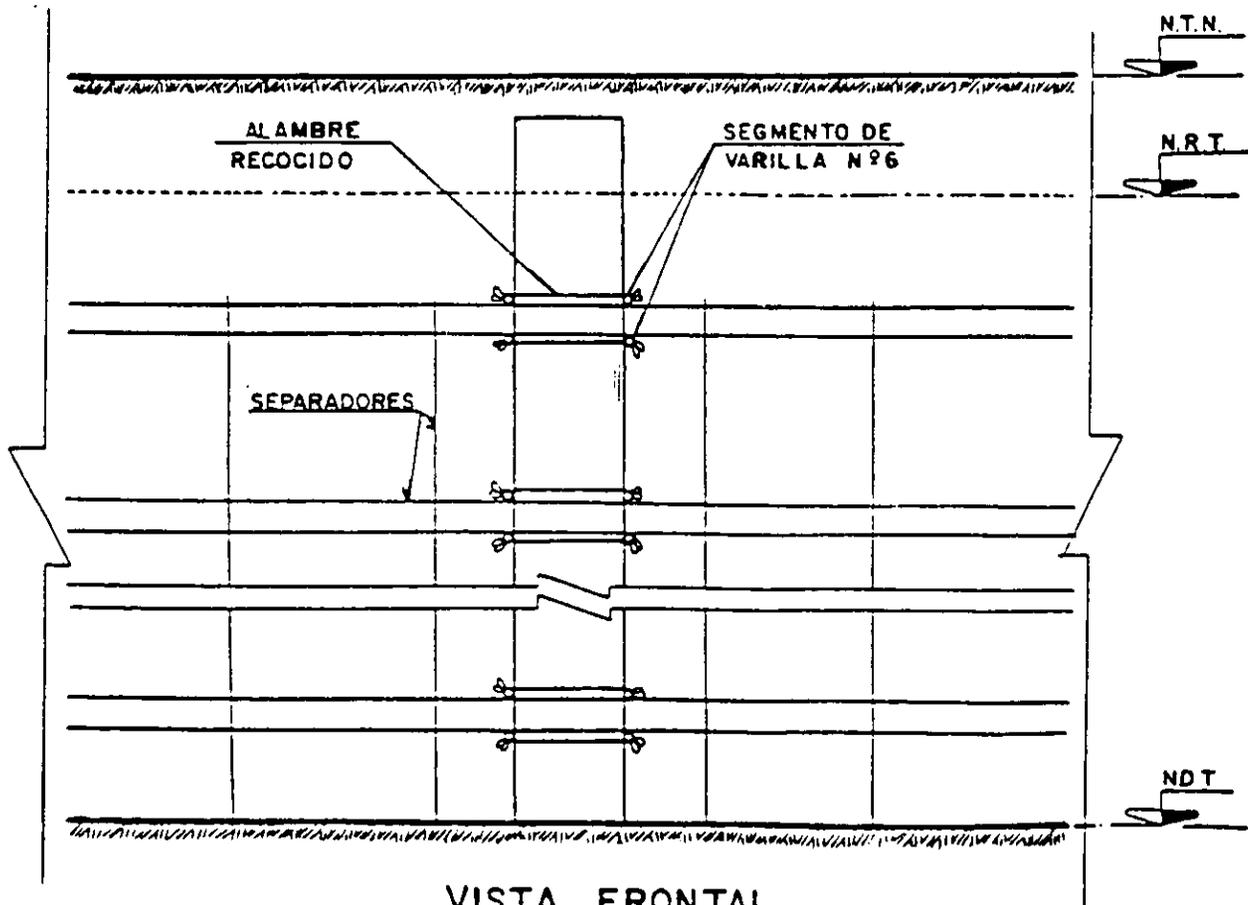
El procedimiento de instalación se describe a continuación:

Se perfora el suelo en un diámetro de 6", hasta la profundidad mencionada, utilizando agua como fluido de perforación.

Se bajará un ademe metálico de 2" de diámetro hasta el fondo de la perforación y se hará circular agua limpia, la perforación deberá quedar absolutamente libre de azolves.



**PLANTA**



**VISTA FRONTAL**

**DETALLE DE FIJACION DE PREPARACION PARA  
INSTALACION DE INCLINOMETRO EN MURO.**

DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT EN METROS

ESP. PARA LA INSTALACION Y MEDICION DE LA INSTRUMENTACION  
DE LA ESTACION GUERRERO DE LA LINEA B DEL METROPOLITANO.

94-MS-510110-  
III-10-51-E  
MOD. NO. 1  
FIGURA NO. 10

Mientras se efectúa la perforación, se ensamblará la celda permeable con un tubo delgado, de ser posible en toda la longitud de instalación, en tramos de 3 m para dar tiempo a que el pegamento de los coples pueda endurecerse.

Se levantará el ademe 30cm y se vaciará lentamente una arena limpia y lavada, gradualmente entre las mallas N° 4 y 40, controlando cuidadosamente el volumen a fin de no exceder la profundidad de instalación de la celda ver Fig. No 6 hoja 32.

Se bajará el piezómetro dentro del pozo comprobando que éste quede bien asentado en la arena de fondo.

Se levantará el ademe en tramos de 10 cm, vaciando, gradualmente la arena dentro del pozo en cada tramo, hasta 30cm arriba del bulbo, controlando siempre el volumen de arena que se descarga alrededor.

A continuación se levantará el ademe en un tramo de 100 cm y se colocará una capa de bentonita en boías, previamente preparadas, para sellar alrededor del tubo vertical de 1/2" de diámetro.

A continuación se rellenará el espacio anular entre el tubo vertical ó el ademe, según el caso, mediante una mezcla de bentonita-cemento-agua, con la proporción descrita anteriormente hasta el nivel de terreno natural y se colocará un registro de protección con tapa, que albergará la cabeza del tubo vertical con su etiqueta de identificación de la profundidad de la celda y su nivel de referencia.

La ubicación de los piezómetros en planta se muestra de la figura No.9

La periodicidad con la que se tomarán lecturas es la siguiente:

- a).-Primera lectura : Quince días antes del inicio de la excavación de cualquier etapa.
- b).-Segunda lectura: tres días antes de iniciar el bombeo.
- c).- Se harán lecturas diarias hasta la suspensión del sistema de bombeo.
- d).-Una vez suspendido el bombeo, se tomarán lecturas cada semana durante cuatro meses.

#### **Notas Importantes:**

1.-Con los resultados obtenidos de los bancos de nivel semi-profundo se elaborarán gráficas de movimiento contra tiempo. En todas las gráficas se deberá anexar la historia de la excavación anotando la fecha y la hora con que se inicie el bombeo, la excavación cuando se alcance la máxima profundidad, el colado de la Plantilla, el colado de la losa de piso, etc.

Estas gráficas se llevarán al día y deberán enviarse copias a las autoridades correspondientes.

2.- En caso de que cualquiera de los elementos de medición resulten dañados, deberán reponerse a la brevedad posible y continuar con sus lecturas.

3.- Es recomendable que siempre que sea posible, todas las mediciones se realicen por las mañanas, antes de que la reverberación impida obtener lecturas confiables.

4.- Todas las referencias deberán instalarse antes del inicio de la excavación.

---

5.- Las mediciones deberán procesarse (circularse y graficarse) el mismo día en que se realizaron a fin de poder contar con dicha información en la obra en forma oportuna para la toma de decisiones, copia de dicha información se deberá entregar a la D. G. C. O. S. T. C, también el mismo día.

6.- Deberá revisarse el estado físico y el ajuste de todos los instrumentos de medición de cada día.

7.- La confiabilidad de las mediciones en piezómetros e inclinómetros, depende en gran medida del procedimiento de instalación, por tal motivo deberá vigilarse específicamente la verticalidad y limpieza del pozo, así como las características del material que rellenara el espacio anular entre la tubería y los paredes de la perforación.

8.- Los inclinómetros deberán instalarse antes del inicio de la excavación, debiendo garantizar haber logrado su estabilización antes de iniciar su lectura, de acuerdo con lo indicado en su inciso en particular.

9.- Se deberán realizar aforos de los gastos obtenidos de los pozos de bombeo, debiendo llevar registros de los mismos, indicando la variación de su nivel dinámico respecto del tiempo.



**CAPITULO VI.- OBRAS INDUCIDAS**



## **VI.-Obra inducida.**

### **VI.1.- Generalidades.**

Las obras inducidas son las generadas por la construcción de otras obras, siendo éstas siempre en las instalaciones existentes. Así, por ejemplo, la construcción del Sistema de Transporte Colectivo "Metro", origina a su paso obras inducidas (cruzamientos) en prácticamente todos los servicios de la ciudad. Dentro de los más importantes se tiene; la red de agua potable, drenaje, las líneas de energía eléctrica, las de alumbrado público, las de teléfonos, los gasoductos, oleoductos, las instalaciones ferroviarias, etc., estos servicios son afectados en mayor ó menor grado dependiendo de que la construcción del metro sea por superficie, elevada, en cajón ó túnel.

Las obras inducidas son por lo general ejecutadas por el propietario ó por el responsable del servicio, como el caso de la Cía de Luz, Teléfonos, Pemex, Ferrocarriles, etc. A los cuales se les notifica la necesidad de la modificación de sus instalaciones por la construcción de la obra nueva.

La dependencia correspondiente, una vez llegado a un acuerdo elabora su proyecto de desvío para liberar las interferencias que se tengan con la obra nueva.

En el caso de las obras hidráulicas inducidas por el Metro, la Dirección General de Construcción de Obras Hidráulicas (DGCOH), responsable de estos servicios ha convenido con la DGCOSTC, que esta dependencia construya esta obra, quedando a cargo de la Dirección la revisión y autorización de los proyectos, así como la supervisión técnica de dichas obras.

### **VI.2.- Procedimiento Constructivo de los Cruzamientos.**

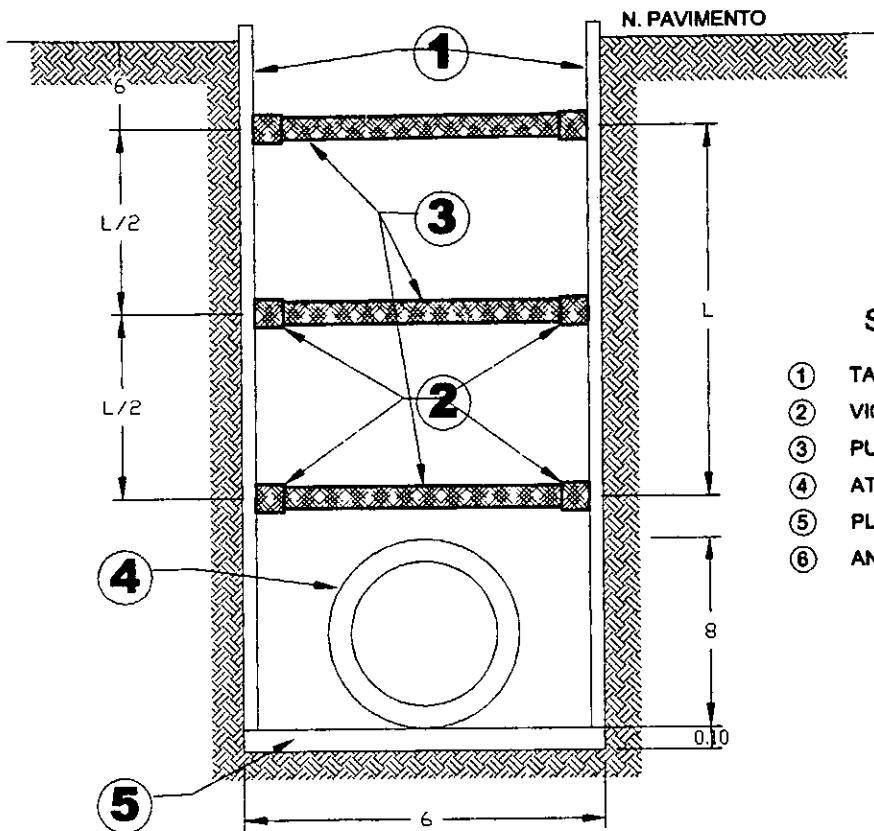
Excavación y construcción de las líneas secundarias de agua potable, que conforman los desvíos originados por la construcción de la Estación Guerrero de la Línea B del metro.

La localización de estas líneas se indican en el plano de obras hidráulicas correspondientes.

#### **A).- Líneas secundarias de agua potable.**

##### **Excavación y Construcción.**

La excavación para la colocación de los tramos de tuberías que conforman las líneas secundarias de agua potable arriba descritas, se efectuará a cielo abierto entre una estructura de contención constituida por tablonces de madera de 2" espesor, polines de madera de 6"x 6" funcionando como vigas madrina y como puntales. La distribución y ubicación de todos los elementos se muestra en la figura No 11.



**CORTE A - A**

**FIG.11**

Esta estructura se utiliza en los tramos en los que la máxima profundidad de proyecto se encuentre entre 1.5 y 2.00 m.

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

1.- La excavación en el sentido longitudinal al eje de la tubería se realizará en forma continua sin exceder de una longitud de avance de 10.00 m.

2.- El ancho de la excavación es función del diámetro de la tubería por instalar y se indica en la figura No. 12.

3.- El talud de avance en el frente de la excavación será 0.5: 1 horizontal y vertical ver Fig. No 13.

4.- La colocación de la estructura de contención se realizará a medida que la excavación avance.

5.- La excavación para la colocación de las tuberías que se localizan a una profundidad de 1.50 m ó menor, se deberá realizar siguiendo los lineamientos indicados en la especificación general correspondiente.

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

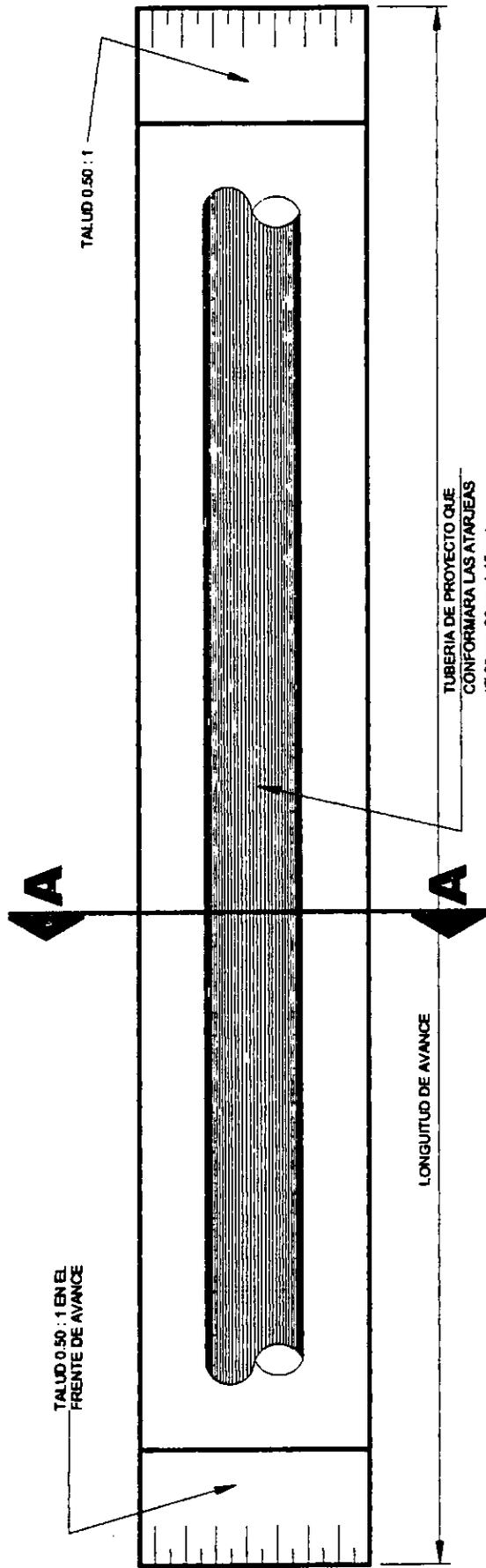
### **1ª Etapa**

Definida el área de excavación del tramo por atacar, se excavará a mano hasta 1.00 m de profundidad con el fin de localizar instalaciones municipales que pudieran existir, descubrirlas para darles la protección adecuada y no dañarlas. Se continuará con la excavación y a medida que esta progrese deberán colocarse los tablones, las vigas madrina y los puntales que conforman la estructura de contención.

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

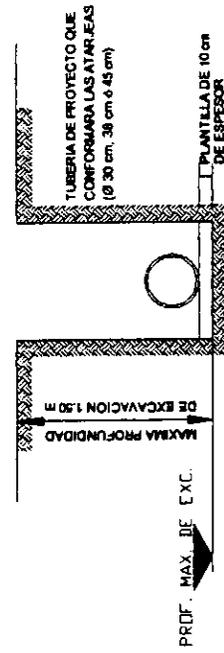
El primer nivel de puntales se colocará a 60 cm. abajo del terreno natural; el segundo nivel se instalará a 20 cm. arriba de la elevación donde quedará instalado el lomo de la tubería de proyecto.

La separación de los puntales en el sentido longitudinal de la excavación será de 2.0 mts. Según se indica en la figura No. 14.



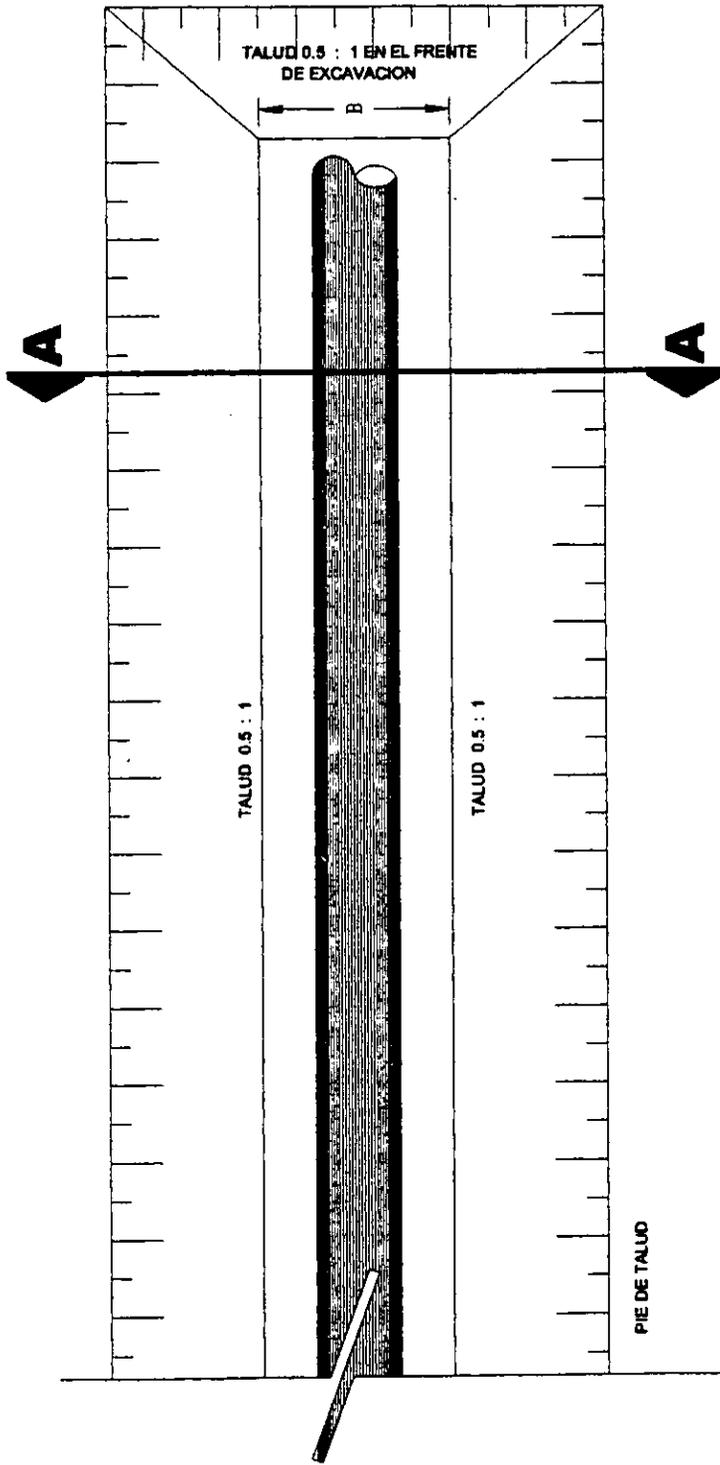
## EXCAVACION ENTRE PAREDES VERTICALES

FIG.12



NOTA:  
 PARA: Ø= 30 cm B= 75cm  
 Ø= 38 cm B= 90cm  
 Ø= 45 cm B= 110cm

## CORTE A - A



**EXCAVACION ENTRE TALUDES LATERALES**

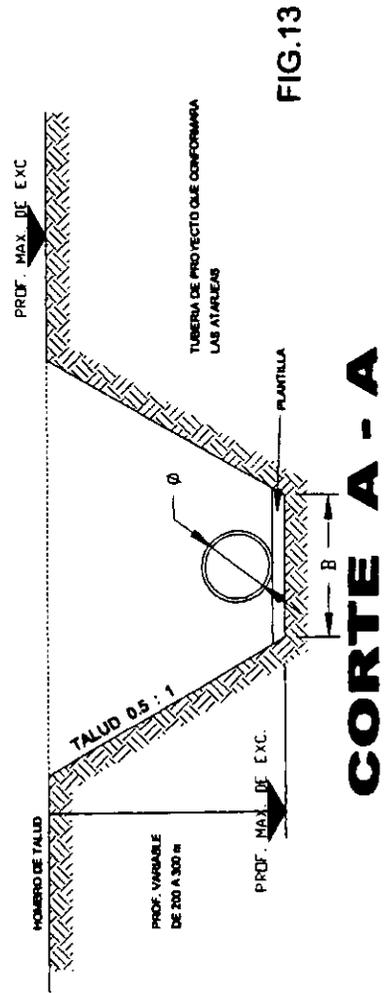
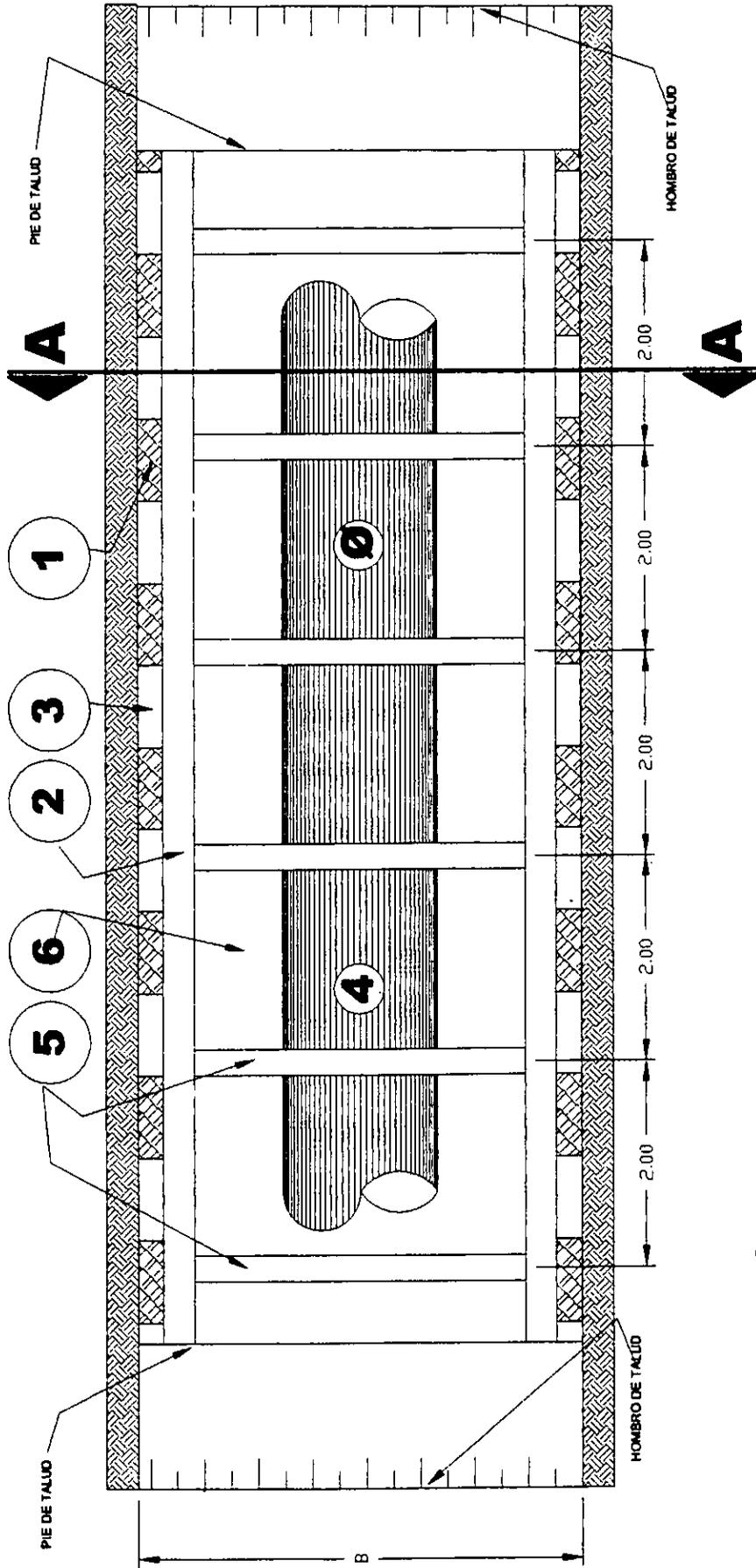


FIG.13

**CORTE A - A**

# ESTRUCTURA DE CONTENSIÓN PLANTA



- ① TABLONES DE MADERA DE 2" DE ESPESOR
- ② VIGAS MADRINAS POLINES DE MADERA 6" x 6"
- ③ ESPACIO VACIO EQUIVALENTE AL ANCHO DE UN TABLON
- ④ TUBERIA QUE CONFORMARA LA ATARJEA
- ⑤ PUNTALES POLINES DE 6" x 6"
- ⑥ PLANTILLA

NOTA:	S I:
Ø 30 cm	B= 136 cm
Ø 38 cm	B= 146 cm
Ø 45 cm	B= 156 cm

FIG. 14

### **2ª Etapa**

Se proseguirá con la excavación hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto. Inmediatamente después se colocará una plantilla de grava o tezontle de 10cm de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con un pisón metálico.

### **3ª Etapa**

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

### **4ª Etapa**

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

El material del relleno se colocará de acuerdo a las indicaciones de la especificación general, para rellenos en zanjas donde se alojarán las tuberías de agua potable.

### **5ª Etapa**

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

Los puntales se retirarán cuando el relleno alcance sus puntos de aplicación.

### **6ª Etapa**

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

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

## **B).- Líneas de Drenaje; Atarjeas de 30, 38 y 45 cm. de diámetro.**

Excavación y construcción de las atarjeas de 30, 38 y 45 cm. de diámetro que conformarán los desvíos originados por la construcción de la línea B del metro.

Los procedimientos que a continuación se indican son los que deberán aplicarse para efectuar la excavación e instalación de tuberías que conformarán los atarjeas de proyecto.

### **1.- Excavación y Construcción.**

La excavación para la colocación de los tramos de tuberías que conforman las atarjeas se efectuará a cielo abierto de acuerdo con los siguientes procedimientos:

- I.- Excavación entre paredes verticales sin ademe.
- II.- Excavación por medio de taludes cuya inclinación será de 0.25:1 horizontal a vertical.
- III.- Excavación por medio de taludes cuya inclinación será 0.5:1.
- IV.- Excavaciones entre paredes verticales ademadas con tablonés y polines de madera.

### **2.- Excavación a cielo abierto entre paredes sin ademe.**

Este proceso de excavación se utilizará únicamente en los tramos donde la profundidad máxima de proyecto no exceda de 1.50m.

Durante la excavación e instalación de la tubería, deberá seguirse lo que a continuación se indica:

1.- La excavación en el sentido longitudinal al eje de la tubería se realizará en forma continua sin exceder la longitud de avance de 15.0 m.

2.-El ancho de la excavación es función del diámetro de la tubería por instalar y se indica en la figura No 12.

3.- El talud de avance en el frente de la excavación será 0.5:1.

La excavación e instalación de la tubería se realizará por etapas tal como se indica a continuación:

#### **1ª Etapa.**

Definida el área de excavación del tramo por atacar, será necesario realizar una excavación a mano hasta 1.5m de profundidad, con el fin de detectar la existencia de instalaciones municipales para descubrirlas, y darles la protección adecuadas y no dañarlas.

#### **2ª Etapa.**

Habiéndose realizado lo anterior, se continuará con la excavación hasta alcanzar

la profundidad de proyecto, procediéndose de inmediato a colocar una plantilla de grava ó tezontle de 10cm de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con pisón metálico.

#### **3ª Etapa.**

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

#### **4ª Etapa.**

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

El material de relleno se colocará de acuerdo a las indicaciones de la especificación general para relleno en zanjas.

#### **5ª Etapa.**

El proceso de relleno se continuará hasta que alcance el nivel de subrasante, en esta elevación se procederá a restituir el pavimento en las zonas donde haya sido afectado por la excavación de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

Se podrán excavar en forma consecutiva dos tramos de 15 m de longitud, para esto será condición necesaria que al iniciar la excavación en el segundo tramo, el material de relleno en el primero se encuentre a una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

La excavación de un tercer tramo sólo podrá iniciarse si se cumple que en el primer tramo, el material de relleno haya alcanzado el nivel de subrasante y que en el segundo, dicho relleno se haya colocado hasta una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

### **3.- Excavación a cielo abierto por medio de taludes.**

Este procedimiento de excavación se efectuará en los tramos donde la profundidad máxima de proyecto no exceda de 2.00 m y 3.0 m en los cuales se utilizarán taludes laterales 0.25:1 y 0.5:1 respectivamente.

#### **Observaciones generales**

a).- En el procedimiento de excavación donde se utilizan taludes laterales 0.25:1, la excavación en el sentido longitudinal al eje de la tubería se realizará en forma continua sin exceder una longitud de avance de 15m, en la excavación que se efectuará por medio de taludes 0.5 :1, esta longitud no deberá ser mayor de 10m.

b).- El talud de avance en el frente de excavación para ambos casos será de 0.5:1, ver Fig. No 13.

c).- El ancho máximo en el fondo de la excavación esta en función del diámetro de la tubería por instalar, como se indica en la figura No 12.

### **Excavación e Instalación de la tubería.**

La excavación e instalación de la tubería se realizará por etapas como se indica a continuación:

#### **1ª Etapa.**

Definida el área de excavación del tramo por atacar, será necesario realizar una excavación a mano hasta 1.50m de profundidad con el fin de detectar la posible existencia de instalaciones municipales, para descubrirlas, darles la protección adecuada y de esta manera no dañarlas.

#### **2ª Etapa.**

Habiendo realizado lo anterior, se continuará con la excavación por medio de taludes laterales 0.25:1 ó 0.5:1, según sea el caso, hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto, procediéndose de inmediato a colocar una plantilla de grava ó tezontle de 10 cm de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con pisón metálico.

#### **3ª Etapa.**

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

#### **4ª Etapa.**

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

El material de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante, en esta elevación se procederá a restituir el pavimento en las zonas donde haya sido afectado por la excavación, de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

#### **5ª Etapa.**

El proceso de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante, en esta elevación se procederá a restituir el pavimento en la zona donde haya sido afectado por la excavación, de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

Durante este proceso de excavación e instalación de la tubería se podrán excavar en forma consecutiva dos tramos de 10m a 15m de longitud según sea el caso, para ello será condición necesaria que al iniciar la excavación en el segundo tramo, el material de

relleno en el primero, se encuentre a una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

La excavación de un tercer tramo, sólo podrá iniciarse si se cumple que en el primer tramo el material de relleno haya alcanzado el nivel de subrasante y que en el segundo dicho relleno se haya colocado hasta una altura igual a la mitad de la profundidad máxima de excavación de proyecto.

En las zonas donde no se tenga el área suficiente para efectuar el proceso de excavación por medio de taludes, deberá efectuarse la excavación entre paredes verticales además con una estructura de contención constituida por tablonces de madera de 2" de espesor y polines también de madera de 6"x 6" funcionando como vigas madrina y como puntales. Estos puntales se colocarán a medida que la excavación avance y se hará en la forma que se indica en el inicio IV.

IV.- Excavación entre una estructura de contención constituida por tablonces de madera, vigas madrina y puntales también de madera.

Esta estructura se utilizará en los tramos en los que la máxima profundidad de excavación de proyecto no exceda de 4.0m.

La excavación se realizará a cielo abierto entre la estructura de contención constituida por tablonces de madera de 2" de espesor y polines de madera de 6" x 6". La distribución de todos estos elementos se muestran en la figura No 11.

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

- 1.- La excavación en el sentido longitudinal al eje del colector se realizará en forma continua sin exceder una longitud de avance de 10.0m.
- 2.- El ancho de la excavación está en función del diámetro de la tubería por instalar y se indica en la figura No12.
- 3.- El talud de avance en el frente de la excavación será de 0.75:1.
- 4.- La colocación de la estructura de contención se realizará a medida que la excavación avance.

#### **1ª Etapa.**

Definida el área de excavación del tramo por atacar, se excavará a mano hasta 1.50m de profundidad con el fin de localizar las instalaciones municipales que pudieran haber, descubriéndolas para darles la protección adecuada y no dañarlas. Se continuará con la excavación y a medida que esta progrese deberán colocarse los tablonces, las vigas madrina y los puntales que conforman la estructura de contención.

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

El primer nivel de puntales se colocará a 60 cm abajo del nivel del terreno natural; el segundo nivel se instalará a una distancia  $L/2$  siendo  $\langle\langle L \rangle\rangle$  la distancia entre el primero y el tercer nivel; este último nivel se colocará a 30 cm arriba de la elevación donde quedará instalado el lomo de la tubería de proyecto. Véase figura No 11.

La separación de los puntales en el sentido longitudinal de las atarjeas será de 2.0m según se indica en la figura No 14.

#### **2ª Etapa.**

Se proseguirá la excavación hasta alcanzar la máxima profundidad de proyecto, inmediatamente después, se colocará una plantilla de grava o tezontle de 10 cm de espesor, la cual deberá compactarse manualmente con pisón metálico.

#### **3ª Etapa.**

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

#### **4ª Etapa.**

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

El material de relleno se colocará de acuerdo a las indicaciones de la especificación general para rellenos en zanja.

#### **5ª Etapa.**

Conforme avance el relleno se iniciará la extracción de todos los elementos que integran la estructura de contención. Los puntales se retirarán cuando el relleno alcance sus puntos de aplicación.

#### **6ª Etapa.**

El proceso de relleno se continuará hasta que se alcance el nivel de subrasante. En esta elevación se procederá a restituir el pavimento en las zonas donde haya sido afectado por la excavación, de acuerdo a lo que se indica en la especificación general correspondiente.

### **4.-Control de filtraciones.**

El agua producto de las filtraciones que se presenten durante la excavación en cada uno de los procedimientos descritos, se controlarán por medio de pequeños tramos relleno de grava para evitar el arrastre de finos, construidos a lo largo del eje longitudinal de la excavación comunicados entre si por medio de zanjas y desde los cuales se extrae el agua a través de bombas autocebantes.

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

### **Notas importantes.**

1.- Tiempo a transcurrir desde que inicie la excavación hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto será el que se indica a continuación:

#### **Procedimiento de excavación.**

**I.-** Excavación a cielo abierto entre paredes verticales, en un tramo de 15.0m. tiempo máximo en horas 8.

**II.-** Excavación a cielo abierto por medio de taludes cuya inclinación será 0.25:1 en un tramo de 15.0 m.  
Tiempo máximo en horas 10.

**III.-** Excavación a cielo abierto por medio de taludes cuya inclinación será 0.5:1, en un tramo de 10.0m.  
Tiempo máximo en horas 10.

**IV.-** Excavación entre una estructura de contención construida por tablonces y polines de madera en un tramo de 10.0m.  
Tiempo máximo en horas 10.

2.- El tiempo a transcurrir desde el momento en que se alcance la máxima profundidad de excavación hasta la colocación del material de relleno al nivel de subrasante, no será mayor de 12 a 16 horas, por cada tramo de longitud respectivamente.

3.- Si por alguna razón el proceso de excavación, colocación de la estructuras de contención ( para el caso del procedimiento descrito en el inciso IV), instalación de la tubería y colocación del relleno se va a suspender por mas de 24 horas, como es el caso de los fines de semana, no deberá excavar más del 50% de la profundidad de proyecto, en el caso de que la excavación se encuentre en su máxima profundidad, por ningún motivo deberá quedarse colocada la tubería sin el relleno correspondiente.

4.- En caso de que los vehículos de tránsito deban circular por zonas cercanas a donde se harán los desvíos de atarjeas, éstos deberán hacerlo a una distancia mínima de 4.0m a partir del hombro del talud ó del paño de la excavación, según sea el caso.

5.- Cuando por requerimientos del proyecto, la zanja en la que se instalarán las atarjeas se tenga que hacer a una distancia menor de 3.0 m con respecto a los paramentos de las edificaciones, se deberá consultar a ICA ingeniería con el fin de obtener las indicaciones para poder efectuar la excavación más conveniente.

La distancia de 3.0m será medida a partir del hombro del talud ó del paño de la excavación.

**c).- Ductos de Telmex.**

Puenteo de cables de **Teléfonos de México** que interfieran con la construcción del cajón de la **línea B** del metro.

En este escrito se mencionan los lineamientos a seguir para efectuar el puenteo de los cables de **Teléfonos de México** que cruzan con el cajón de la **línea B** del metro, a base de una estructura metálica conformada por un troquel de celosía, una sección tubular compuesta por dos medias cañas y cables tipo cobra.

**Puenteo de los cables de Teléfonos**

A continuación se indica el procedimiento que se deberá aplicar para el puenteo de ductos de **Telmex**, cumpliendo con las siguientes características:

<b>Nº de ductos</b>	<b>Diám. de la Sección media caña</b>
<b>1 a 5</b>	<b>12"</b>
<b>6 a 10</b>	<b>20"</b>

Definida la trayectoria de los ductos se procederá a efectuar la excavación entre taludes 0.25:1, a partir del nivel de terreno natural hasta alcanzar el nivel de desplante del banco de ductos.

En cuánto se descubran las cajas que contienen los cables se procederá a la demolición de éstas, colocando inmediatamente un **troquel de celosía** en la superficie constituidos por una **sección de 50 x 50** y por **4 ángulos de 4" x 3/4"**. La longitud del troquel de celosía será variable y se adaptará a el claro máximo más una longitud de apoyo.

Realizada la demolición de las cajas que contiene los cables, se procederá a la introducción de estos en una sección tubular compuesta por 2 medias cañas, unidas lateralmente por bisagras y acondicionadas con orejas en su otro extremo. Cuando las medias cañas se ensamblen para formar la sección tubular, se sujetarán las orejas por medio de tornillo y tuerca.

La sección tubular que contiene a los cables de **TELMEX** se sostendrán por medio de cables de acero con alma de fibra, tipo cobra de 1/2" de diámetro y templadores de 1/4" (R-230), colocados a cada 1.50m.

Una vez que los cables de teléfonos se encuentren puenteados en su totalidad, se podrá continuar con el proceso de excavación y construcción del cajón del metro, siguiendo para ello los lineamientos indicados en la especificación correspondiente.

### **Notas importantes.**

1.- Los muros tablestaca en la zona de los cables de Telmex se construirán de acuerdo a la especificación correspondiente.

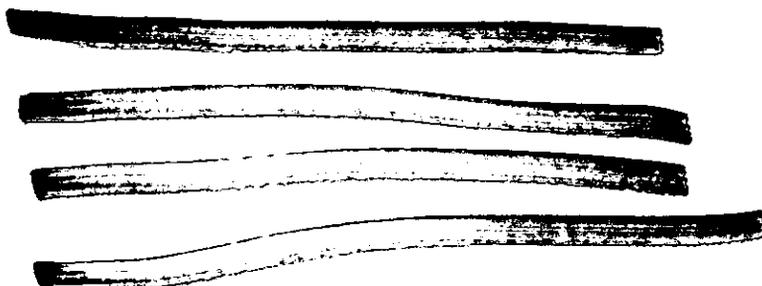
2.- En la zona de cruce de los ductos de Telmex con el cajón Metro, la excavación se efectuará siguiendo las indicaciones de la especificación correspondiente de cada tramo o Estación.

3.- La excavación por realizar en las cercanías a la estructura de puenteo deberá efectuarse con precaución con el propósito de no golpearla y evitar problemas de inestabilidad de la misma.

4.- El troquel que se empleará en el puente y que estará ubicado en la superficie, deberá apoyarse en sus extremos cuando menos 1.50m sobre el terreno natural.

5.- La estructura del puenteo se podrá retirar, cuando se haya constituido la losa de techo del cajón del metro y cuando el relleno sobre la misma alcance el nivel de desplante del ducto.

**CAPITULO VII.- OBRA CIVIL**



## **VII.- Procedimiento constructivo.**

### **VII.1.- Generalidades.**

Como su nombre lo indica la Estación se define como el lugar de parada del tren para el ascenso y descenso de pasajeros. Los pasajeros entran y salen del Metro a través de las estaciones en calidad de usuario.

Es usado también como transferencia a otros medios de transporte, comunicándose unos con otros a través de pasarelas, plazas, etc. El cadenamamiento de los diferentes sistemas de transporte se dan en un sentido y en otro, hasta que el usuario llega a su destino.

Un elemento importante en la Estación es el tren en su aspecto espacial, dimensiones, longitud, altura, cupo de pasajeros, frecuencia de paso, el tiempo de permanencia en las estaciones, velocidad de llegada y salida, etc.

Otro es el personal de operación, que hace funcionar todo el sistema administrativo y mecánico proporcionando luz, ventilación, comodidad ambiental, información y seguridad.

Del usuario se derivan los problemas de movimiento y encauzamiento de grandes masas, las cuales habrá que calcular, para ver si los espacios que se proponen son suficientes o no. También se generarán los problemas de la división de flujos de usuarios en una dirección y en la otra, considerándose no interferir con el funcionamiento del personal de servicios.

Del tren se definirán las dimensiones de los andenes, las pasarelas para cambios de vías, los vestíbulos de espera y el volumen general de la estación. Estas dimensiones están en función de los requerimientos electromecánicos que representan las subestaciones, locales técnicos y cuartos de tableros, espacios para la ventilación mayor, escaleras mecánicas, torniquetes, taquillas, oficinas para empleados, abastecimiento de agua y servicios sanitarios y control de información.

### **VII.2.- Clasificación de las Estaciones por su funcionamiento en la red.**

Por la función que desempeñan dentro de la red general del sistema de líneas del Metro, las estaciones se pueden clasificar en tres grandes grupos:

**1.- De paso.**

**2.- De correspondencia.**

**3.- Terminales.**

### **1.- Estaciones de paso:**

Son aquellas que se encuentran en puntos intermedios de las líneas y se ubican de acuerdo con premisas de operación, posibilidades y disponibilidad de áreas adecuadas y de mejor opción de servicio a los usuarios.

### **2.- Estaciones de correspondencia:**

Son aquellas que se encuentran en el cruce de dos ó más líneas del Metro y tienen como característica primordial, permitir a los usuarios cambiar de línea en dos ó más direcciones sin necesidad de pago de cuota adicional, logrando así efectuar el recorrido indefinido de todo el sistema pasando de una a otra línea.

Este tipo de estaciones pueden existir entre dos de paso y entre una estación de paso y una terminal.

### **3.- Estaciones Terminales:**

Son aquéllas que como su nombre lo indica están al final del trayecto.

Las Estaciones terminales pueden ser provisionales ó definitivas de acuerdo a la forma en que se desarrollen las líneas, dado que en algunos casos se construyen por tramos únicamente; estas necesitarán una terminal a cada extremo por corta que sea la longitud de la primera etapa.

Las terminales requerirán de instalaciones adecuadas y estacionamiento de convoyes para la operación del Metro. Para el caso de las terminales provisionales dichas instalaciones se reducirán al mínimo.

Estas estaciones podrán ser a la vez de correspondencia.

## **VII.3.- Solución en cajón subterráneo**

Como su nombre lo indica son aquellas Estaciones que se construyen bajo tierra y se dividen en tres grandes grupos según su profundidad; en cajón, semiprofundo y en túnel.

**VII.3.1.- En cajón.-** Se denominan así, aquellas Estaciones, en que se hace una excavación a cielo abierto para ser cubierta después por una estructura, sobre la cuál se asienta un relleno suficientemente grueso como para permitir el paso de instalaciones urbanas. Sobre el relleno y el pavimento correspondiente se establecerán los servicios urbanos (plazas, calles, camellones, etc.).

**VII.3.2.- Solución Semiprofunda.-** Se usa cuando la excavación a cielo abierto rebase un nivel de profundidad tal que puedan alojar vestíbulos y comunicación con otras estaciones, etc.

Generalmente el vestíbulo se encuentra en el mezanine sobre los andenes y las Estaciones, se pueden localizar debajo de arroyos de circulación vehicular, plazas, terrenos afectados, etc.

**VII.4.- Solución en túnel.**-Cuando la calidad del terreno y el sistema constructivo lo permitan, las dimensiones del túnel pueden ser suficientemente amplias para alojar en él las vías y los andenes.

Las posibilidades de variación del nivel del túnel y la subrasante con respecto al nivel de calle y su propio diámetro deberán estar de acuerdo con los estudios de mecánica de suelos y con el diseño estructural.

Esta solución consistirá ya sea en dos túneles paralelos separados que alojen cada uno de ellos una sola vía y su andén correspondiente, en dos túneles adosados con apoyo central, o bien en un solo túnel de mayor diámetro que abarque las dos vías juntas con los andenes laterales.

#### **VII.5.- Solución superficial**

Cuando por características del contexto urbano y estudios de factibilidad de la línea, se permita una circulación de los convoyes del Metro a nivel superficial y con vías a la intemperie, surgirán las clases de estaciones denominadas superficiales, presentándose en estos casos gran variedad de soluciones arquitectónicas para resolver el acceso a estos andenes superficiales.

Dentro de este concepto se distinguirán dos clases: a nivel superficial y en tajo.

**A nivel superficial.**- Cuando el nivel de vía se encuentre al mismo nivel que el de la calle ó ligeramente arriba ó debajo de ésta.

**Solución de tajo.**- cuando el nivel de la subrasante se encuentre a 1.5 m o más de profundidad con respecto al de la calle.

#### **Solución en viaducto elevado.**

Como su nombre lo indica estas estaciones se encuentran a un nivel o más sobre el nivel de la calle, o sea que la principal característica es que permiten la circulación de otros vehículos, ó del propio Metro, peatones, etc. dejando entre ellas un gálibo vertical mínimo de 5.00 metros.

Como en el caso de las otras estaciones su designación obedece al nivel de la subrasante y a la relación directa que este tiene con el nivel de andenes y la calle.

#### **VII.6.- Aspectos Urbanos.**

Las Estaciones quedan íntimamente relacionadas con la urbe a través de sus accesos y salidas ya que crean enormes influencias viales en las áreas de transferencia que se generan.

Existen aspectos urbanos relacionados en su totalidad con la línea en lo referente a las estaciones, los cuales son estudiados en otras normas relacionadas con el plan rector, el plan de vialidad y transporte y el plan maestro del Metro en lo particular y que ameritan un estudio de transporte dentro de la urbe.

Por otra parte, ya dentro de la ubicación de una Estación se presentarán problemas como; cruces viales, Estaciones temporales de autobuses, taxis y otros vehículos de transporte, paraderos de automóviles particulares o estacionamientos permanentes de éstos y los movimientos peatonales que implica esta área de transferencia en donde existirán tres tipos de tráfico: el puramente vehicular, el vehicular-peatonal y el puramente peatonal.

Otro grupo de problemas que presenta la Estación estará relacionado con el uso del suelo en las proximidades de una Estación; el hecho de que una Estación del Metro este próxima a una estación de autobuses foráneos ó a un puerto aéreo puede acarrear grandes problemas. La cercanía con lugares de grandes aglomeraciones de gente, como mercado, centros comerciales, estadios, etc. También tendrá gran influencia en el proyecto de la obra urbana exterior.

La ubicación de Estaciones dentro de una línea es objeto de estudios de transporte junto con los de densidad de población y los estudios de origen y destino . En general se ubicarán cerca de intersecciones de calles o por donde circulen líneas de transporte de autobuses ó rutas de colectivos, con objeto de captar pasajeros.

Se considera que el espaciamiento entre estaciones puede fluctuar entre 600 metros y 1,400 metros dependiendo de estudios de transporte y de las características del material rodante que se seleccione, el cual dará sus propias restricciones de operación.

Otro factor definitivo en la ubicación de estaciones, es el estudio de las instalaciones urbanas que interfieren con la estación y los problemas de tráfico que pueden causar.

## **VII.7.- Procedimiento constructivo de brocales.**

Antes de construir los muros milán, se procederá a la construcción de los brocales que servirán de guía al equipo de excavación.

### **VII.7.1.- Brocales.**

Los brocales tienen la finalidad de retener el material de relleno suelto localizado superficialmente y servir de guía al equipo de excavación de los muros tablestaca colados para configurar el cajón ó la Estación. Para cumplir adecuadamente con esta última función es necesario que exista un espacio libre entre brocales, de 65 cm. ( para muros de 60 cm de espesor).

Para construir estos brocales habrá que excavar primero la parte superior de las zanjas donde se van a alojar los muros, hasta una profundidad variable de acuerdo con el espesor de los rellenos, pero no menor de 1.5 m ni mayor que la profundidad a la que se encuentra el nivel freático. La profundidad del faldón del brocal para cada tramo se indica en los planos estructurales correspondientes.

En virtud de que dentro de los dos primeros metros bajo la superficie, se encuentra la mayoría de los tubos y canalizaciones de los servicios municipales, la excavación de las zanjas guía deberá hacerse con precaución ya sea a mano o con maquinaria, para no dañarlos. Los brocales son piezas en forma de ángulo recto ó "delantales" de concreto, colados en el lugar. Su refuerzo y separación aparecen en el plano de brocales del Departamento de Estructuras. Para colar las ramas verticales o faldones de el o los brocales se tienen que cimbrar. La cimbra de un lado se apoyará contra la del otro por medio de puntales, de manera que se eviten las irregularidades o los abolsamientos. Los puntales serán polines de madera de sección cuadrada de 10x10 cm. y se colocarán a cada 2 metros de separación en sentido horizontal. En el sentido vertical se colocarán en dos niveles cuando la altura del brocal sea de 1.5 metros y en tres niveles cuando sea mayor.

Las ramas horizontales de los brocales, constituyen pequeñas losas sobre las cuales podrán rodar las máquinas de excavación. El ancho mínimo de estas ramas horizontales será de 0.5m pero podrán modificarse a criterio de la supervisión de acuerdo con las condiciones que el brocal quede bien apoyado sin peligro de voltearse durante la excavación.

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

La longitud de la zanja aislada será igual a la del muro por construir y su valor se indica en los planos estructurales correspondientes a cada tramo.

Cada tramo aislado por las compuertas se llenará enseguida con fluido estabilizador (ver especificación general correspondiente), hasta hacerlo coincidir con el nivel de aguas freáticas. Este mismo nivel de fluido deberá mantenerse durante todo el proceso de excavación y colado posterior.

Los brocales se construirán en las zonas jardinadas y de afectaciones, en las zonas donde existe pavimento, la construcción de los brocales estará supeditado a juicio de la supervisión.

#### **VII.8.- Procedimiento constructivo de muros Milán**

Una vez definido el trazo de la zona donde se construirán los muros se realizará la construcción de los brocales de acuerdo con lo indicado en la especificación general correspondiente.

Realizado lo anterior, se iniciará la excavación de las zanjas que alojarán a los muros de concreto colados en sitio. Dicha excavación deberá hacerse con equipo o maquinaria cuya herramienta de corte sea guiada, con objeto de ofrecer una amplia garantía en la verticalidad, alineamiento e integridad de las paredes de la zanja, así mismo, el equipo deberá alcanzar sin problemas, la profundidad de los muros indicada en el proyecto.

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

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

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

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

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

La longitud de las zanjas excavadas que alojarán a los muros del cajón, se indicará para cada caso en los planos estructurales correspondientes al tramo en cuestión.

La profundidad de excavación de las zanjas será la que se indique en los planos estructurales y de perfil correspondientes.

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

El nivel del fluido dentro de la zanja deberá coincidir con el nivel del agua freática evitando variaciones con respecto al mismo.

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

Cuando se perciba cualquier fuga del fluido estabilizador durante las operaciones de excavación, deberán anotarse todas las características y señalarse de inmediato en la bitácora de obra, e inmediatamente darla a conocer al representante a fin de generar la solución correspondiente. Por ningún motivo se admitirá colar en un tramo donde se hallan percibido fugas y no se hayan tratado adecuadamente hasta asegurarse de que hayan desaparecido.

No podrá dejarse una zanja totalmente excavada y ademada con lodo bentonítico por mucho tiempo, por lo que no deberán pasar más de 24 horas entre el inicio de la excavación de un tablero y el inicio de su colado. Así mismo, no deberán transcurrir más de 6 horas entre el momento que se alcance la máxima profundidad de excavación y el inicio del colado.

En vista de que la herramienta de excavación es curva, la profundidad de excavación deberá llevarse a la que indica el proyecto en cada caso más 20 cm.

Terminada la excavación, deberá procederse a la limpieza del azolve del fondo, utilizando un tubo eyector que pasará por todo el piso de la zanja, otra alternativa consiste en la recolección del azolve con la almeja.

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

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

A la cara de la junta que quedará en contacto con el concreto, deberá aplicarse una película de grasa o un desencofrante constituido por una resina epóxica de 1mm de espesor para facilitar su posterior extracción.

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

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

Se deberá tener en cuenta que en la parrilla se dejen las preparaciones necesarias para posteriormente realizar la liga estructural de estos elementos con las losas, esto es en el caso de que no se tenga muro de acompañamiento o estructural ver planos estructurales correspondientes.

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

En caso de que durante la introducción de la parrilla y debido a la densidad del lodo se dificulte su desplazamiento vertical, se recurrirá a los mecanismos necesarios para su introducción, cuidando evitar movimientos violentos que afecten la estabilidad de la zanja.

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

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

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

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

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

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

El concreto no deberá ser vaciado de golpe dentro de la tolva para lograr un fluido suave y continuo, y no deberán haber recesos o suspensiones mayores de 15 minutos en el vaciado.

Es necesario llevar un riguroso control de colado midiendo en forma permanente la variación del nivel de la superficie del concreto y anotándolo en un registro, con objeto de poder decidir el retiro oportuno de los tramos de las trompas de colado y programar adecuadamente el suministro de concreto para evitar los recesos.

Se deberá utilizar el número de trompas suficientes para el colado de 7 metros de longitud, debido a las pendientes que desarrolla el concreto dentro del fluido estabilizador, una vez iniciado el colado no deberán desplazarse lateralmente dentro del tablero.

Un buen procedimiento de colado representa:

a).- Tener un buen fluido estabilizador bajo control que cumpla con todas las características especificadas.

b).- Tener un concreto fluido (revenimiento según las especificaciones del concreto.)

c).- Dejar la trompa ahogada siempre en el concreto; no menos de 1.5 metros durante el colado y asegurarse de que los coples de unión de los tramos de la trompa sean herméticos, es decir, que impidan la entrada del lodo hacia el interior.

d).- Hacer un colado continuo que por ningún motivo sea interrumpido más de 15 minutos.

e).- Evitar todo movimiento brusco de la trompa y todo vibrado y picado, ya que ello favorece la mezcla del fluido estabilizador con el concreto, dando por resultado oquedades y zonas contaminadas de muy baja resistencia en el muro.

f).- Verificar durante el colado el volumen de concreto que entra en un tablero y el volumen del fluido que se desplaza y compararlo con los volúmenes calculados de acuerdo con la geometría del tablero. Si hay diferencias notables puede significar que esté habiendo fugas ó que hay mezcla del fluido con el concreto. Esta y otras eventualidades deberán anotarse en la bitácora, así como las medidas de emergencia que se hayan tomado para corregir cada caso.

El concreto de los muros deberá llegar únicamente hasta el nivel de proyecto indicado para cada caso en particular en los planos estructurales correspondientes.

Se recomienda agregar al concreto aditivo retardante, cuya dosificación quedará a criterio de la Dirección de la Obra.

Debido a que la excavación entre muros se llevará a cabo aprovechando la rigidez de estos y su capacidad de trabajo como tablestacas en el sentido vertical y como losas en el sentido longitudinal, dicha excavación no podrá iniciarse hasta que hayan transcurrido por lo menos 28 días de colados los muros ( para concreto elaborado con cemento tipo I ) o 14 días ( para concreto elaborado con cemento tipo III ) cuya decisión quedará sujeta a las especificaciones correspondientes al abatimiento del nivel freático.

Durante el colado de los muros la contratista deberá llevar un control del volumen de concreto utilizado para cada tablero.

## **VII.9.- PROCEDIMIENTO PARA LA EXCAVACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DEL NÚCLEO EN LA ZONA CENTRAL Y CABECERAS DE LA ESTACIÓN GUERRERO DEL METROPOLITANO LÍNEA B**

A continuación se describe el procedimiento constructivo que deberá seguirse para efectuar la excavación y construcción de la Estructura que constituirá la Estación Guerrero perteneciente al Metropolitano Línea "B", ubicada bajo el denominado Eje 1 Norte entre las calles Zarco y Guerrero . La figura No. 1 muestra el croquis de localización de la Estación.

### **VII.9.1.- Proceso Constructivo**

La excavación y construcción de la Estación Guerrero se realizará a cielo abierto, y entre una estructura de contención constituida por muros tablestaca de concreto, armados y colados en el sitio. Definiéndose por sus dimensiones arquitectónicas, la Estación se dividirá en dos grandes zonas; la denominada zona central y las cabeceras oriente y poniente de la Estación.

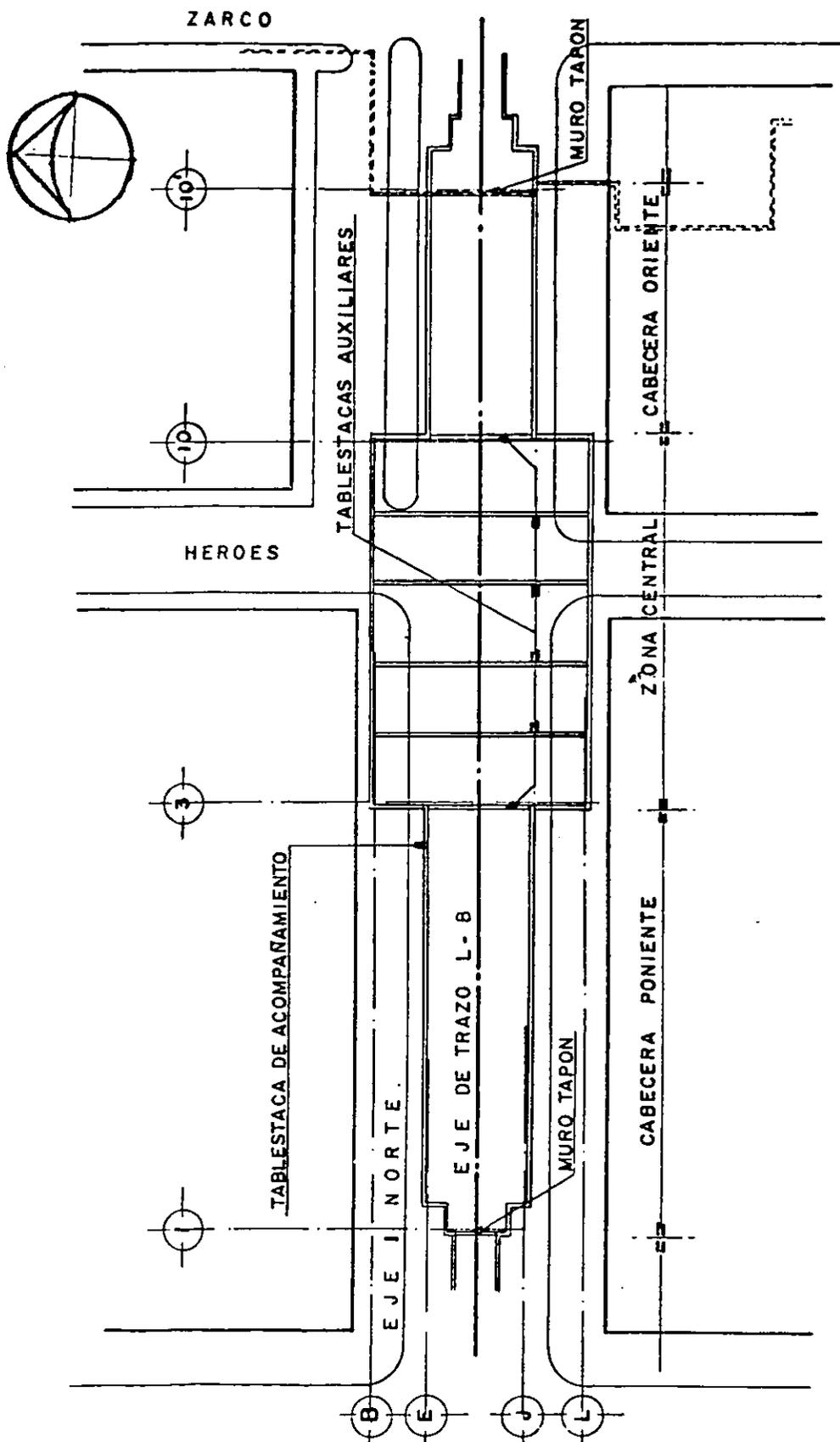
La zona central corresponde al área con el mayor galibo horizontal de la estación (entre los ejes arquitectónico 3 al 10 y del eje "B" al "L"), y se excavará y construirá mediante cinco "celdas" definidas con la construcción de muros tablestaca auxiliares de concreto, ubicados de manera transversal al eje de trazo de la estación, ver figura No 1.

Las cabeceras poniente estarán ubicadas entre los ejes "E" al "J" y del 1 al 3, y la cabecera oriente del eje "E" al "J" y entre 10 al 10'. Se excavarán en etapas y conformando en el frente de avance un talud cuya geometría se describe más adelante. Lateralmente estarán confinadas con muros tablestaca de acompañamiento, y en sus extremos por muros tablestaca auxiliares ( de la zona central) y muros "tapón", hacia el tramo y la zona vestibular compartida con la estación Guerrero de la línea 3 existente, Ver figura No 1.

### **VII.9.2.- Construcción de los muros tablestaca.**

1.- La construcción de los brocales que servirán de guía para la excavación de las zanjas en las que se construirán los muros tablestaca, se realizará hasta una profundidad tal que exista entre el remate de la tablestaca y el faldón, el traslape indicado en los planos del proyecto estructural correspondiente, y de acuerdo con lo que se indica en la especificación general correspondiente.

2.- Para la estabilidad de las zanjas durante el proceso de excavación se utilizará un fluido estabilizador que deberá cumplir con las propiedades que se indican en la especificación general para tal efecto.



CROQUIS DE LOCALIZACION .  
 ESTACION GUERRERO ( L - B ) .

EJE I PTE. ( AV. GUERRERO )

DIBUJO ESQUEMATICO



ESP. PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO  
 DE LA ESTACION GUERRERO PERTENECIENTE A  
 LA LINEA B DEL METROPOLITANO.

94-MS-510110-  
 III-08-49-e.  
 MOD. 1

3.- La construcción de los muros tablestaca colados en sitio de acompañamiento, de los auxiliares y de los muros tapón, se efectuará de acuerdo con la especificación general correspondiente, así como con la particular de la Estación Guerrero.

4.- Los niveles de desplante, elevación y remate de los muros tablestaca, así como su longitud y distribución se indican en los planos del proyecto estructural correspondiente. Fig. No 2, así como en tablas 1 y 2.

5.- Los colectores, atarjeas y/o tuberías de agua potable de pequeño diámetro que interfieran con la construcción de los muros, deberán desviarse conforme a lo indicado en el proyecto hidráulico. En caso de que el proyecto antes citado no contemple su solución, entonces deberá emplearse un bombeo provisional de superficie, taponando las tuberías seccionadas de tal forma que al iniciar la excavación para la construcción de los muros, no exista ninguna instalación hidráulica en funcionamiento.

6.- Con el fin de no dejar ventanas durante la excavación para alojar los muros tablestaca en la zona de cruce con instalaciones municipales, donde no se haya previsto el desvío de las mismas, dicha excavación deberá efectuarse por sus costados, introduciendo la almeja en la zanja lo mas cercano al ducto y en posición cerrada, abriéndola por debajo de la interferencia de tal manera de ampliar la excavación.

Concluido lo anterior, se procederá a introducir la parrilla de refuerzo en la zanja y se deberá deslizar bajo la interferencia, hasta colocarla en su posición definitiva, para proceder al colado del tablero.

Se aplicará el mismo procedimiento para la construcción del muro que se ubicará en el otro costado de la interferencia, dejando así junta constructiva entre muros bajo el cuerpo de la instalación existente.

#### **Notas importantes:**

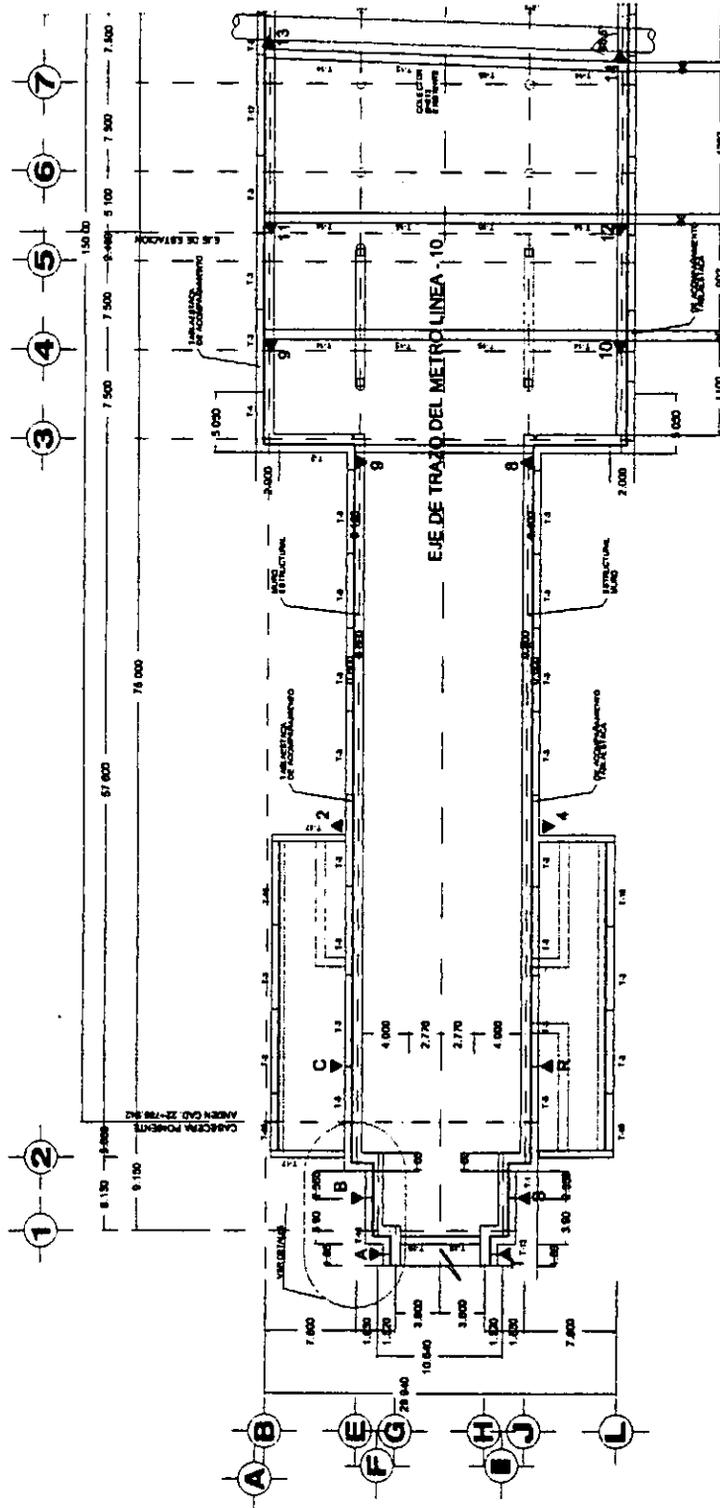
1.- Por ningún motivo se permitirá dejar "ventanas" en la construcción de los muros tablestaca.

2.- Las instalaciones que no hayan sido desviadas y que interfieran con la excavación de la Estación, se deberán colgantar mediante una estructura de puenteo conforme se indica en la especificación general correspondiente.

#### **VII.9.3.- Abatimiento del nivel freático.**

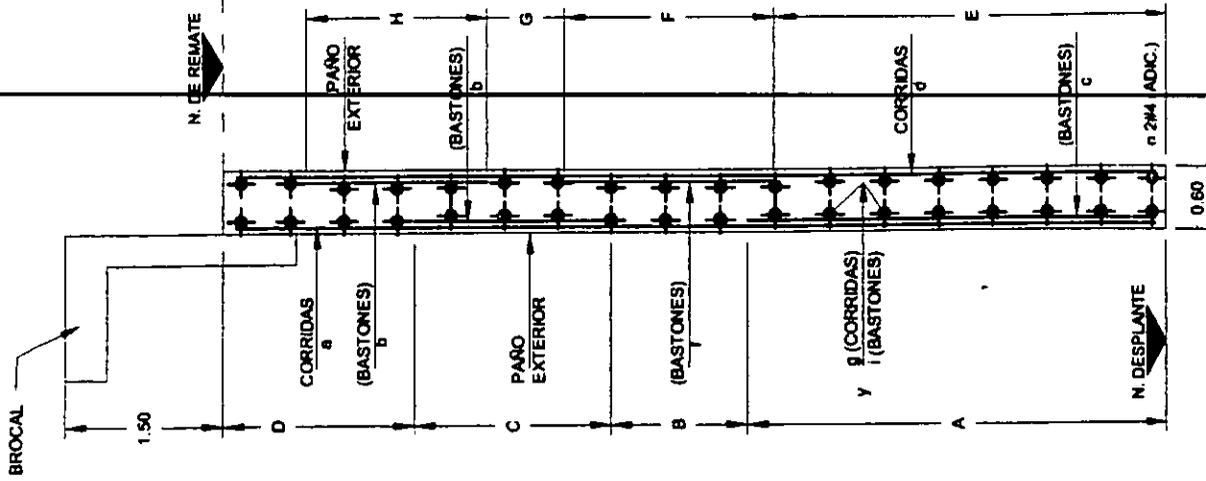
Antes de iniciar la excavación de cualquier etapa, será necesario abatir el nivel de aguas freáticas, para realizar dicho abatimiento se deberán instalar pozos de bombeo siguiendo las indicaciones que se describen en la especificación general correspondientes, así como la particular de la Estación para abatir el nivel freático, descrita en escrito por separado.

# DISTRIBUCION DE MUROS TABLA



# PLANTA GENI

## ESTACION GUERRERO L-B



<b>TABLA DE NIVELES PARA TABLAESTACAS</b>			
<b>TRAMO</b>	<b>NIVEL DE DESPLANTE</b>	<b>NIVEL DE REMATE</b>	<b>ARMADO TIPO</b>
1 - 2	17.60	28.69	IV
3 - 4	17.60	28.60	IV
5 - 6	9.05	28.60	I
7 - 8	9.05	28.60	I
9 - 10	9.05	28.60	I
11 - 12	9.05	28.60	I
13 - 14	9.05	28.60	I
15 - 16	9.05	28.60	I
17 - 18	9.05	28.60	I
19 - 20	9.05	28.60	I

TABLA 1

# TABLAESTACA (ELEVACION)

PUNTALE LONGITUD	TIPO	CARACTERISTICAS	PLANO DE REFERENCIA
PT-1	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-2	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-3	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-12-13-P
PT-4	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-5	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-6	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-7	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-8	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-12-13-P
PT-9	TUBULAR	10" Ø CED 40	94-E-501000-B-7-P
PT-10	TUBULAR	12" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-11	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-12	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-12-13-P
PT-13	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-22-328-P
PT-14	CELOSA	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-15	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-12-13-P
PT-16	CELOSA	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-17	CAJON	4-8" x 3/4" CON PL. 1/2" (80 x80)	94-E-501000-B-21-328-P
PT-18	TUBULAR	10" Ø CED 40	94-E-501000-B-7-P
PT-19	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-20	CELOSA	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-21	TUBULAR	12" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-22	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-23	TUBULAR	12" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-24	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-25	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-26	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-12-13-P
PT-27	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-28	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-29	TUBULAR	12" Ø CED 40	94-E-501000-B-12-13-P
PT-30	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-12-13-P
PT-31	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-32	CELOSA	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-33	TUBULAR	14" Ø CED 40	94-E-501000-B-8-10-P
PT-34	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-12-13-P
PT-35	TUBULAR	20" Ø CED 30	94-E-501000-B-12-13-P
PT-36	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-37	CELOSA	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-38	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-39	TUBULAR	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-40	CELOSA	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-41	CELOSA	4-8" x 3/4" (80 x80)	94-E-501000-B-22-328-P
PT-42	CELOSA	4-8" x 3/4" (100 x 120)	94-E-501000-B-23-353-P
PT-43	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-10-11-P
PT-44	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-11-12-P
PT-45	ANILLADO		
PT-46	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-11-12-P
PT-47	TUBULAR	16" Ø CED 40	94-E-501000-B-11-12-P

TABLA DE NIVELES PARA TABLAESTACAS			
TRAMO	NIVEL DE DEPLANTE	NIVEL DE REBATE	ARMADO TIPO
A - B	9.05	28.8	I
B - C	9.05	28.8	I
C - D	9.05	28.8	I
D - E	9.05	28.3	III
E - F	9.05	28.8	I
A - B*	VER PLANO No. 04 - E 510110. II	30 - 333 - P	
B - N*	VER PLANO No. 04 - E 510110. III	30 - 333 - P	
C - D**	VER PLANO No. 04 - E 510110. III	30 - 333 - P	
** A - B**	VER PLANO No. 04 - E 510110. II	30 - 333 - P	
O - F	9.05	28.8	I
P - Q	9.05	28.3	III
Q - R	9.05	28.8	I
R - S	9.05	22.6	II
S - T	9.05	28.8	I
**W - Z**	VER PLANO No. 04 - E 510110. II	30 - 333 - P	

TABLA DE LONGITUDES DE TABLAESTACAS	
TIPO	LONGITUD (L)
T - 1	580
T - 2	720
T - 3	720
T - 4	700
T - 5	726
T - 6	417
T - 7	608
T - 8	468
T - 9	360
T - 10	746
T - 11	635
T - 12	607
T - 13	722
T - 14	767
T - 15	766
T - 16	560
T - 17	613
T - 18	430

TABLA 2

La ubicación en planta y su profundidad de perforación de los pozos, así como los niveles de succión de las bombas se indican en el plano de pozos de bombeo de la Estación, el cuál deberá consultarse.

Si durante la excavación o construcción de cualquier etapa se presentan filtraciones o escurrimientos pluviales, deberán controlarse mediante la construcción de zanjas de 0.30 x 0.30m, rellenas de grava limpia, ubicadas en la orilla de la excavación, las cuales deberán reconocer hacia cárcamos de bombeo construidos en las esquinas opuestas de la etapa de excavación desde donde se extraerá el agua por medio de bombas autocebantes de manera que el fondo de la excavación permanezca siempre lo más estanco posible.

### **III.- Observaciones Generales.**

Antes de iniciar la excavación para la construcción de la Estación deberán efectuarse los desvíos correspondientes a las instalaciones municipales que interfieren en la zona y que quedarán fuera de operación durante la excavación de la Estación. Estos desvíos se realizarán de acuerdo a las soluciones que se indican en los planos del departamento de obras hidráulicas correspondientes.

El orden de ejecución de las etapas de excavación deberá llevarse de acuerdo con lo indicado en el plano particular de la Estación Fig. No 3.

Durante el desarrollo de este procedimiento constructivo se hará referencia a los cortes generales del plano de la Estación, por lo que deberán consultarse.

Las etapas con igual número ó letra podrán excavararse simultáneamente, no obstante tengan comillas o no, pero teniendo en cuenta las restricciones constructivas indicadas más adelante.



#### **VII.9.4.- Procedimiento constructivo de la Zona Central de la Estación Guerrero de la línea "B" del Metro.**

El proceso constructivo en esta zona se realizará en dos grandes fases, la primera correspondiente a la ejecución de los trabajos de excavación y construcción de las celdas A, B, y C, que en lo sucesivo se denominarán celdas primarias, y una segunda correspondiente a las celdas D y E ó celdas secundarias.

Es necesario mencionar que antes de realizar cualquier tipo de excavación en alguna de las celdas de la zona central, deberá haberse concluido la construcción de la estructura de desvío del colector de 2.13 metros de Diámetro de la calle Heroes ubicado sobre la celda E.

#### **VII.9.5.- Celdas Iniciales A, B, y C.**

Debido al proceso posterior de estructuración de la Estación, en particular con las maniobras de colocación de las tabletas prefabricadas que constituirán las losas de techo del nivel andén y vestíbulo ó azotea, en las celdas iniciales se deberá prescindir del uso del primer nivel de puntales para la contención de los muros tablestaca auxiliares que las constituyen (puntales paralelos al eje de trazo del metro), colocando en lugar de ellos en el respaldo de los citados muros y sobre las celdas secundarias, "tensores" metálicos, ver detalle en los planos estructurales correspondientes. Además del detalle anterior, será necesario también que dichos "tensores" se retiren de manera diferente que los puntales colocados en "pata de gallo", colocándose así mismo, en diferentes niveles.

La excavación para estos "tensores" se realizará mediante la excavación de zanjas con paredes verticales además con una estructura de madera de acuerdo con lo descrito en la especificación general correspondiente para la excavación y construcción de atarjeas. El ancho de esta excavación será de 1.5 metros, instalándose todos los tensores a 1.5 metros de las juntas entre los muros tablestaca auxiliares y en la elevación que se indica en el plano de cortes generales de la Estación; posteriormente a la instalación, la zanja se rellenará con material producto de excavación apisonado manualmente.

Los cortes A-A', E-E', y G-G', mostrados en las figuras, 5, 6 y 7 respectivamente, del plano de cortes generales de la Estación Guerrero Fig. No 4, muestran los niveles en que se colocará el apuntalamiento respectivo, de acuerdo con lo siguiente:

Estas celdas podrán excavar de manera simultánea, siempre y cuando en la obra se garantice mediante el equipo y materiales necesarios, cumplir con los tiempos y restricciones de estructuración indicados en los párrafos siguientes.

**CROQUIS DE LOCALIZACION  
ESTACION METRO GUERRERO L-B**

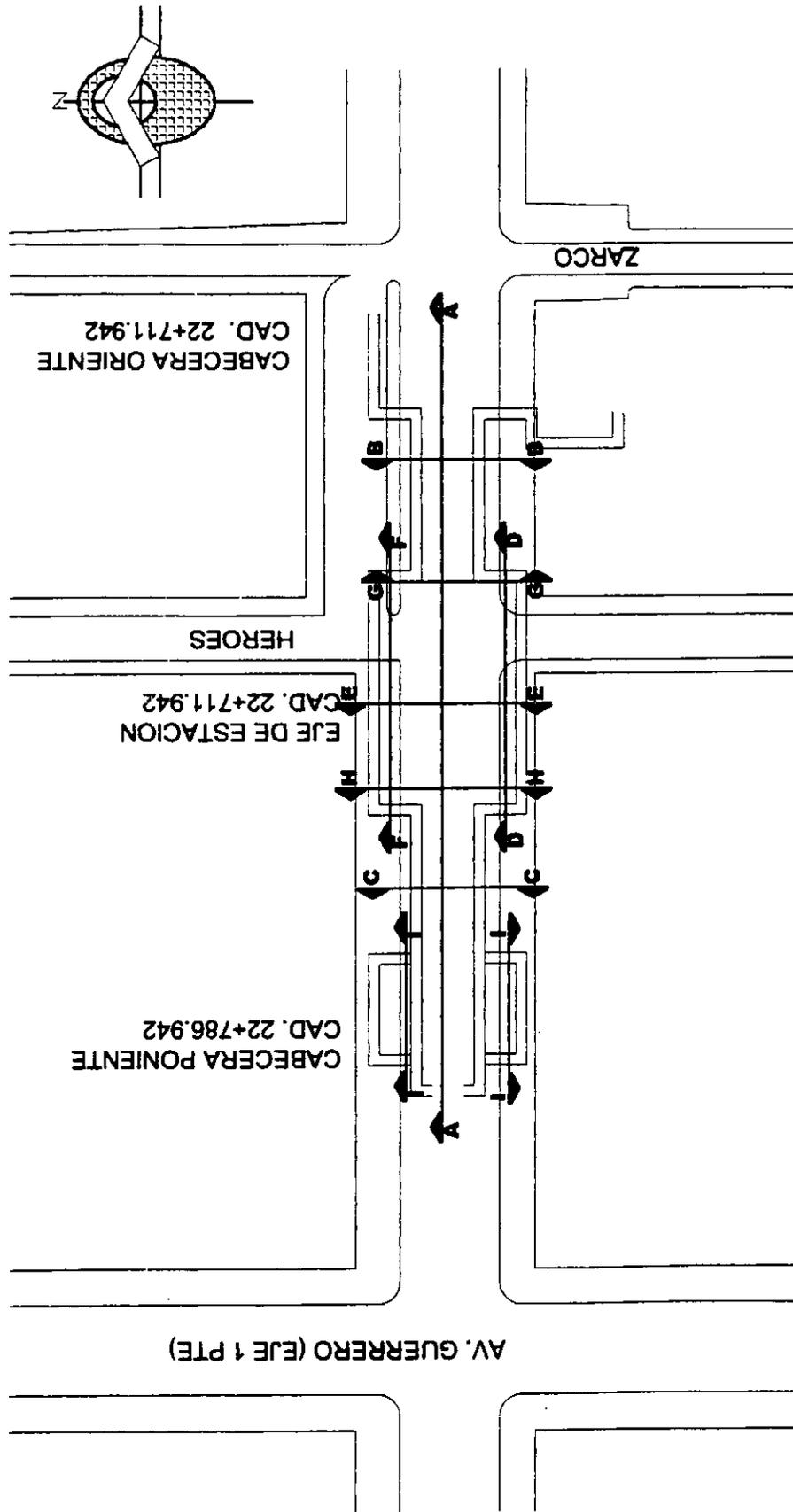
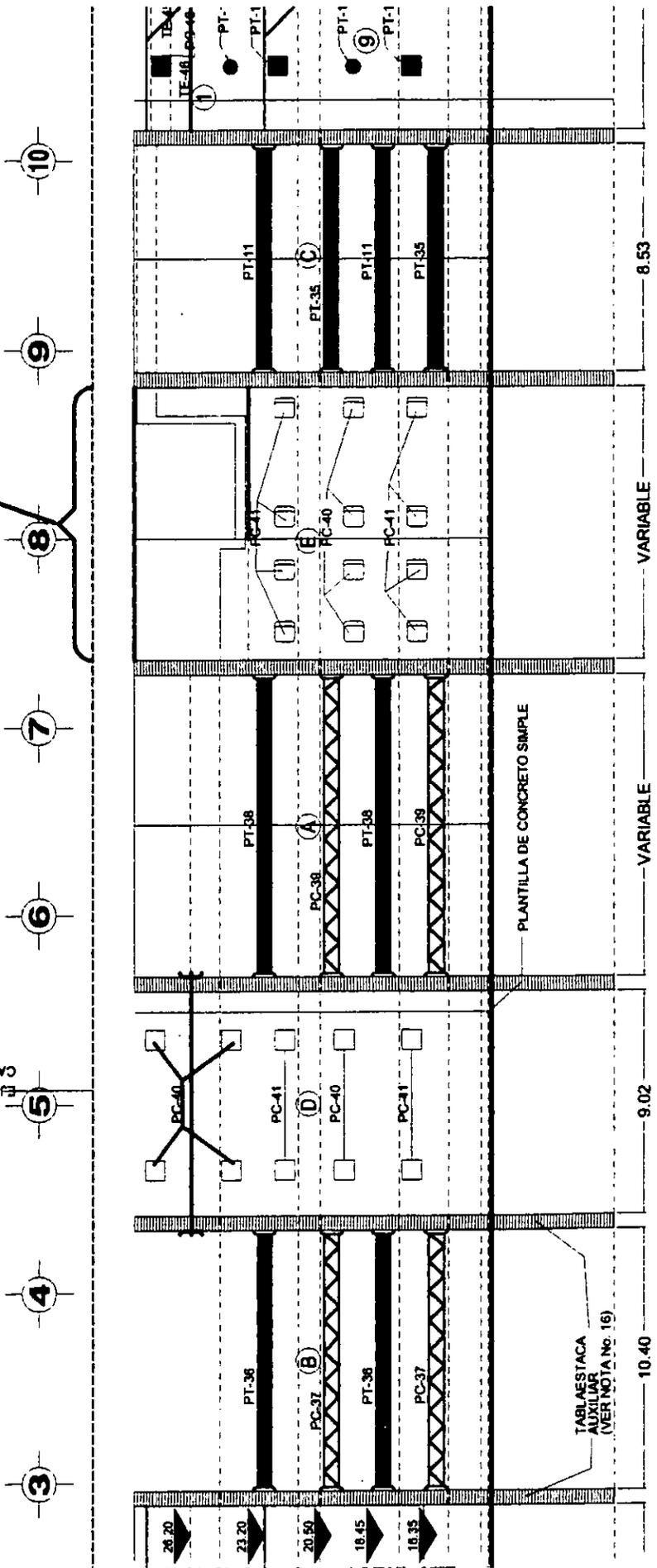


FIGURA 4

EJE DE ESTACION  
CAD. 22+11.942

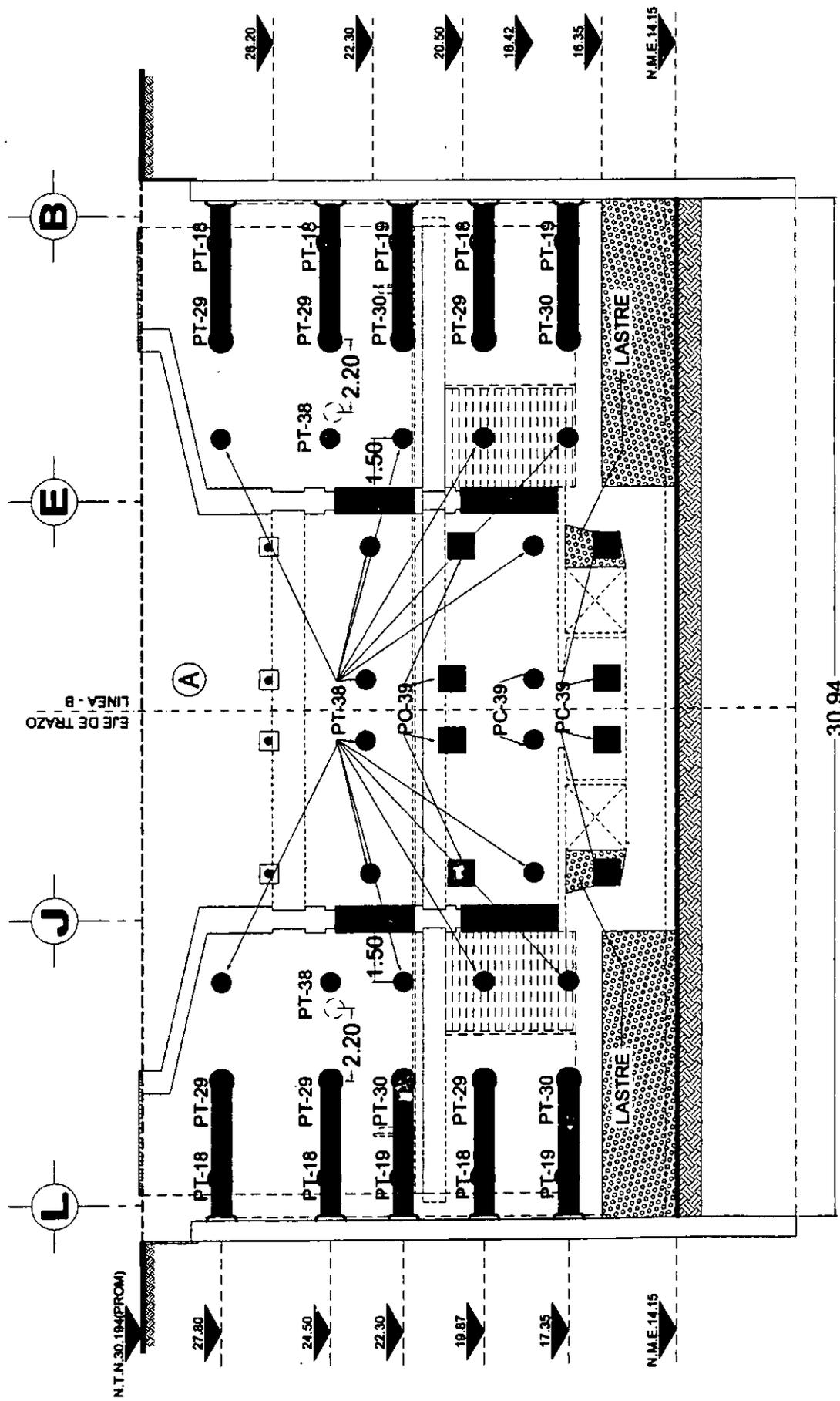
VER NOTA 19



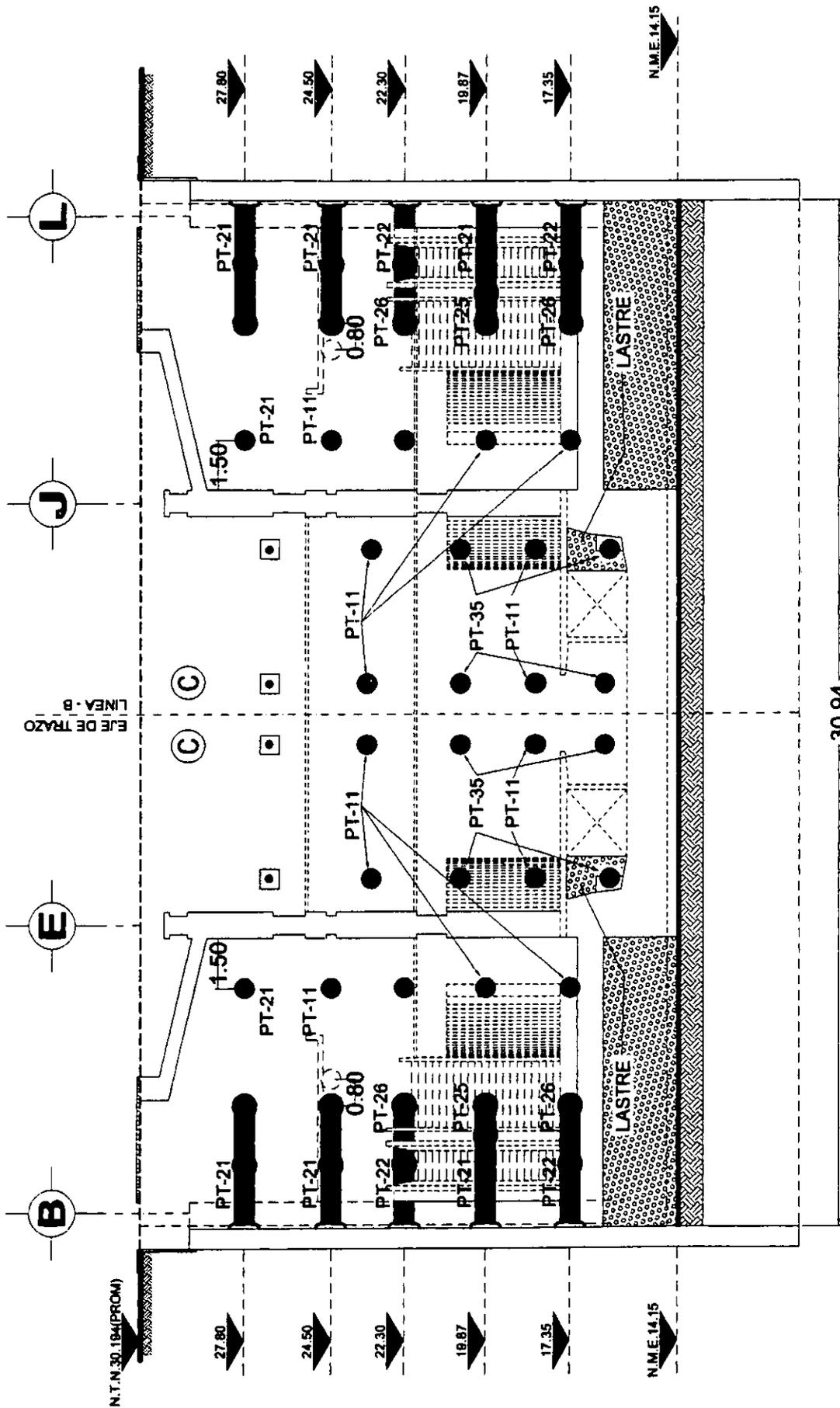
# ZONA CENTRAL

FIGURA 5

# CONCRETE - A



**CORTE E - E** FIGURA 6



**CORTE G - G** FIGURA 7

1.- De manera inicial y manualmente, se excavarán las zanjas que alojarán los "tensores" en las denominadas celdas secundarias, procediendo a su colocación y ajuste a tope solamente, utilizando para ello las preparaciones estructurales dejadas en los muros tablestaca auxiliares durante su construcción, constituidas por placas metálicas ancladas cuyo detalle puede verse en los planos del proceso constructivo y en el proyecto correspondiente.

2.- La excavación y apuntalamiento de las celdas de la zona central, se deberá realizar de manera uniforme en toda su área, por lo que se deberán implementar los equipos de excavación y cuadrillas de personal necesarios para cumplir con los tiempos indicados en las presentes especificaciones. En caso de no poder hacerlo, será necesario realizarlo en dos subetapas mediante "banqueos" de material de excavación, es decir, se excavará primero la mitad de la celda en su sentido largo, hasta alcanzar 30 cm. por abajo del primer nivel de los puntales colocados en "pata de gallo", procediendo entonces a su colocación; durante esta colocación parcial se deberá realizar la excavación de la otra mitad de la celda, también hasta colocar el primer nivel de puntales. Esto último se esquematiza en la figura No 8.

3.- Para la colocación de los puntales en "pata de gallo" se utilizarán las preparaciones dejadas en los muros tablestaca durante su construcción, consistentes en placas metálicas ancladas a las cuales se soldarán los puntales, ver detalle estructural en los planos respectivos.

Todos los puntales deberán colocarse inmediatamente después de que la excavación descubra sus puntos de aplicación y por ningún motivo se permitirá que la excavación continúe si los puntales no han sido colocado en sus elevaciones correspondientes.

4.- Inmediatamente después de colocar cada puntal, deberá sujetarse de sus extremos por medio de cables de acero, los cuales se colgarán de las varillas de los muros tablestaca.

Los puntales se apoyarán sobre concreto sano. Si en los niveles de colocación del apuntalamiento el concreto se encuentra contaminado, se deberá reconstruir dicha zona de tal manera que se garantice la continuidad estructural.

5.- Todos los puntales deberán colocarse con una precarga de 80 ton. Debiendo llevar un riguroso control en la aplicación y control de la misma, para lo cuál la contratista deberá realizar lecturas de verificación de manera aleatoria pero sistemática por lo menos cada 48 horas, las cuales tendrá anotadas con fecha, hora y precarga leída en un lugar visible en la obra, además de enviarse a ICA ingeniería para su revisión y seguimiento correspondiente.

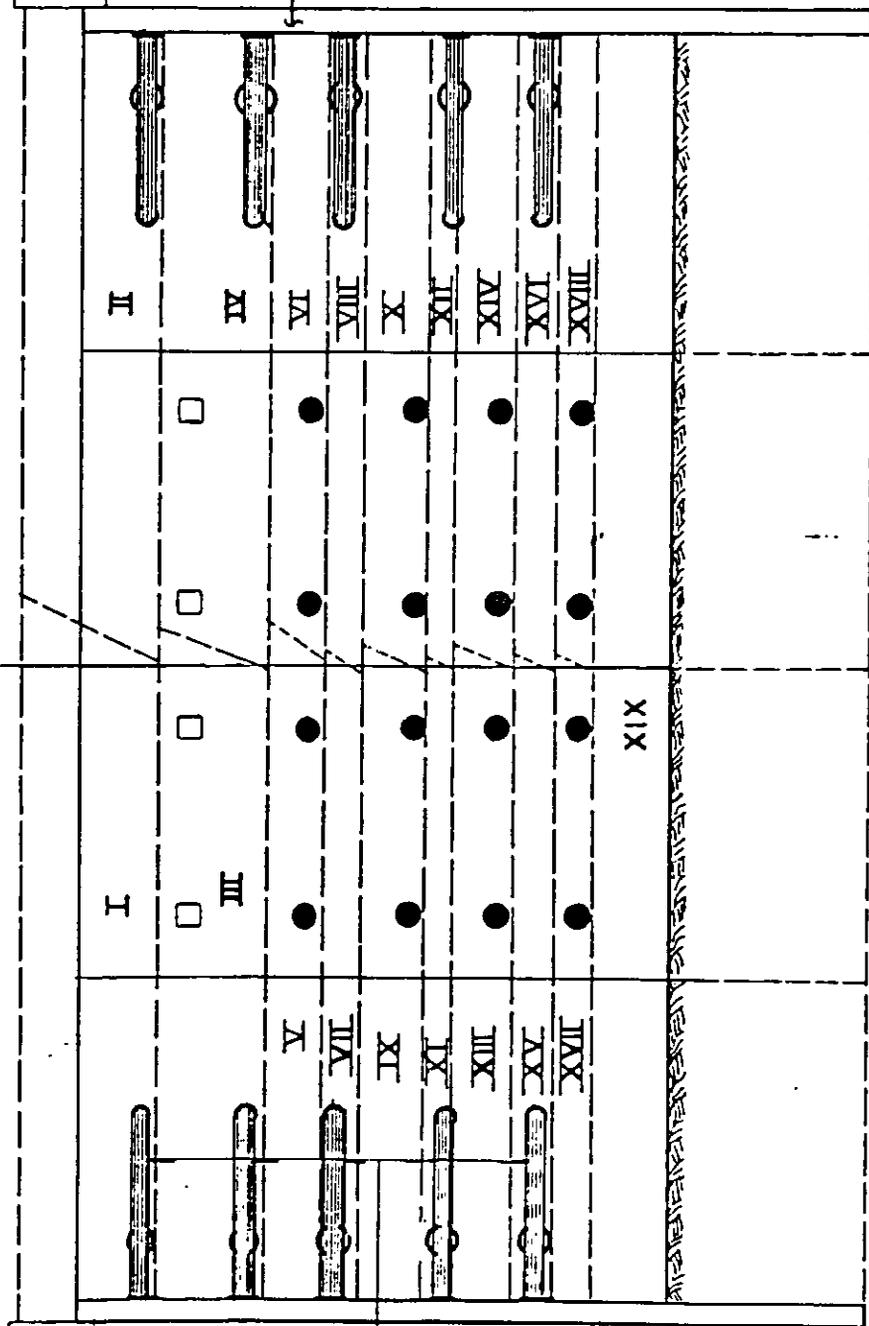
6.- Del mismo modo se realizará la excavación y colocación alternada de los

N.T.N.

EJE DE TRAZO  
L - B

MURO  
TABLESTACA

N.M.E.



PUNTALES EN  
"PATA DE GALLO"

SIMBOLOGIA

SECUENCIA DE EXCAVACION



SECUENCIA PARA LA EXCAVACION DE LAS CELDAS MEDIANTE "BANQUEOS"

DRUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS



ESP. PARA EL PROC. CONSTR. DE LA ESTACION  
GUERRERO PERTENECIENTE A LA LINEA B DEL  
METROPOLITANO.

94-MS-510110-  
III-8-49-e  
MOD. 1  
FIGURA No.8

niveles restantes del apuntalamiento, tanto de los puntales colocados en "pata de gallo", como de los puntales paralelos al eje de trazo.

El proceso de excavación y apuntalamiento de cada una de las celdas deberá realizarse en un tiempo no mayor de 12 días debiendo garantizar en todo momento la continuidad del proceso.

7.- Una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación, se procederá a la colocación del fondo de la misma de una plantilla de concreto simple provisto con un aditivo acelerante de fraguado, de 30 cm. de espesor. Este colado deberá realizarse en un tiempo no mayor de 12 horas contadas a partir del momento en que se alcance el fondo de la excavación

8.-Cinco horas después de concluido el colado anterior, se deberá iniciar el armado, cimbrado y colado de la losa de fondo hasta el tope con los muros tablestaca auxiliares , dejando en ella las preparaciones necesarias para su liga posterior con las contratraves laterales, los muretes del andén y con la losa de la celda adyacente. La construcción de esta losa no deberá realizarse en un tiempo mayor de 24 horas después de haberse concluido el colado de la plantilla correspondiente.

9.- Veinticuatro horas después de colada la losa de fondo se podrá retirar el cuarto y quinto nivel de los puntales paralelos al eje de trazo.

10.- Se cimbrarán y colarán las contratraves laterales, dejando en ellas las preparaciones estructurales para su liga posterior con las columnas de la sección , con la losa de piso del nivel andén y con las contratraves de la celda adyacente. De manera simultánea se construirán los muretes de concreto que recibirán la losa del andén. Una vez concluidos se colocará el lastre de concreto simple indicado en el plano de cortes generales de la Estación. Concluido esto se construirá la losa de andén.

11.- Veinticuatro horas después se concluirá con la colocación del espesor restante de la plantilla de concreto simple de la zona de nivel de andén (detrás de las contratraves). Veinticuatro horas después se podrá retirar el cuarto y quinto nivel de los puntales colocados en "pata de gallo", e iniciar el armado y colado de la losa de piso del nivel andén y los muñones de muro estructural hasta 1.00 metro por arriba del nivel tope de colado de la primera.

12.- Veinticuatro horas después del colado anterior se procederá al armado, cimbrado y colado de los muros estructurales hasta 1.00 metro antes de los tablestacas auxiliares y hasta el nivel de desplante de la losa de techo del nivel andén (nivel intrados), dejando en ellos las preparaciones para su liga posterior con la losa de techo y con los muros de la celda adyacente. De manera simultánea con esta actividad se construirán las columnas hasta el nivel de desplante de las traves de concreto que recibirán la losa de techo, las cuales se construirán cuarenta y ocho horas después de coladas las citadas columnas.

13.- Setenta y dos horas después de coladas las trabes de concreto, las cuales se descimbrarán hasta que se garantice su resistencia de proyecto se colocarán las tabletas prefabricadas y se armará y colará su firme de compresión constituyendo así la losa de techo del nivel andén. Esta losa se construirá dejando en ella las preparaciones necesarias para su liga posterior con los muros del nivel vestíbulo y con la losa de las celdas contiguas.

14.- Setenta y dos horas después de colado el firme de compresión, se deberán colocar puntales cortos o trozos de madera a manera de cuña entre esta losa y los muros tablestaca auxiliares. Una vez hecho esto, se podrá retirar el tercero y segundo nivel de los puntales paralelos al eje de trazo, y solo el tercero de los puntales "pata de gallo".

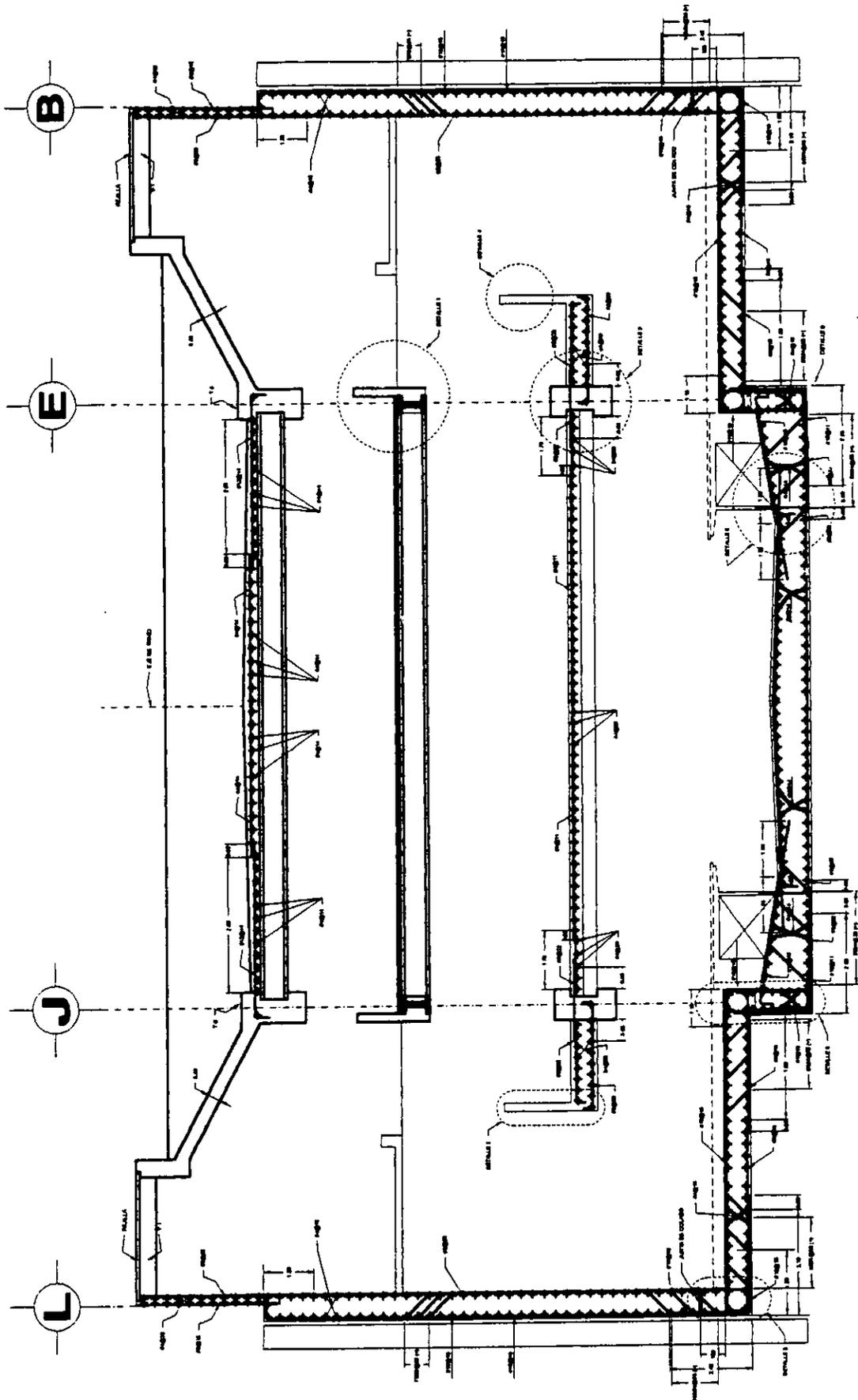
15.- Una vez hecho lo anterior se armarán, cimbrarán y colarán los muros del nivel vestíbulo hasta 0.5 m. antes del segundo nivel de los puntales colocados en "pata de gallo", procediendo a la colocación de un puntal de sustitución paralelo al eje de trazo al mismo nivel que el original y a 0.80 m. del primero en dirección de la junta del muro tablestaca auxiliar. Durante esta actividad se podrá realizar la construcción de manera simultánea, de las columnas del nivel vestíbulo hasta el nivel de desplante de las trabes de concreto que recibirán la losa de azotea.

16.- Concluido el retiro anterior se procederá a la conclusión de la construcción de los muros estructurales de la sección, dejando en ellos las preparaciones necesarias para su liga posterior con la charola y guarnición de la rejilla de ventilación, realizando otra sustitución de puntales para el retiro del primer nivel de los colocados en "pata de gallo", ver lo indicado en el punto anterior. Hacia el centro de la celda se construirá la losa de azotea con tabletas prefabricadas y su firme de compresión, setenta y dos horas después de coladas las trabes de concreto, las cuales se descimbrarán hasta que se garantice su resistencia de proyecto.

17.- Sobre las trabes de concreto se construirán los muros-trabe, muros y guarniciones de la galería de ventilación.

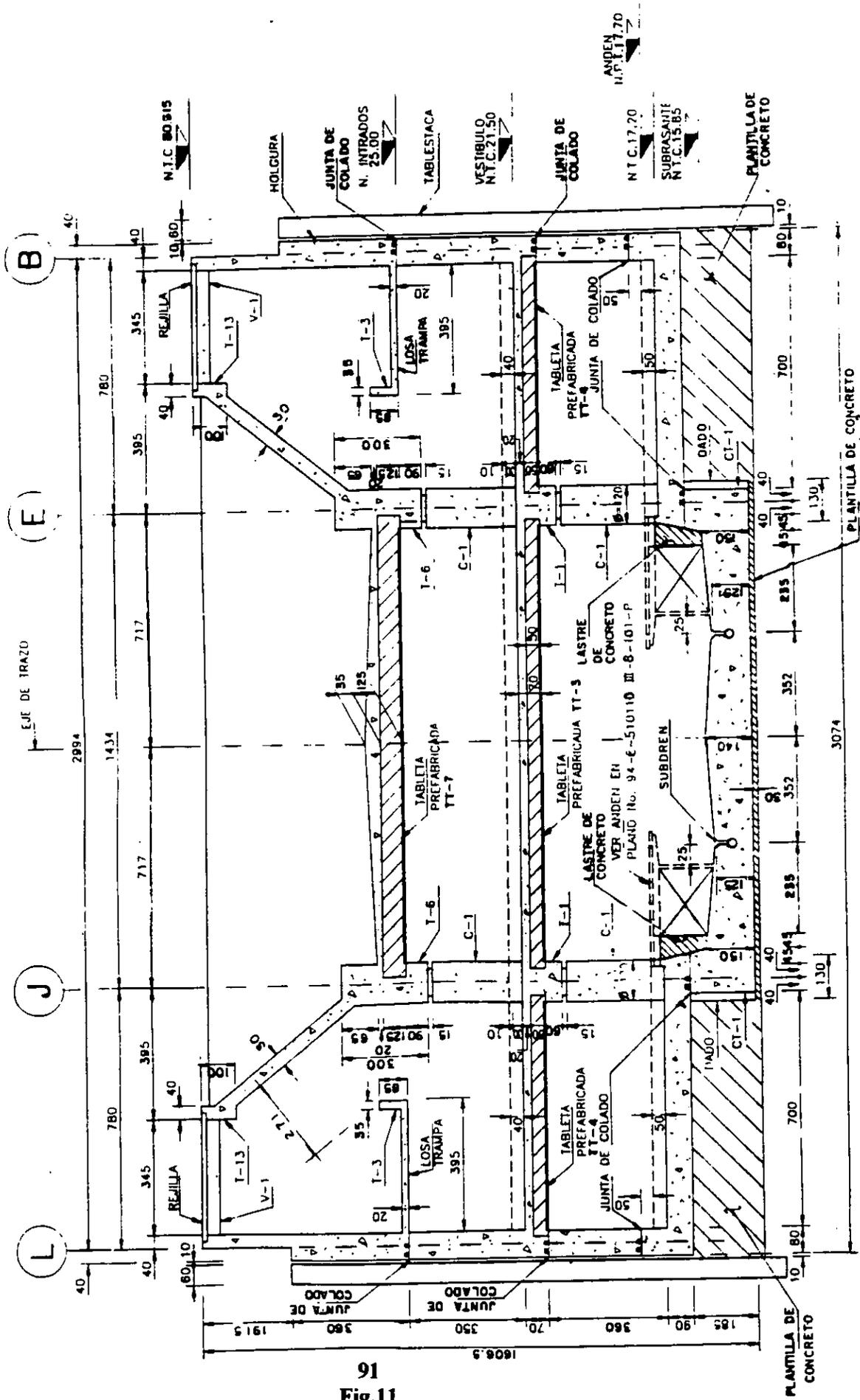
18.- Por último y sólo hasta después que el concreto del firme de compresión de la losa de azotea haya alcanzado su resistencia de proyecto, se procederá a la colocación del material de relleno limo-arenoso tipo tepetate hasta el nivel subrasante de la vialidad siguiendo los lineamientos indicados en la especificación general para tal efecto. Ver cortes 2-2 y 3-3.





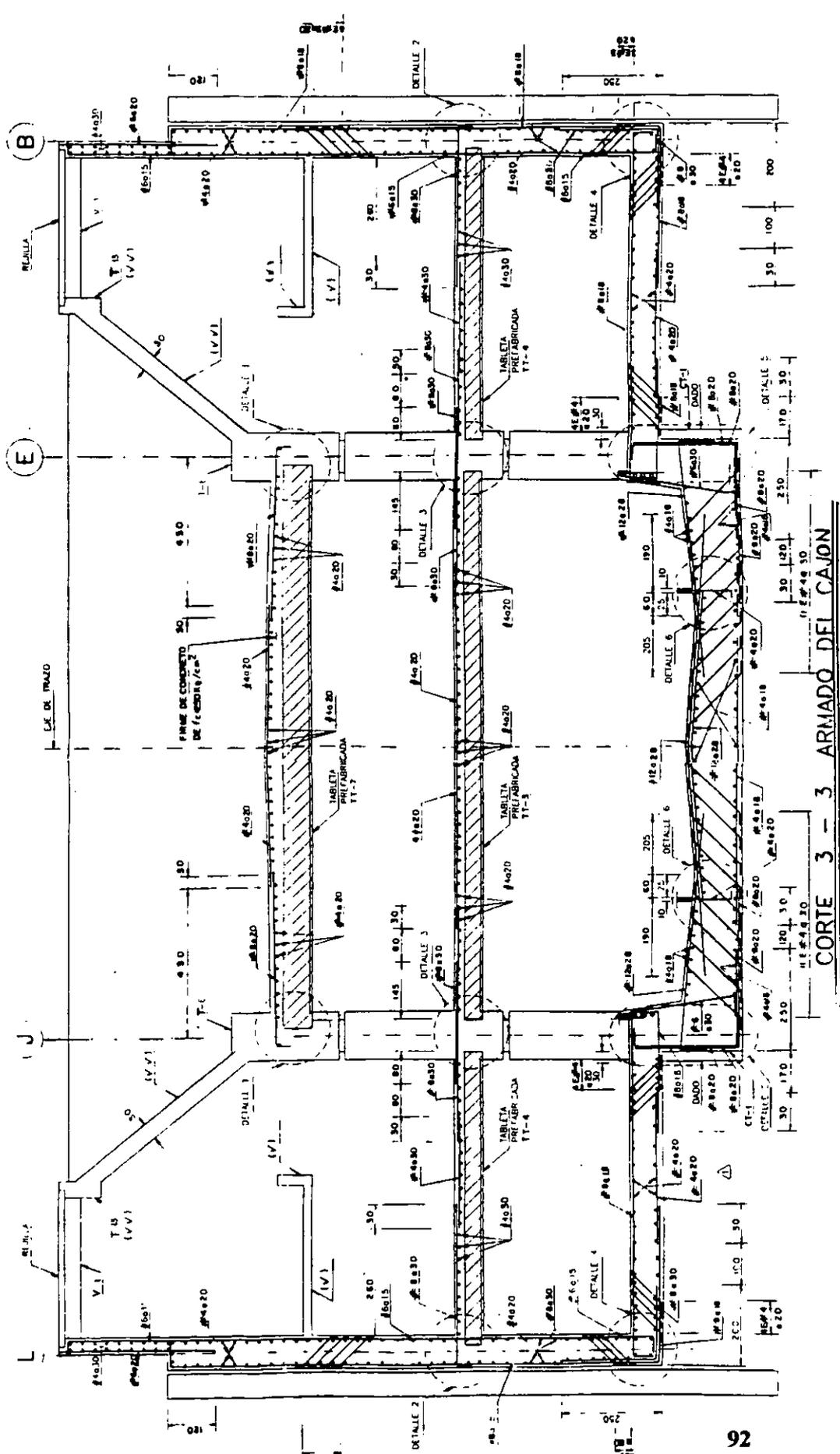
**CORTE 2 - 2 ARMADO DEL CAJON**

FIGURA 10



CORTE 3 - 3 DIMENSIONES DEL CAJON

91  
Fig.11



CORTE 3 - 3 ARMADO DEL CAJON

## **VII.10.- Celdas secundarias D y E.**

Estas celdas se podrán excavar sólo hasta el momento en que se haya concluido hasta el nivel subrasante de la vialidad, la estructuración de las tres celdas iniciales, es decir, hasta la colocación del material de relleno compactado, ya que sobre ellas trabajará el equipo de excavación.

Podrán excavarse de manera simultánea entre sí, siempre y cuando en la obra se garantice mediante el equipo y materiales necesarios, cumplir con los tiempos y restricciones de estructuración indicados en los párrafos siguientes.

Los cortes A-A' y H-H' del plano de cortes generales de la estación Guerrero ver Fig. No. 13 y 14 muestran los niveles en que se colocará el apuntalamiento respectivo.

Los procesos de excavación y apuntalamiento de estas celdas se realizarán de acuerdo con lo indicado para las celdas iniciales, pero teniendo en cuenta lo siguiente:

1.- Durante el proceso de excavación, cuando esta alcance 30 cm. por abajo del nivel de colocación de los puntales de sustitución aún en posición en las celdas iniciales, se detendrá esta para retirarlos y poder continuar con ella.

Cabe mencionar que también durante esta actividad se recomienda demoler y retirar los muros tablestaca auxiliares, aunque se aclara, que en caso de no convenir a los programas de ejecución de la obra, se podrán quedar estos muros auxiliares para su posterior demolición y retiro, para lo cual deberán fijarse a las losas de piso y techo ya construidas de las celdas iniciales, mediante el soldado de varillas, previa demolición parcial de los muros en los sitios de sujeción; por ningún motivo se deberán dejar "suelos".

2.- Los tensores metálicos colocados de manera previa a la excavación y construcción de las celdas iniciales, se deberán retirar en el instante previo a la colocación del segundo nivel de puntales de estas celdas.

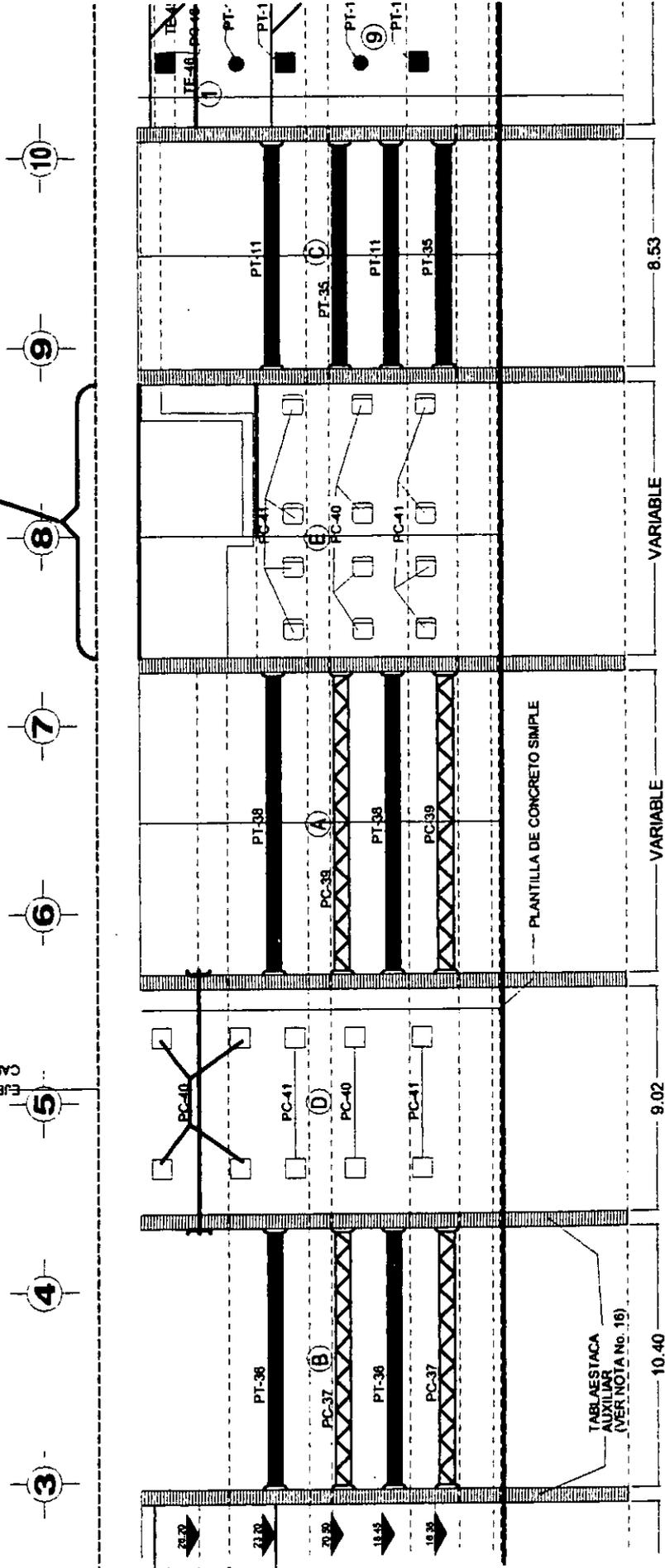
3.- Después de colocar el quinto nivel de puntales se podrá retirar el cuarto nivel de puntales.

4.- El quinto nivel de puntales se retirará veinticuatro horas después de colado el lastre de concreto simple ubicado bajo la losa de nivel andén (plantilla).

5.- La construcción de los elementos estructurales de la celda a excepción de las losas (contratraves, traves y muros) deberán realizarse hasta 1.00 m. como máximo antes de los muros tablestaca auxiliares, para realizar posteriormente la liga estructural de las celdas, actividad que se realizará una vez que se hayan demolido y retirado por completo hasta el nivel de la plantilla los citados muros tablestaca auxiliares.

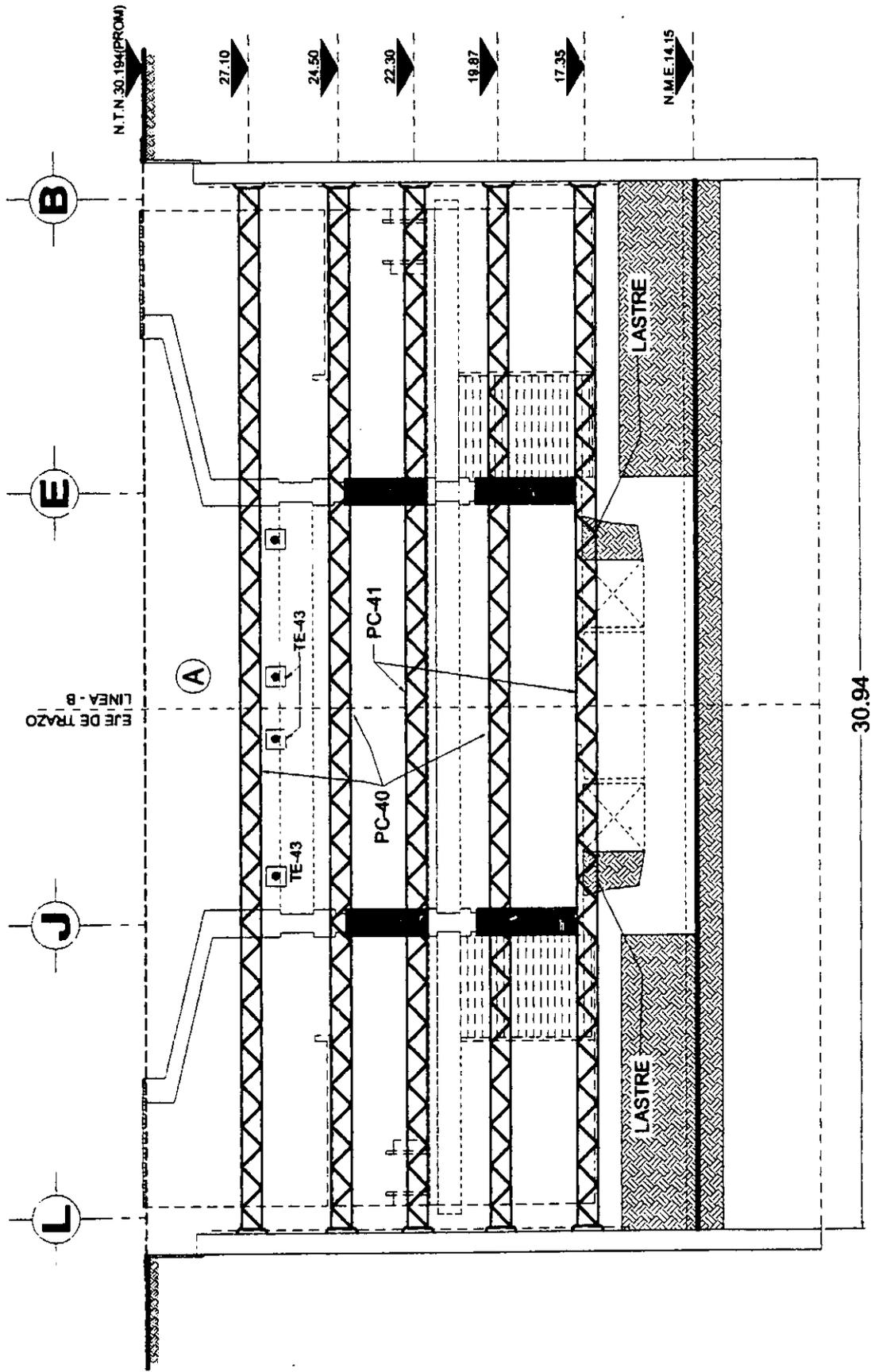
EJE DE ESTACION  
CAD. 22+11.942

VER NOTA 19



# ZONA CENTRAL CORTE A - A

FIGURA 13

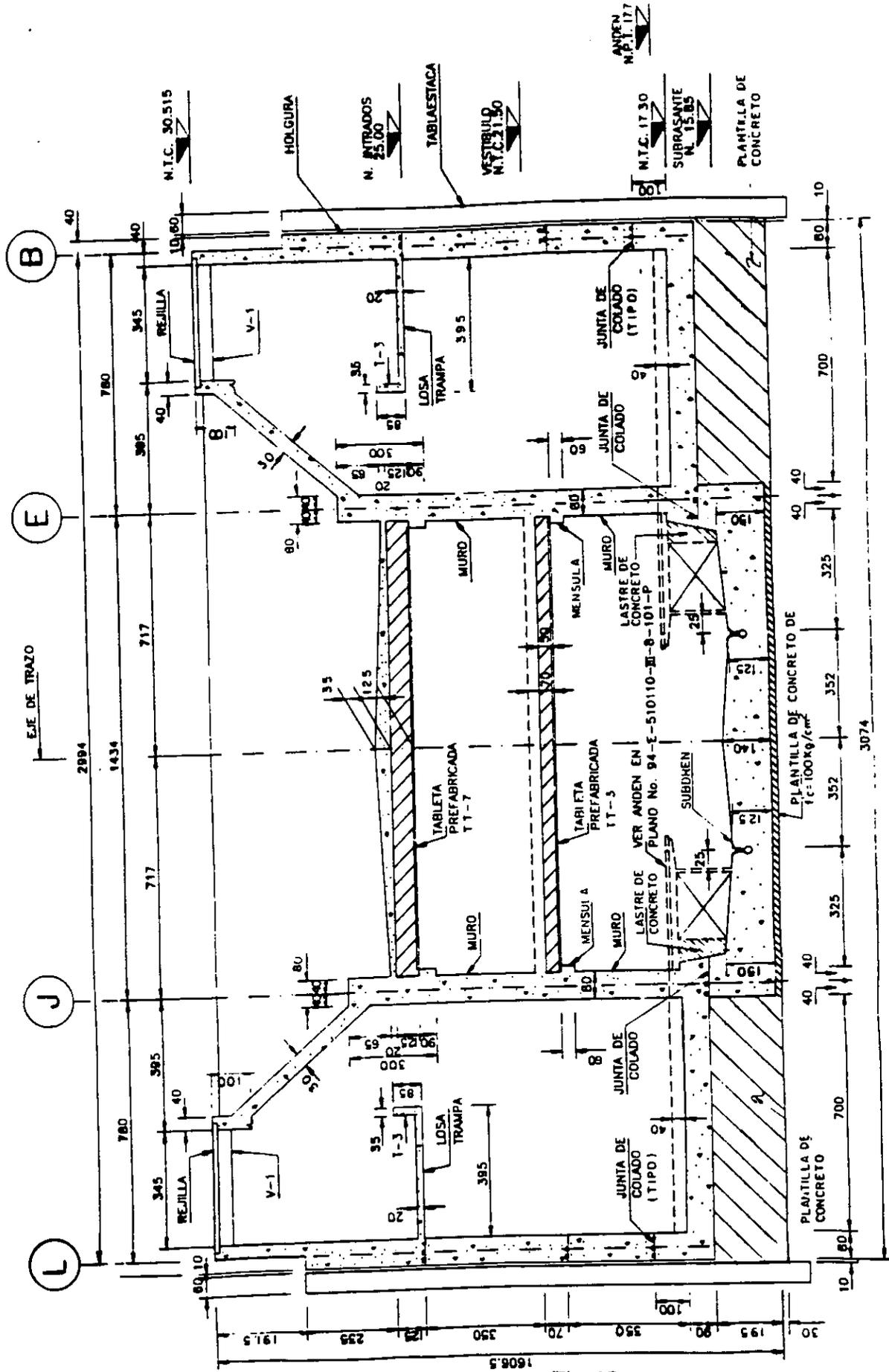


**CORTE H - H**

FIGURA 14

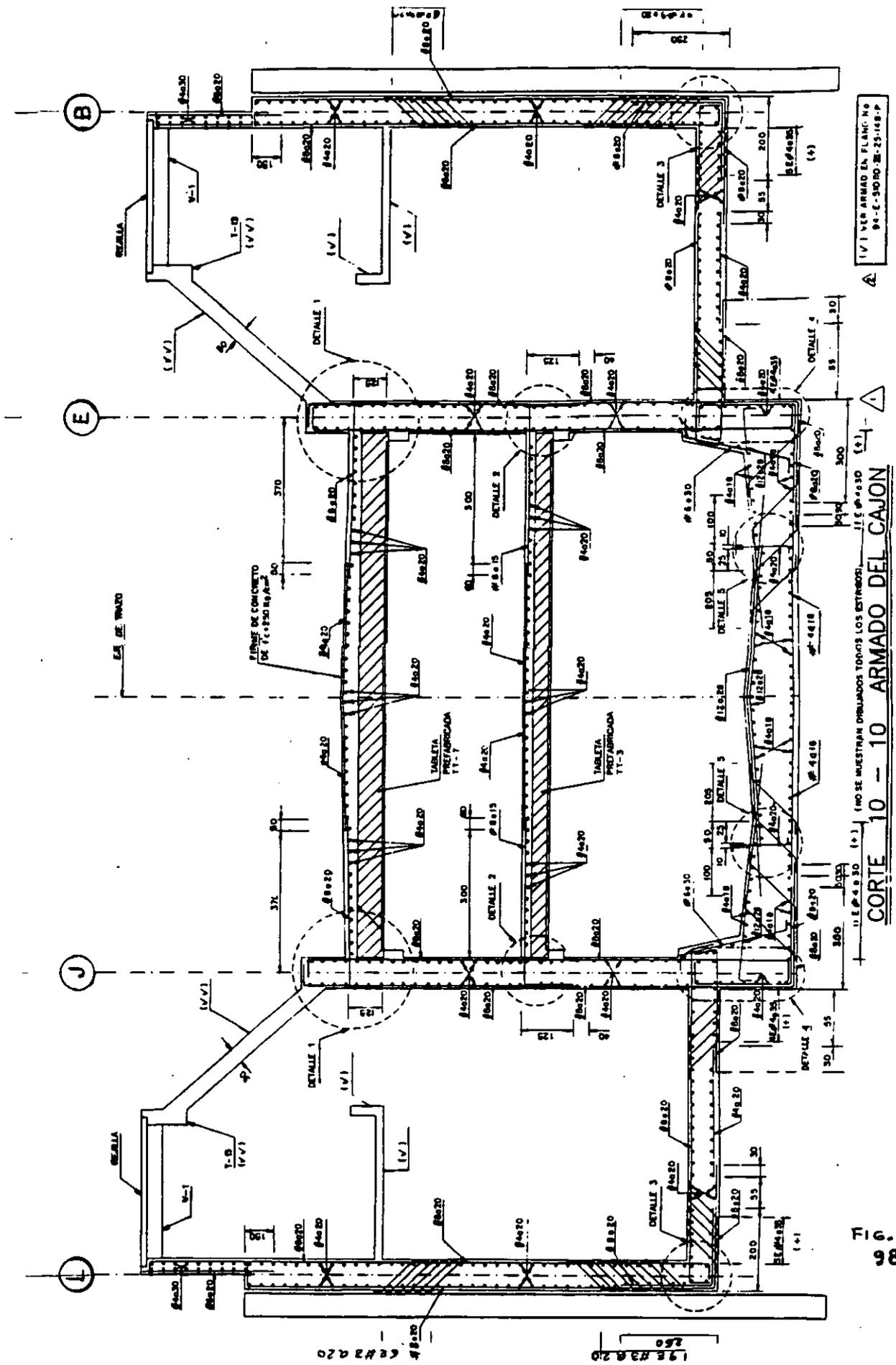
6.- El tercero y segundo nivel de puntales podrán retirarse veinticuatro horas después de colocado el firme de compresión de la losa de techo del nivel andén.

7.- Para retirar el primer nivel de puntales se deberá colocar inicialmente un puntal de sustitución que apoye a los muros estructurales de la sección contra la losa de techo del nivel vestíbulo (azotea) ya construida; estos puntales se podrán colocar siempre y cuando se haya cumplido las condiciones siguientes: setenta y dos horas después de haber colado los muros estructurales y cuarenta y ocho horas después de colado el firme de compresión. Ver corte 10-10 Fig Nos. 15 y 16.



CORTE 10 -- 10 DIMENSIONES DEL CAJON

Fig. 15  
97



11-VI SER ARMAD EN FLANC No  
 94-C-5030-28-23-148-P

**CORTE 10 - 10 ARMADO DEL CAJON**  
 (NO SE MUESTRAN DIBUJADOS TODOS LOS ESTREMOS.)  
 JIE #4x30 (1-1)  
 JIE #6x30 (1-1)

16  
 08  
 96

## **VII.11.- Ubicación y colocación de lastres.**

Además de las plantillas de concreto ya mencionadas, de manera complementaria al proyecto de la Estación y con el fin de controlar su comportamiento con el paso del tiempo, será necesario la colocación de "lastres" de concreto simple o relleno compactado con material limo-arenoso (tepetate) en algunas zonas específicas donde el proyecto arquitectónico generó algunos huecos. Estos lastres son:

1.- Como ya se indicó se deberá colocar un lastre de concreto simple (plantilla) desde el nivel de máxima excavación y hasta el nivel de desplante de la losa de piso de nivel andén, entre los ejes "B" al "E" y "J" al "L".

2.- En las zonas donde se construirán las subestaciones y el local técnico, para alcanzar el nivel de piso terminado se colocará también concreto simple, dejando en él ahogados los ductos y tuberías necesarios para las instalaciones eléctricas de los mismos.

3.- En los huecos ubicados bajo las rampas de las escaleras inferiores y superiores que comunican el nivel vestíbulo con el nivel andén se colocará un material de relleno compactado, en capas y de acuerdo con lo indicado en la especificación general para tal efecto.

4.- En el hueco ubicado bajo la losa del andén se colocará concreto simple, con la geometría indicada en el plano de cortes generales de la Estación.

## **VII.12.- Cabeceras de la Estación.**

Las etapas de excavación de estas zonas, tendrán una longitud de 3.0 m., estarán limitadas lateralmente por muros tablestaca de acompañamiento colados en sitio, y en el sentido de avance de la excavación se deberá configurar un talud con inclinación 1:1 y una berma con profundidad de 5.00 m. y una longitud de 10.00 metros, tal como se muestra en el plano de cortes generales correspondientes (corte A-A). En esta zona la máquina de excavación deberá trabajar lateralmente por el exterior de los muros tablestaca.

A excepción de los casos acotados en el plano de apuntalamiento, los puntales se colocarán por pares separados entre sí 3.00 m. de distancia centro a centro, de manera que queden simétricamente colocados con respecto a las juntas de construcción de los muros tablestaca.

### **VI.12.1.- Excavación, apuntalamiento y construcción de la cabecera poniente.**

#### **a).- Etapas 1 a 12.**

El corte C-C del plano respectivo de la Estación presenta la sección de la cabecera poniente, así mismo se muestra el corte A-A longitudinal de avance del sentido de excavación Figs. No 17 y 18 respectivamente.

1.- Se iniciará la excavación a partir del nivel de terreno natural hasta descubrir 30 cm. por abajo del primer nivel de puntales, donde se suspenderá momentáneamente para colocar estos elementos. La elevación correspondiente se muestra en el corte anteriormente citado.

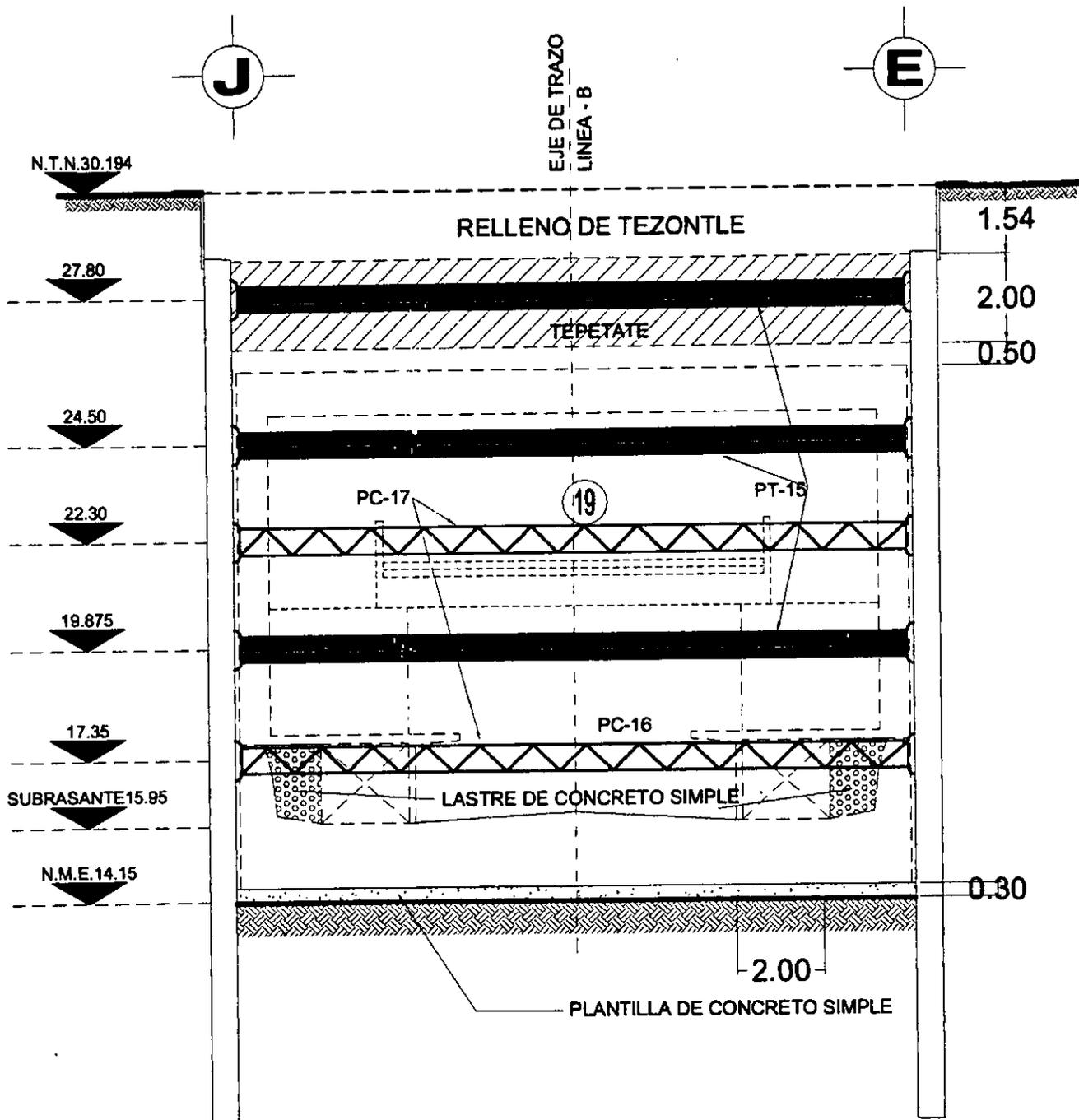
2.- Una vez colocado el primer nivel de puntales se continuará con la excavación hasta alcanzar 30 cm. por abajo del segundo nivel de puntales para colocar en seguida dicho nivel en su elevación correspondiente.

3.- De manera similar a lo antes descrito, se continuará con la excavación y colocación del tercero, cuarto y quinto nivel de puntales.

4.- Efectuado lo anterior, se proseguirá con la excavación hasta lograr la máxima profundidad de proyecto.

5.- alcanzada la máxima profundidad de excavación se procederá de inmediato al colado de una plantilla de concreto simple de 30 cm de espesor, provisto con aditivo acelerante de fraguado.

No deberán transcurrir más de tres horas entre el momento en que se alcance la profundidad máxima de proyecto y la terminación del colado de la plantilla.



# CORTE C - C

FIGURA 17



6.- Cuatro horas después podrá iniciarse el armado y colado de la losa de piso y muñones del muro estructural hasta 0.85 m. por arriba del nivel de subrasante, dejando en ellos las preparaciones necesarias para su liga posterior con los muros estructurales, muretes de andén y la losa de piso de la etapa siguiente.

El colado de la losa de piso se efectuará en un periodo máximo de ocho horas.

7.- Veinticuatro horas después de concluido el colado anterior se podrán retirar el quinto y cuarto nivel de puntales.

Para iniciarse la excavación de la siguiente etapa, será condición necesaria tener colada la losa de piso de la etapa en cuestión.

8.- Inmediatamente después se procederá al armado, cimbrado y colado de los muros estructurales hasta el nivel de desplante de la trabe de concreto que recibirá losa de techo del nivel andén, dejando en ellos las preparaciones necesarias para su liga posterior con los muros de la etapa adyacente, así como con los muros del nivel vestíbulo. Simultáneamente se construirán los muretes del andén, para poder colocar el lastre de concreto simple en la zona que ocupará el denominado "bajo andén", ver detalle en el corte C-C del plano correspondiente. Concluido lo anterior se armará, cimbrará y colará la losa de andén correspondiente.

9.- Cuarenta y ocho horas después de colados los muros estructurales del nivel andén, se armará, cimbrará y colará la trabe de concreto y setenta y dos horas después de este colado, se procederá a la colocación de las "pérgolas" metálicas de manera transversal al eje de trazo, y a partir de las cuales se estructurará la losa de techo del nivel andén a base de tabletas prefabricadas "cortas", ver corte 4-4, Fig. No 19.

10.- Veinticuatro horas después de colada la losa de techo antes mencionada se podrán retirar el tercero y segundo nivel de puntales.

11.- Una vez hecho lo anterior se realizará el armado, cimbrado y colado de los muros estructurales del nivel vestíbulo hasta el nivel de desplante de la losa de techo del nivel vestíbulo, dejando en él las preparaciones necesarias para su liga posterior con la losa de techo y con los muros de la etapa siguiente.

12.- Setenta y dos horas después de colados los muros estructurales, se colocarán las tabletas prefabricadas que constituirán la losa de techo. Entonces se armará y colará el firme de compresión.

13.- Una vez que el firme de compresión alcance su resistencia de proyecto, se iniciará la colocación del material de relleno compactado sobre la losa de techo hasta alcanzar 30 cm. por abajo del primer nivel de puntales, momento en el que se detendrá para proceder a retirarlo. Una vez hecho lo anterior se concluirá esta colocación hasta

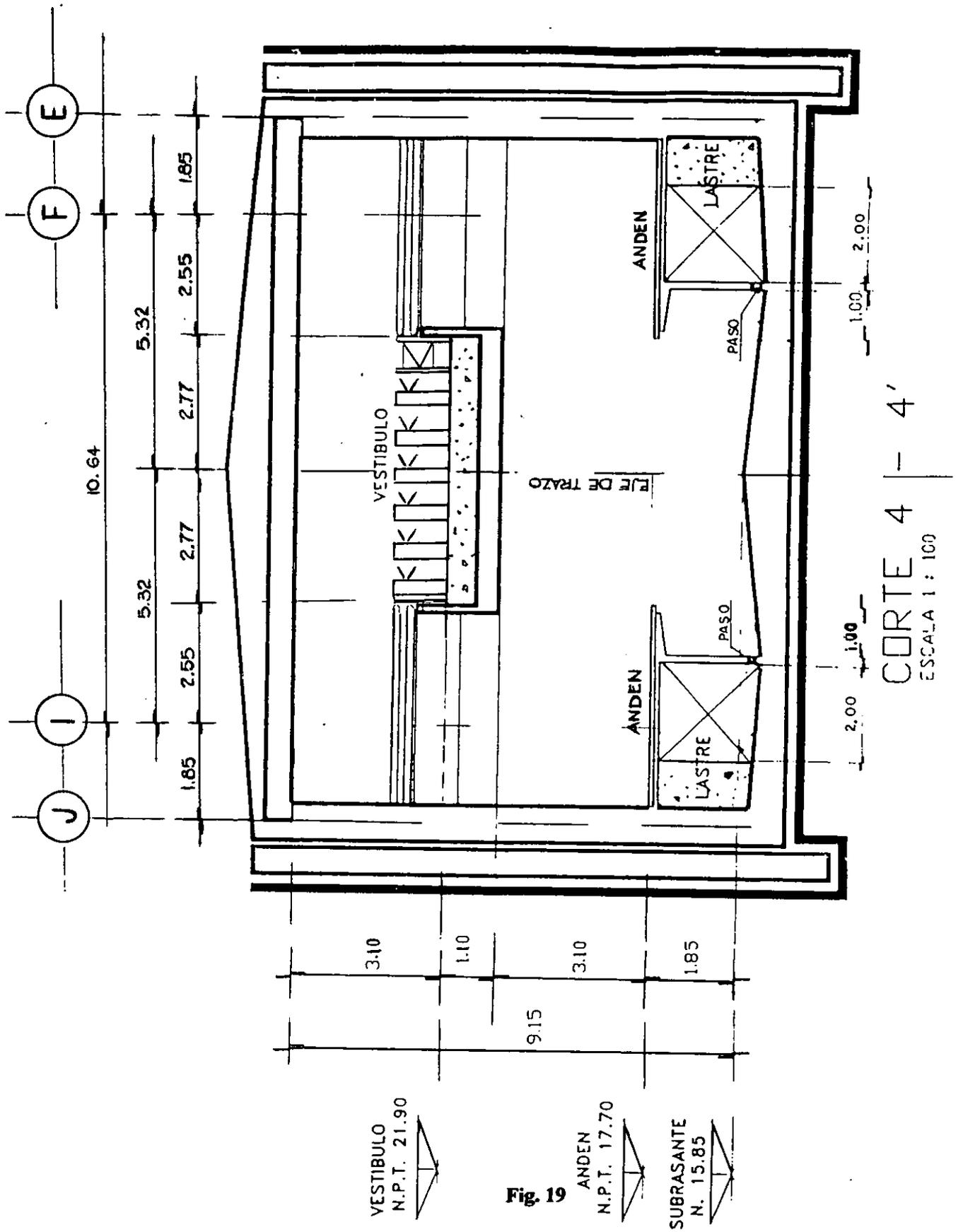


Fig. 19

el nivel subrasante de la vialidad respectiva. Este relleno estará constituido a base de un material limo-arenoso tipo tepetate y se colocará de acuerdo con lo indicado en la especificación general para la colocación de rellenos compactados sobre el cajón del **Metropolitano Línea B.**

14.- Por último se realizará la restitución del pavimento de acuerdo con los lineamientos expuestos en la especificación general correspondiente.

**b).-Etapas 13 a 19.**

La excavación, apuntalamiento y construcción de estas etapas se realizará de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior, pero teniendo en cuenta lo siguiente:

1.- No se colocará lastre de concreto simple en el denominado "bajo andén".

2.- Las losas de piso de las etapas 18 y 19 deberán colarse solo hasta el límite indicado en el plano de etapas de excavación, con el fin de realizar posteriormente la excavación y construcción del cárcamo de bombeo en esa zona, según se indica más adelante en este escrito.

3.- La losa de techo del nivel andén estará constituida por tabletas prefabricadas y firme de compresión no existiendo en esta zona los huecos para la ventilación de la sección anterior. Ver cortes 7-7 y 8-8 Figs. No. 20, 21, 22 ,23.

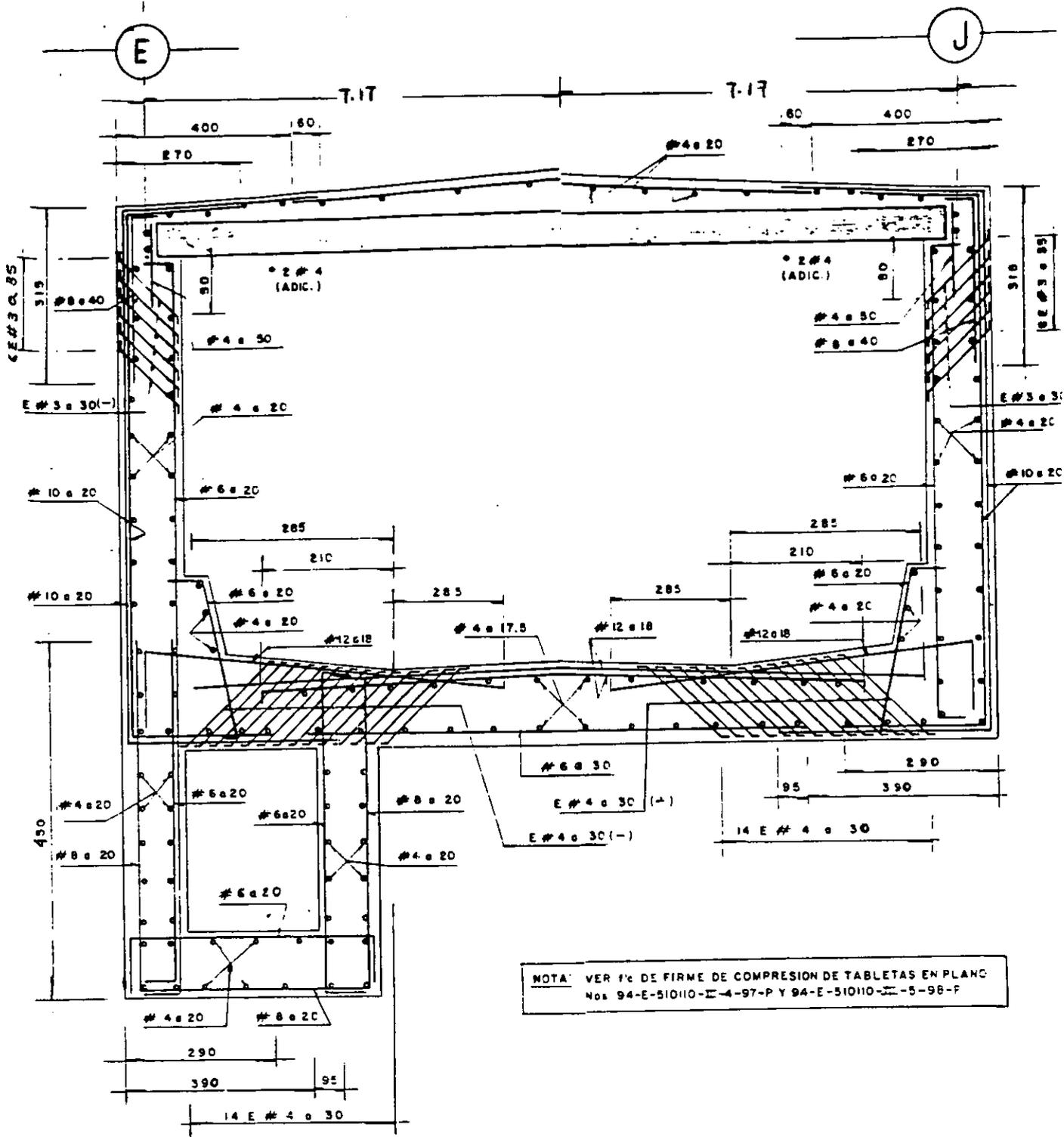
4.-Una vez que el firme de compresión alcance su resistencia de proyecto, se iniciará, la colocación del material de relleno sobre la losa de techo, de acuerdo con lo que sigue :

Inicialmente se colocará una capa de transición de 50 cm. a partir del nivel de **extrados**, a base de un material limo-arenoso tipo tepetate de acuerdo con lo indicado en la especificación general para la colocación de rellenos compactados sobre el cajón del **Metropolitano Línea B.**

Posteriormente se colocará una capa de tezontle de 2.00 m de espesor , siguiendo los lineamientos indicados en la especificación general para la colocación de rellenos ligeros sobre el cajón del metro.

Por último se realizará la colocación nuevamente de un relleno a base de material compactado tipo tepetate hasta alcanzar el nivel subrasante de la vialidad respectiva.

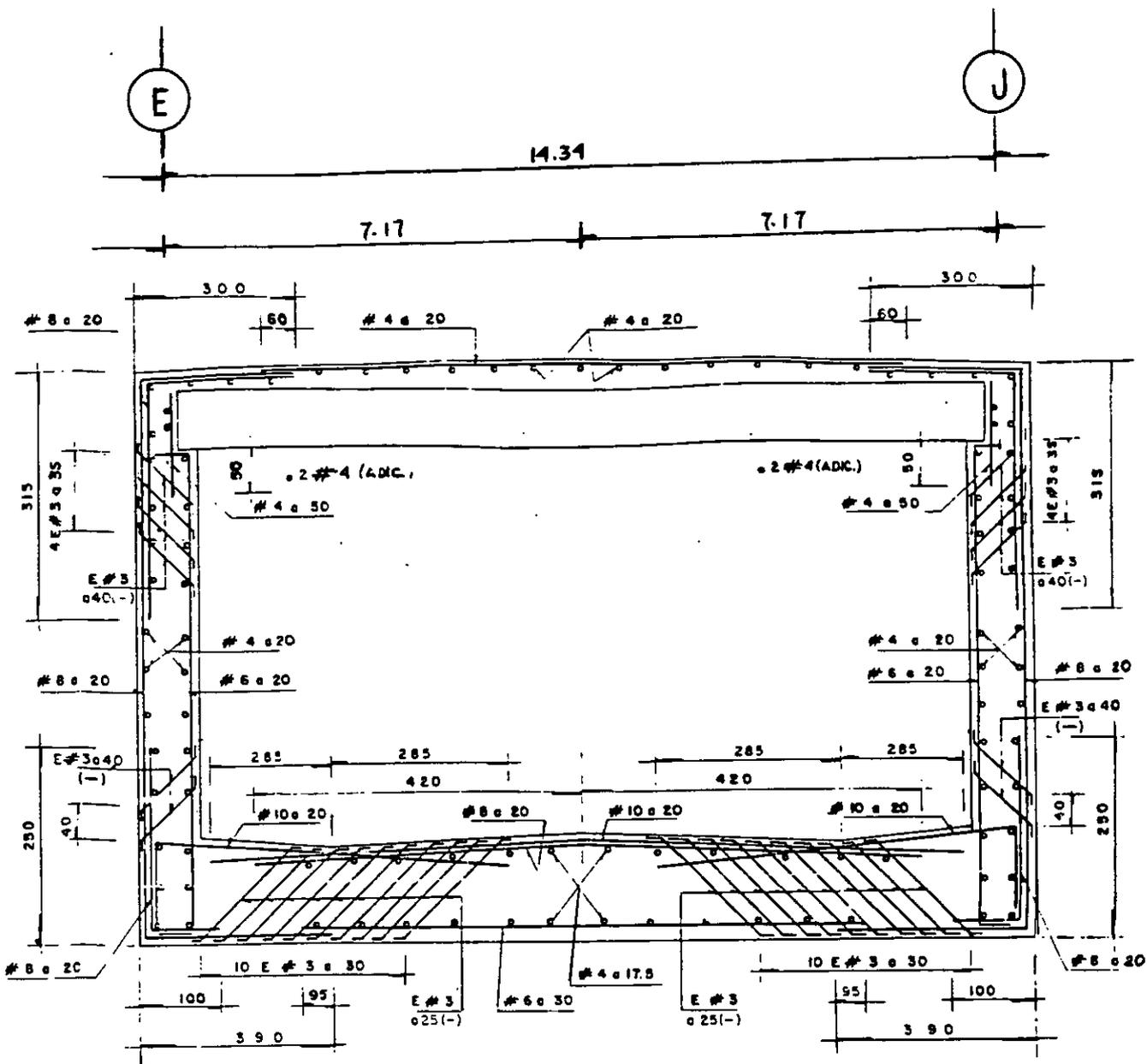




**CORTE 7-7 (ARMADO)**

**Fig. 21**





CORTE 8-8 (ARMADO)

Fig. 23

### **c).- Restricciones de Estructuración.**

Durante la ejecución de los trabajos de excavación, apuntalamiento y construcción en esta zona ( cabecera poniente ), se deberán tener en cuenta las siguientes restricciones de avance o estructuración:

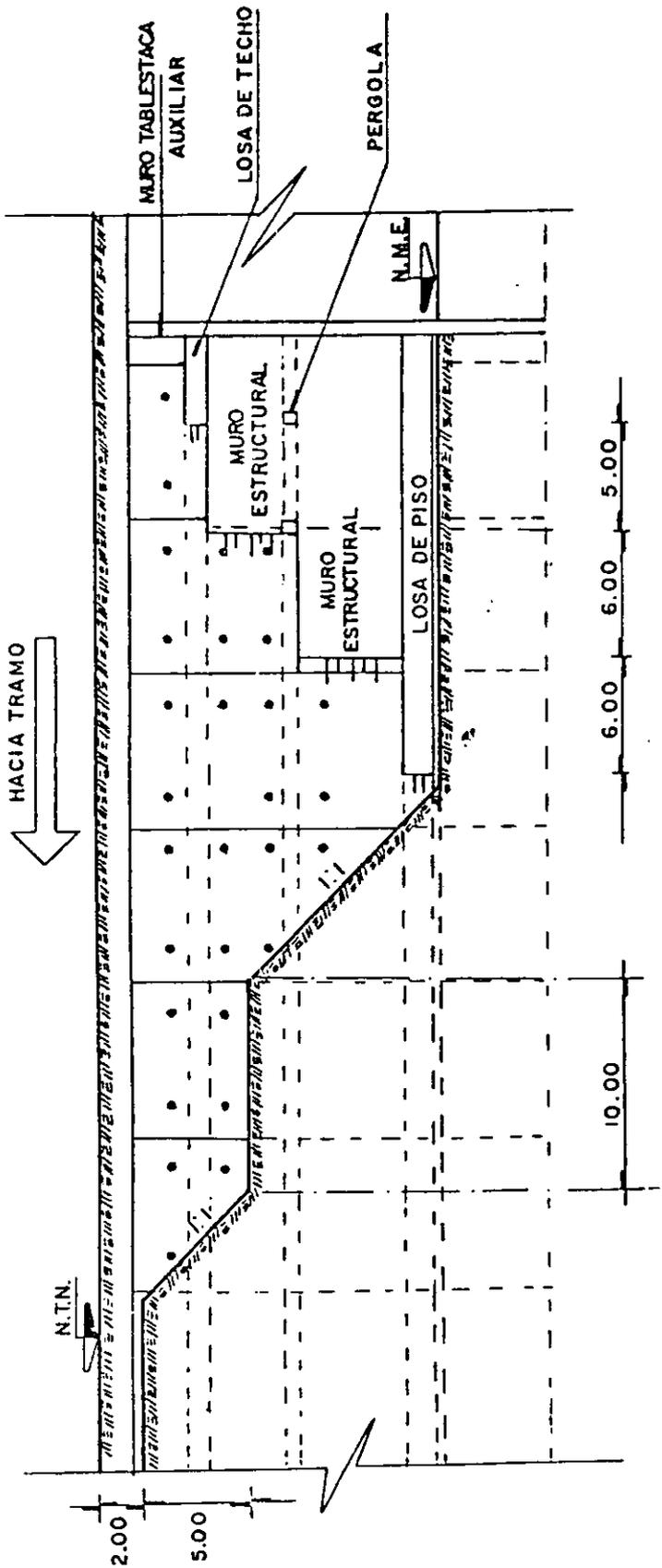
1.- No deberá existir una distancia mayor de 6.00 metros entre el frente de construcción de los muros estructurales del nivel andén, y el frente de construcción de la losa de piso.

2.- No deberá existir una distancia mayor de 6.00 metros entre el frente de colocación de las pérgolas de la losa de techo del nivel andén junto con los muros estructurales del nivel vestíbulo y el correspondiente a los muros del nivel andén.

3.- No deberá existir una distancia mayor a 5.00 metros entre el frente de construcción de los muros del nivel vestíbulo y su losa de techo correspondiente.

4.- Por último el frente de colocación del relleno sobre la losa de techo no deberá separarse más de 9.00 metros del frente de construcción de la losa de techo de la estación.

Estas restricciones se pueden ver en la figura No 24.



**RESTRICCIONES DE AVANCE EN LA CABECERA PONIENTE**  
**ESTACION GUERRERO ( L - B )**

DIBUJO ESQUEMATICO  
 ACOE EN METROS



ESP. PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO  
 DE LA ESTACION GUERRERO PERTENECIENTE A  
 LA LINEA B DEL METROPOLITANO.

94-MS-510110-  
 III-08-49-e.  
 MOD. 1

FIGURA No.24

### **VII.13.- Excavación, apuntalamiento y construcción de la cabecera oriente.**

#### **a).- Etapas 1' a 9'.**

La excavación y construcción de estas zonas se realizará de manera similar a lo indicado en el inciso VII.12.1. de este escrito, pero teniendo en cuenta lo siguiente:

Los cortes A-A y B-B del plano de cortes generales de la estación Guerrero (planta general de cortes Fig. No 25) muestra los elementos constituyentes de la sección de la cabecera poniente; así como las elevaciones en que se deberá colocar el apuntalamiento respectivo.

1.- Setenta y dos horas después de colados los muros estructurales del nivel andén, se colocarán las tabletas prefabricadas y se colará su firme de compresión constituyendo así la losa de techo, dejando en ella las preparaciones necesarias para su liga posterior con la losa de la etapa siguiente, así como con los muretes que soportarán la losa de piso del nivel de pasarela de correspondencia con la línea 3 del metro.

2.- Veinticuatro horas después de colado el firme de compresión se deberán retirar el tercero y segundo nivel de puntales.

3.- Se procederá entonces al armado, cimbrado y colado de los muros del nivel vestíbulo ó pasarela de correspondencia, colándolos hasta alcanzar el nivel de remate de los muros ( nivel intrados ). De manera simultánea se deberá realizar la construcción de los muretes que apoyarán la losa de piso de la pasarela de correspondencia, para alojar entre ellos y sobre la losa de techo del nivel andén ya construida, un lastre de concreto simple de 0.60 m. en todo el ancho de la sección ( ver corte B-B). Concluido esto se podrá construir la losa de piso del nivel pasarela.

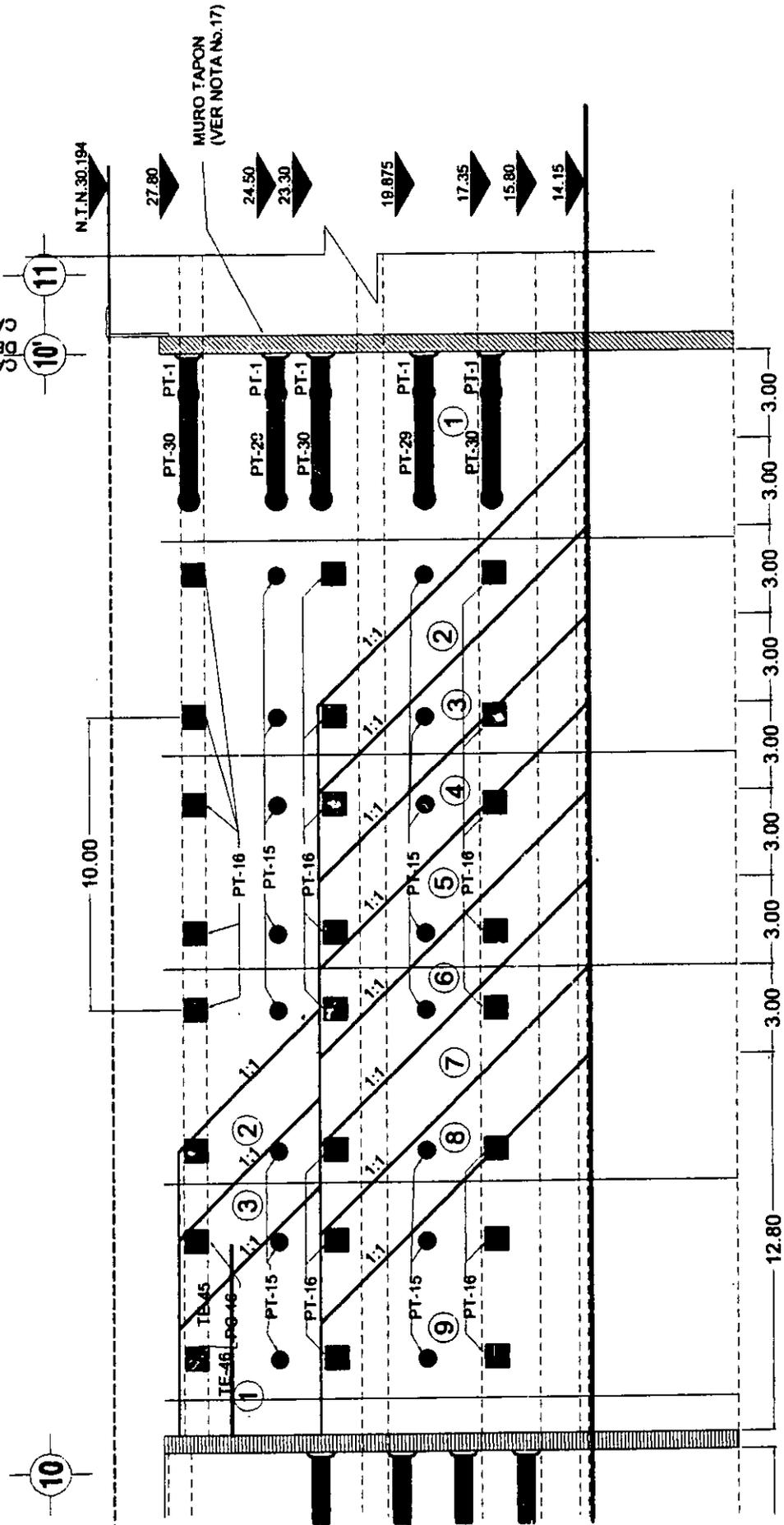
4.- Setenta y dos horas después de colados los muros estructurales del nivel vestíbulo, se deberá colocar un puntal de sustitución de 0.50 m por abajo del nivel de colado, el cual apoyará ambos muros entre sí, ver corte B-B, este puntal se colocará con una precarga de 10 ton.

5.- Hecho lo anterior se deberá retirar el primer nivel de puntales, para concluir con la construcción de los muros estructurales del nivel vestíbulo hasta el nivel de desplante de la losa de techo correspondiente.

6.- Setenta y dos horas después de colados los muros estructurales, se colocarán las tabletas prefabricadas y se colará su firme de compresión constituyendo así la losa de techo, dejando en ella las preparaciones necesarias para su liga posterior con la losa de la etapa siguiente.

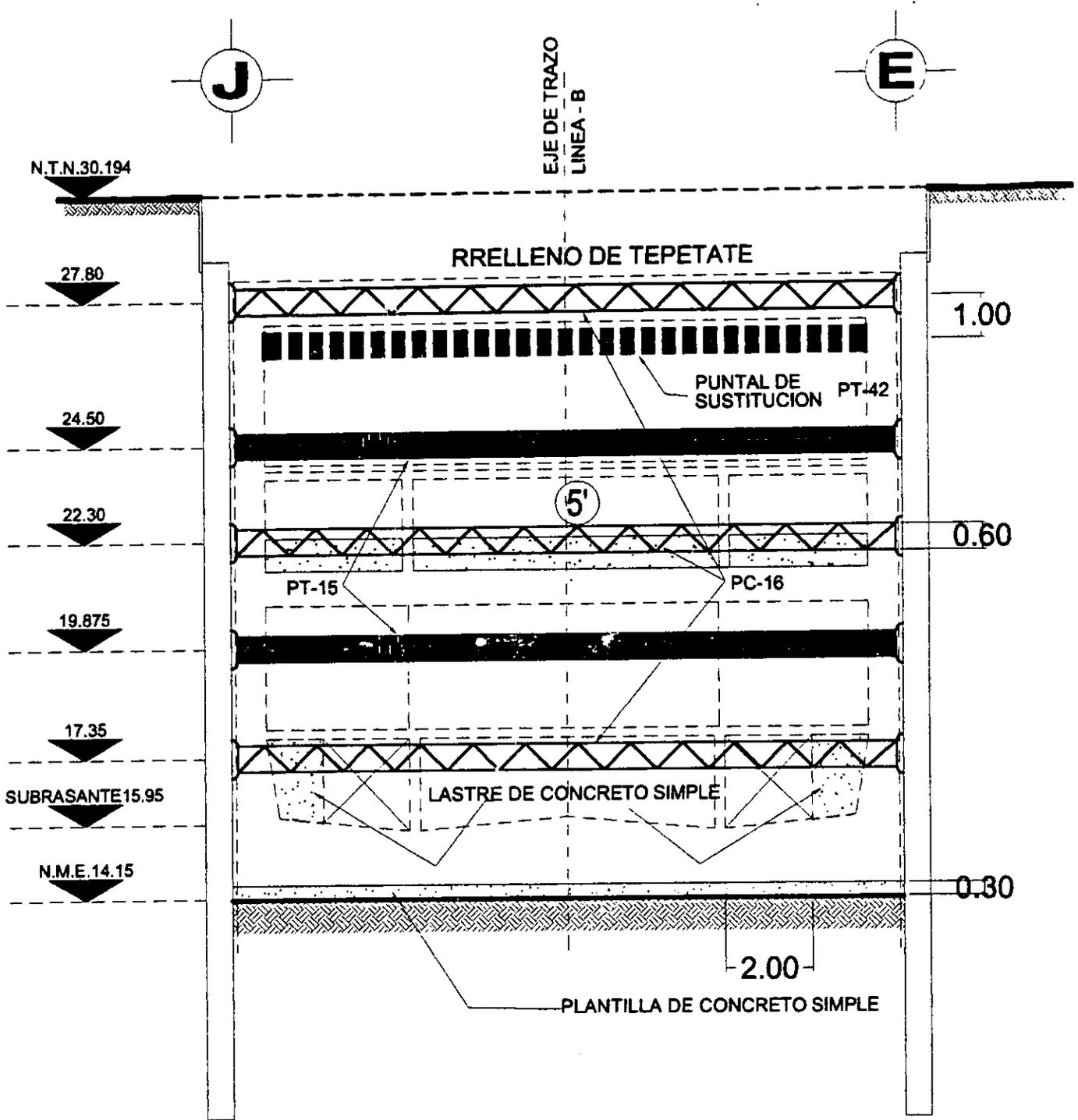
7.- Por último, y una vez que el firme de compresión alcance su resistencia de proyecto, se realizará la colocación del relleno de material compactado tipo tepetate

CABECERA ORIENTE  
DE ANDEN  
CAD. 22+636.942



CABECERA ORIENTE

**C O R T E - A**



# CORTE B - B



sobre la losa de techo hasta el nivel subrasante de la vialidad; de acuerdo con lo indicado en la especificación general correspondiente (Ver Corte 3-3' Fig No 26) .

**b).- Restricciones de Estructuración.**

Durante la ejecución de los trabajos de excavación, apuntalamiento y construcción en esta zona ( cabecera oriente ), se deberán tener en cuenta las siguientes restricciones de avance o estructuración:

1.- No deberá existir una distancia mayor de 6.00 m entre el frente de construcción de los muros estructurales del nivel andén y el frente de construcción de la losa de piso.

2.- No deberá existir una distancia mayor de 6.00 m entre el frente de construcción de la losa de techo del nivel andén y los muros del nivel andén.

3.- No deberá existir una distancia mayor de 6.00 entre el frente de construcción de los muros del nivel vestíbulo y la losa de techo del nivel andén.

4.- No deberá existir una distancia mayor de 6.00 m entre el frente de construcción de la losa de techo del nivel vestíbulo y los muros del mismo nivel.

5.-Por último el frente de colocación del relleno sobre la losa de techo no deberá separarse más de 9.00 m del frente de construcción de la losa de techo de la estación.

Estas restricciones se pueden ver en la figura No27 de este escrito.

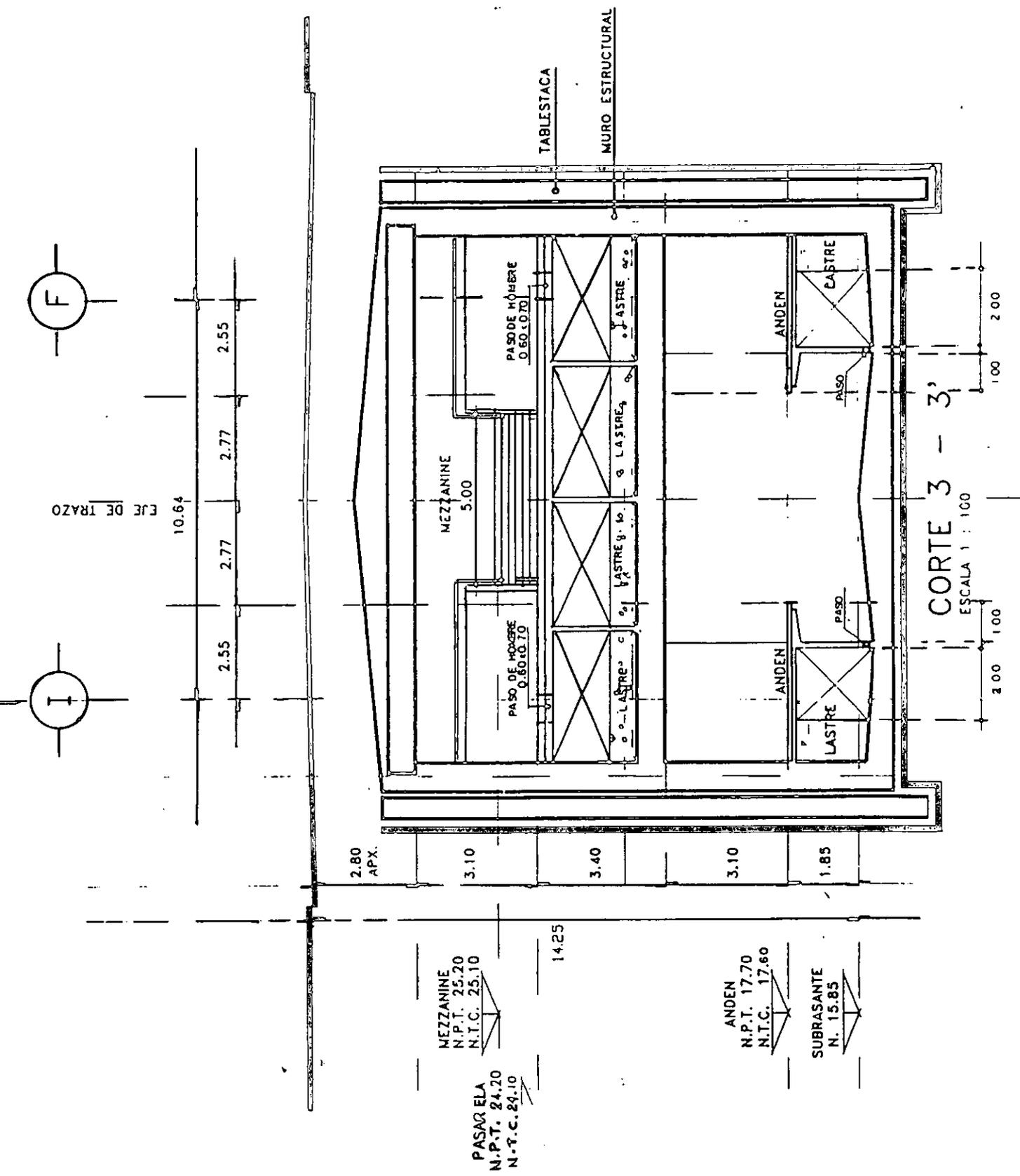


Fig. 26



**VIII.14.- Excavación, apuntalamiento y construcción del cárcamo de bombeo ubicado en la cabecera poniente, etapa N° 20.**

La excavación y apuntalamiento de esta zona se llevará a cabo de acuerdo con los lineamientos indicados en el inciso VII.12 de este escrito pero teniendo en cuenta lo siguiente:

1.- La excavación de la zona que alojará al cárcamo de la cabecera poniente se realizará de acuerdo con lo indicado en el plano de etapas de la Estación ( etapa 20 ), y sólo veinticuatro horas después de colada la losa de piso de la etapa 19.

2.- La excavación se realizará entre taludes con inclinación 0.25 : 1 (horizontal a vertical ) en tres de sus caras, y contra el muro tablestaca de acompañamiento en la cuarta cara. Ver figura No 28 de este escrito.

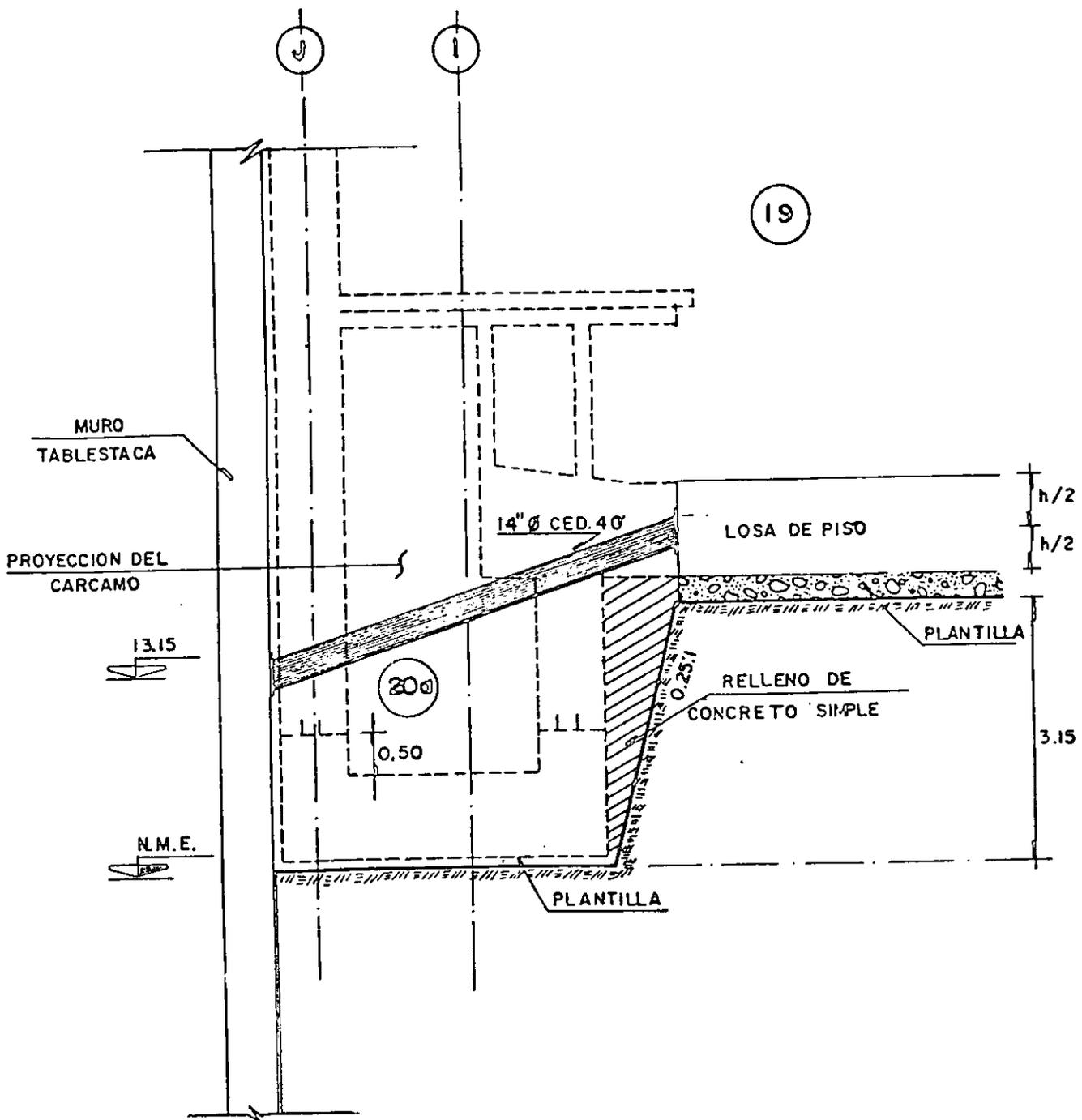
3.- Una vez que la excavación alcance 0.30 m. por abajo del nivel de colocación del sexto puntal en esta zona se detendrá este proceso, procediendo a su colocación, apoyándolo en el otro extremo contra la losa de piso de la zona adyacente ( a la mitad del peralte de la losa ).

4.- Una vez hecho lo anterior, se concluirá la excavación de la etapa, colando en el fondo de la misma una plantilla de concreto simple provisto con aditivo acelerante de fraguado, de 10 cm. de espesor.

5.- Dos horas después del colado anterior, se armará y colará la losa de piso y muñones de los muros del cárcamo hasta 0.50 m. por arriba del nivel de tope de colado de dicha losa, debiendo colar ambos elementos contra el terreno configurado por el talud durante su excavación, ver el corte 1-1 del detalle de los planos de etapas de excavación y apuntalamiento de la Estación.

6.- Veinticuatro horas después se procederá a la conclusión de la construcción de los muros del cárcamo, debiendo dejar franjas sin colar en los sitios en que interfieran los puntales, los cuales se retirarán posteriormente, por lo que se deberá prever no dejarlos ahogados; en los muros se dejarán las preparaciones necesarias para su liga posterior con la losa de techo del cárcamo y losas de piso de las etapas adyacentes.

7.- Setenta y dos horas después de colados los muros, se procederá a armar, cimbrar y colar la losa de techo del cárcamo, ligándola con los muros del cárcamo y losas de piso contiguas.



**CORTE I-I'**

**CARCAMO DE BOMBEO EN CABECERA PONIENTE**

DIBUJO ESQUEMATICO  
ACOT. EN METROS



ESP. PARA EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO  
DE LA ESTACION GUERRERO PERTENECIENTE A  
LA LINEA B DEL METROPOLITANO.

94-MS-510110-  
III-08-49-e.

MOD. J  
FIGURA No.  
28

#### VIII.15.- Zona de accesos.

La excavación y apuntalamiento de estas zonas ubicadas en la cabecera poniente de la Estación se realizará a manera de "celdas", es decir, se excavará conformando un mismo nivel de excavación en el fondo, a partir del cual se realizará la estructuración correspondiente de acuerdo con lo indicado en el inciso VII.9.5 de este escrito, pero teniendo en cuenta lo siguiente:

1.- Durante el proceso de excavación se deberán demoler y retirar los muros tablestaca de acompañamiento de la cabecera en la zona colindante donde se ubicará precisamente el corredor o puerta de acceso a la estación, ver el plano de apuntalamiento correspondiente.

Para el caso del acceso norte se demolerá además el muro tablestaca correspondiente, adyacente a la zona del cárcamo de bombeo, cuyo proceso constructivo se presenta más adelante.

2.- Después de colocar el tercer nivel de puntales se podrá retirar el segundo nivel de puntales .

3.- Una vez alcanzado el nivel de máxima excavación, se colará una plantilla de concreto simple provisto con aditivo acelerante de fraguado de 20 cm de espesor.

4.- Cuarenta y ocho horas después se podrá retirar el tercer nivel de puntales, procediendo a construir la losa de fondo y muñones de los muros estructurales hasta 1.00 m por arriba del tope de colado de la losa, ligándola a la losa del nivel vestíbulo de la cabecera. Así mismo se construirán las contratrabes CT-2, cimbrándolas y armándolas de la manera convencional, dejando en ellas las preparaciones necesarias para su futura liga con las losas de los descansos de las escaleras de acceso. Estas contratrabes se ligarán estructuralmente a los muros de la cabecera de la estación, previa demolición de los muros tablestaca de acompañamiento.

5.- Se proseguirá con la construcción de los muros estructurales, dejando en ellos las preparaciones estructurales necesarias para su liga posterior con las rampas de las escaleras y losa de techo del primer descanso, cuya construcción se realizará después de haber colocado en los huecos generados bajo ellas un relleno de tezontle previamente humedecido, acomodado en capas de 30 cm. de espesor manualmente o con equipo ligero. Una vez construidos los elementos antes citados, deberá detenerse el proceso de estructuración.

6.- Cuando se haya alcanzado la resistencia de proyecto en las losas de techo del acceso y primer rampa, se procederá a la colocación del material de relleno compactado hasta alcanzar 0.50 m. por abajo del primer nivel de puntales para proceder a su retiro.

7.- Se concluirá entonces con la estructuración de esta zona, debiendo demoler parcialmente los muros tablestacas laterales "tapones" que la separan de la zona de rampa restante por construir mediante una excavación a cielo abierto, ver corte I-I' del plano de cortes generales de la Estación, Fig. No 29.

8.- El espacio comprendido entre el muro estructural de los accesos y el muro tablestaca de la cabecera deberá rellenarse con una mezcla suelo-cemento en proporción 10:1 en peso del cemento.

VIII.16.- Excavación, apuntalamiento y construcción del cárcamo de bombeo ubicado en el nivel vestíbulo, etapa 22.

1.- La excavación de esta zona se realizará entre taludes 0.25 :1 (horizontal a vertical ) en tres de sus caras hacia la Estación como ya se comentó, durante su excavación se deberá demoler el muro tablestaca de acompañamiento de la cabecera .

2.- Una vez alcanzado el nivel de máxima excavación se colará en el fondo una plantilla de concreto simple provisto con un aditivo estabilizador de volumen de 10 cm. de espesor.

3.- Posteriormente se construirá la losa de piso y los muñones de los muros hasta alcanzar un nivel de 50 cm. por arriba del nivel tope de colado de la losa.

4.- Veinticuatro horas después, se armarán, cimbrarán y colarán los muros estructurales del cárcamo, ligándolos a la losa de piso de los accesos.

5.- Cabe aclarar que el espacio generado entre el cárcamo y el suelo excavado con taludes se deberá rellenar mediante la colocación de concreto simple, de acuerdo con lo indicado en el inciso VII.15 de este escrito.

#### Notas importantes.

1.- Deberá respetarse el orden de las etapas de excavación indicadas en el plano correspondiente, y las restricciones constructivas indicadas en este escrito.

2.- El proceso constructivo mostrado en este escrito para las cabeceras de la Estación Guerrero considera la realización de manera previa de la excavación y estructuración de la denominada "zona central".

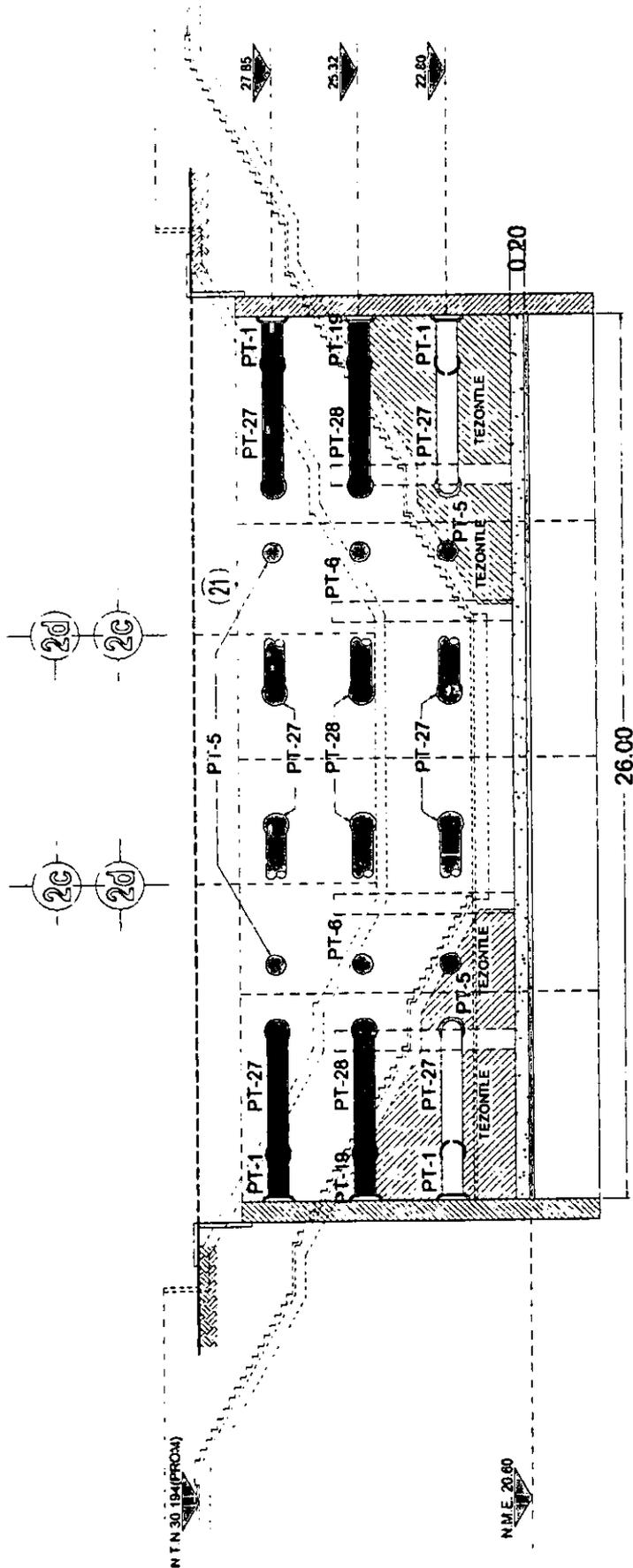


FIGURA 29

**CORTE**

3.- Una vez iniciada la excavación de cualquier etapa no es conveniente interrumpirla si no hasta alcanzar la profundidad de proyecto; en caso de que sea necesario interrumpirla por un fin de semana, por un día festivo o por cualquier otra causa, la profundidad en la que se suspenderá la excavación no deberá ser mayor de el 40 % de la máxima profundidad de proyecto.

4.- Todas las tuberías de agua potable aledañas a los muros tablestaca de la estación se deberán desviar superficialmente, en forma provisional durante el tiempo que dure la excavación de la obra y de acuerdo a lo indicado en el proyecto hidráulico correspondiente.

5.- Durante la excavación de las etapas 1 y 1' de las cabeceras poniente y oriente respectivamente, deberán demolerse los muros tablestaca auxiliares de la zona central adyacentes a las mismas.

6.- Todos los puntales deberán colocarse con una precarga de 80 ton, debiendo llevarse un riguroso control en la aplicación y conservación de la misma, para lo cual se recomienda que la contratista realice lecturas de verificación aleatoria pero sistemática por lo menos cada 48 hrs, las cuales tendrá anotadas con fecha, hora y precarga leída, debiendo enviarse a ICA Ingeniería para su revisión y seguimiento correspondiente.

7.- Los puntales se colocarán en el momento en que la excavación descubra sus puntos de aplicación, no debiendo continuar con esta si los puntales no han sido colocados en su posición.

8.- Para la colocación de los puntales en "pata de gallo", se dejarán las preparaciones necesarias en los muros tablestaca, consistentes en placas metálicas ancladas, a las cuales se soldarán los puntales, ver detalle estructural en los planos respectivos.

9.- Los "puntales cortos" mencionados en este escrito no serán de un diámetro menor de 16" cédula 40, pudiendo estar sin canastilla pues sólo servirán de cufia.

10.- A menos que se indique lo contrario en el texto de este escrito, en las cabeceras; la máquina de excavación deberá trabajar de manera lateral por el exterior de los muros tablestaca. Por ningún motivo deberá ubicarse sobre el hombro del talud.

11.- Una vez concluido el proceso de excavación de la estación, se deberá realizar el sellado de las filtraciones en las juntas de los muros tablestaca, aclarando que no se podrá iniciar la construcción de los muros estructurales de la Estación del metro si no se han tratado completamente dichas filtraciones, y en caso de que no puedan ser controladas; para continuar con el tren de avance, estas se deberán canalizar con un tubo metálico con cuerda para su posterior tratamiento.

12.- La colocación del armado, así como los espesores de los diferentes elementos estructurales se muestran en los planos del proyecto estructural correspondiente.

13.- Esta especificación se complementa con los planos de pozos de bombeo, etapas de excavación, de apuntalamiento y de cortes generales, así como con la especificación de instrumentación y bombeo de la Estación Guerrero, y las correspondientes con el desvío del colector de 2.13 m. de Diámetro localizado en la calle de héroes, que cruza sobre la línea central, por lo que deberán consultarse.

CAPITULO VIII.- CONTROL DE CALIDAD

[REDACTED]

## VIII.- Control de calidad de Materiales.

### VIII.1.- Generalidades.

Durante la construcción de la obra se obtendrán muestras representativas de los materiales utilizados en esta; las cuales se calificarán de acuerdo a lo indicado en el proyecto, las normas y especificaciones para cada material en su caso y en las pruebas indicadas con el representante, determinar la calidad del material.

Todos los resultados de las pruebas obtenidas efectuadas en las muestras de los materiales, según los procedimientos establecidos en la norma específica de cada material se comparan con los requisitos y tolerancias de calidad requerido en dichas especificaciones, para establecer si se aceptan, rechazan o en que condiciones podrán usarse de acuerdo al proyecto.

Si el representante autoriza que el muestreo y ensaye de los materiales utilizados en la obra se efectúen por un laboratorio diferente al autorizado inicialmente, el contratista se comprometerá a obtener del proveedor el permiso suficiente amplio y permanente, para que el personal nombrado por el representante verifique que el muestreo y los métodos de prueba utilizados para determinar la calidad de dichos materiales y en consecuencia aceptar o rechazarlos.

La verificación de los requisitos de calidad deben ser una confirmación de que los materiales y productos utilizados en la construcción de la obra cumplan con la calidad especificada, para lo cual se deberán efectuar todas las etapas involucradas del procedimiento y control necesario en la selección de los mismos y la obtención del producto hasta su utilización en las estructuras para que así, propicien alcanzar la calidad solicitada.

Este programa está basado fundamentalmente, en las especificaciones para construir y en el solo se han tomado en cuenta los materiales que más se utilizan en esta obra.

El control de calidad es una parte importante en el desarrollo de una obra, ya que con este podemos garantizar una buena ejecución y siendo la calidad de los materiales uno de los objetivos primordiales en la construcción del Metro se implementó un programa de frecuencia de muestreos así como el tiempo de entrega después de ensayarse.

VIII.2.-Fluido estabilizador a utilizarse en el proceso constructivo de muros de concreto colados en zanja para la construcción de la Estación Guerrero del Metropolitano línea "B" del Metro.

### 1.- Aspectos fundamentales

Las paredes de las zanjas que se excavarán para construir dentro de ellas los muros de concreto reforzado colados en el lugar, no son estables por sí solas, para evitar que sus paredes se derrumben se ha adoptado la técnica de estabilizarlas con un fluido, de acuerdo con su función, de aquí en adelante se le denominará "fluido estabilizador".

Las funciones principales de un buen fluido estabilizador para emplearse en la construcción de muros colados en sitio, pueden sintetizarse en los dos siguientes puntos:

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

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

Debe ser una suspensión coloidal o sea que no se sedimente.

Debe tener una densidad adecuada para crear suficiente presión sobre las paredes de la zanja y estabilizarla, evitando flujo plástico y derrumbes.

El espesor de la costra (cake) no debe ser excesivo a fin de evitar que se acumulen en las juntas y en el acero de refuerzo.

Debe mantenerse limpio, libre de arenas y trozos de arcilla que produzcan sedimentos, con las consiguientes bolsas de lodo y pérdida de adherencia del concreto con el acero.

Para lograr lo anterior se requiere llevar el control, mediante pruebas de laboratorio, de las propiedades físico químicas de la suspensión coloidal formada.

Los límites dentro de los cuales deberán mantener los valores de dichas propiedades se encuentran al final de éstas especificaciones.

### VIII.2.1.- Características del fluido estabilizador.

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

Desde el punto de vista práctico, interesa que el fluido mantenga en suspensión todas las partículas que sea posible para evitar azolves o sedimentos en el fondo de la excavación que se estabiliza.

Los valores más deseables de estas características y propiedades así como otras no comentadas ahora, pero que en ellas influyen, se dan más adelante.

#### 1.- Propiedades que debe cumplir el fluido estabilizador.

Las propiedades del fluido estabilizador deberán quedar comprendidas entre los siguientes límites:

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

#### 2.- Notas importantes

1.- De acuerdo con la información proporcionada por la Dirección General de Construcción de Obras y Servicios del Sistema de Transporte Colectivo (D.G.C.O.S.T.C.), estas propiedades son factibles de lograrse si durante el proceso de excavación se incorpora agua para que se vaya generando un lodo espontáneo, sin embargo deberá verificarse que estas características se presenten en todo momento.

2.- Dado que la excavación en el manto superficial y bajo el nivel freático no cuenta con el apoyo del llamado lodo arcilloso espontáneo, deberá introducirse fluido

estabilizador de las zanjas adyacentes durante el tiempo necesario para que la excavación alcance la formación arcillosa y se genere dicho lodo arcilloso. Cabe aclarar que el nivel del fluido deberá mantenerse igual al correspondiente al del agua freática.

### 3.- Estabilización de las paredes de las zanjas con lodo bentónico.

Las paredes que se excavarán para construir dentro de ellas los muros de concreto reforzados colados en el lugar, no son estables por sí solas aún cuando se conserve un tirante de agua, equivalente al del nivel freático o mayor para evitar que estas paredes se derrumben se deberá estabilizar con lodo tixotrópico.

El lodo estabilizador deberá ser una suspensión estable de bentonita sódica en agua. Se dice que es tixotrópica porque presenta una cierta resistencia al corte en reposo, que es cuando actúa como un gel, mientras que en movimiento cuando se agita o bombea, es cuando actúa como un "Sol" y no presenta esta resistencia. El paso de gel a "Sol" es reversible.

El lodo estabilizador deberá tener una densidad mayor que la del agua con objeto de que el empuje hidrostático que ejerza sobre las paredes sea mayor que de esta. El lodo se deberá vaciar en los tableros excavados hasta alcanzar el nivel superior al nivel freático, con objeto de que genere un gradiente de presiones sobre las paredes de la excavación, que ayude a detenerlas o mantenerlas estables. El gradiente además, producirá infiltraciones del lodo hacia el interior de las paredes, por lo que deberá controlarse la proporción agua-coloides con objeto de que dicha infiltración sea mínima. Al producirse la infiltración, se va formando en la frontera lodo-suelo, una película de pequeño espesor de moléculas de lodo, que constituyen una verdadera membrana impermeable y resistente conocida en la terminología inglesa como "cake". La tixotropía del lodo de pasar del "Sol" a gel y las fuerzas electroquímicas y de tensión capilar que se genera entre el lodo y suelo en la frontera de los dos materiales durante el filtrado, contribuyen a la formación de esta película y a la adquisición de su resistencia. Esta resistencia se suma a la presión hidrostática del lodo para estabilizar las paredes de los tableros excavados.

Para que el lodo estabilizador cumpla adecuadamente su función se requiere que:

- 1.- Deba formar una película permeable en la frontera con el suelo, si no se forma o si es muy gruesa y poco resistente, el lodo penetrará por los poros del suelo y no se logrará la estabilización, para garantizar la formación de la película, el lodo deberá contener una cantidad importante de bentonita sódica. Las características de la película cambian notablemente con pequeñas variaciones en el proporcionamiento agua-bentonita o por la contaminación del lodo con arena u otras partículas sólidas no coloides.

La cantidad de bentonita sódica que deberá de contener el lodo, será tal que el lodo producido cumpla con las características que se mencionan más adelante; una proporción agua-bentónica que se recomienda tomar como base para la dosificación del lodo, varía entre 12:1 y 15:1 en peso; sin embargo la dosificación definitiva deberá ser aquella que de un lodo cuya propiedad quede comprendida dentro de los límites que se mencionan más adelante. No deberá usarse en la elaboración del lodo, bentonita cálcica ya que ésta reacciona con el concreto, la cual no es deseable para los fines que se persiguen para el empleo del lodo.

2.- Que la suspensión de bentonita sódica sea estable, es decir no deberá existir sedimentación o floculación de las partículas de bentonita, el lodo será capaz de aceptar que se le añada un material inerte de más peso, sin sedimentarse como puede ser la barita material, que permite lograr un lodo con mayor densidad útil en la estabilización de los tableros próximos a construcciones o sobrecargas que imponen a las paredes de la excavación esfuerzos de compresión y de cortes mayores que su propio peso.

En los casos donde se requiera añadir barita al lodo estabilizador para lograr una mayor densidad, se indicará claramente en las especificaciones correspondientes.

Otras propiedades importantes en la calidad de los lodos y por lo tanto en su utilización más económica son sus características físicas como mecánicas por lo que deberán controlarse los valores correspondientes a su viscosidad, su contenido en arena, su P.H. y su volumen de agua en prueba de infiltrado.

Los límites dentro de los cuales deberán mantenerse las propiedades de los lodos, son los siguientes:

- 1.- Viscosidad marsh. Entre 10 y 15 centipoises. .
- 2.- Límites de influencia Entre 5 y 25 kg/20m<sup>2</sup>.
- 3.- Viscosidad marsh Entre 35 y 50 seg.
- 4.- Contenido de arena Máximo 3%.
- 5.- Volumen de agua filtrada Máximo 20 cm<sup>3</sup>.
- 6.- Densidad Entre 1.03 y 1.035 gr/cm<sup>3</sup>.
- 7.- Espesor de la costra (cake) Entre 1.0 y 1.5 mm.
- 8.- P.H. Entre 7 y 10 seg.

Todas las propiedades se deberán de controlar en el laboratorio para establecer la relación agua-arcilla recomendable y además verificarse periódicamente en las pruebas obtenidas de los lodos que se están manejando en campo. Este control se hará con equipo especializado para estos fines.

El lodo se preparará con un mezclador de chiflón y se bombeará a los recipientes de almacenamiento que tendrán amplia capacidad para las necesidades diarias de la obra. De los recipientes se trasladará el lodo a las zanjas con una bomba centrífuga para lodos.

Mediante desarenado o regeneración y recirculación, se le podrán dar a los lodos varios usos; la recirculación podrá efectuarse pasando por la planta central de fabricación y almacenamiento, o bien, mediante una batería portátil de hidrociclones, en este último caso, se puede recircular localmente de un tramo de zanja a otro, esto será aconsejable cuando el empleo local del lodo se ubique a una distancia tal de la planta central que sea antieconómico bombearlo hasta ésta, para limpiarlo y reciclarlo.

El número de usos que se dé al lodo, estará limitado al cumplimiento de las prioridades ya mencionadas, por lo que cuando el lodo haya perdido dichas propiedades deberá desecharse y utilizarse un lodo nuevo. Por ningún motivo se usarán lodos que no cumplan con las propiedades enlistadas en los párrafos anteriores.

En todos los casos el nivel del lodo en la zanja o tablero estabilizador deberá quedar 1.00 m. como máximo a partir del nivel del terreno. En ningún caso deberá aumentarse esta profundidad.

Con relación a las propiedades y características del lodo bentonítico descritos en este capítulo, se le dio especial énfasis por considerarlo como un elemento muy importante en el proceso constructivo de los muros milán o tablestacas.

A continuación se enlistan las frecuencias de muestreo y entrega de los materiales que se ensayan para la Construcción de la Estación Guerrero y para la Construcción del Metropolitano Línea "B"

## PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
<b>1.- Concreto Hidráulico</b>	
Revenimiento y control de tiempo	1 prueba por olla (para concreto hecho en obra ) 1 prueba por cada cinco batchadas (para concreto hecho en obra )
Resistencia a la compresión simple	5 cilindros por cada 40 M <sup>3</sup> ó fracción (para concreto hecho en obra) 5 cilindros por cada M <sup>3</sup> ó fracción (para concreto hecho en obra )
Resistencia a la flexión	5 vigas por cada 40 M <sup>3</sup> ó fracción
Peso volumétrico fresco	1 prueba / día / planta
Agua	1 prueba / año / planta
Agua tratada	1 prueba / mes / planta /
Cemento	1 prueba / mes / planta
Clasificación petrográfica de agregados	1 prueba / mes / planta
Granulometría	1 prueba / mes / planta
Coefficiente volumétrico	1 prueba /mes / planta
Densidad y absorción	1 prueba /mes / planta
Materia orgánica	1 prueba /mes / planta
Sanidad	1 prueba / mes / planta
Abrasión	1 prueba / mes / planta
Reactivación potencial de Agregados	1 prueba / año / planta

## PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
Ensaye Marshall (estabilidad y flujo)	1 prueba / cada 200 M3
Asfalto empleado en peso del pétreo	1 prueba / cada 200 M3
Cemento asfáltico en peso de mezcla	1 prueba / cada 200 M3
Densidad del pétreo	1 prueba / cada 200 M3
Peso volumétrico	1 prueba / cada 200 M3
Peso volumétrico Max. Teórico	1 prueba / cada 200 M3
Cemento asfáltico en volumen	1 prueba / cada 200 M3
Pétreo en volumen	1 prueba / cada 200 M3
De vacíos	1 prueba / cada 200 M3
De vacíos del material pétreo	1 prueba / cada 200 M3
De vacíos llenos con cemento asfáltico	1 prueba / cada 200 M3
Estabilidad	1 prueba / cada 200 M3
Flujo	1 prueba / cada 200 M3
Calidad del asfalto	
Nº 6, Riego de liga FR-3 y Riego	
De impregnación FM-1	
Clasificación	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M3
Peso específico	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M3
Punto de inflamación	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M3
Viscosidad Saybolff-furol	
A 50° C.	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M3
Porcentaje de destilación del total	
Destilado a 360° C.	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M3
Hasta 225° C.	
Hasta 260° C.	
Hasta 315° C.	
Residuo de la destilación a 360° C.	
Respecto al volumen	1 prueba / fabricante / tipo de asfalto Y c/200 M3
Límite líquido e índice plástico	
(G + A)	1 prueba / mes / planta
Perdida por lavado	1 prueba / mes / planta
Equivalente de arena (Mat. que pasa por la malla Nº 40)	1 prueba / mes / planta
Contracción lineal de finos	1 prueba / mes / planta
Módulo de elasticidad elástico	1 prueba / mes / planta
Contracción por secado	1 prueba / mes / planta

**PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO**

MATERIAL	FRECUENCIA
<b>Coefficiente de deformación</b>	<b>1 prueba / año / planta</b>
 <b>2.- Acero de Refuerzo.</b>	
Identificación	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Grado	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Espesor Nominal	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Area nominal	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Peso	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Espesor efectivo	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Area efectiva	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Inclinación de las corrugaciones	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
 Separación entre corrugaciones	 3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Altura de las corrugaciones	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Ancho de la costilla	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Esfuerzo máximo	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Esfuerzo en el limite elástico	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Alargamiento	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Prueba de doblado a 180°	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
Análisis químico	3 Var. / cada 20 Tns. / Diámetro
 <b>3.- Lodos bentoníticos.</b>	
<b>En planta:</b>	
Viscosidad	2 Pruebas / preparación
Contenido de arena	2 Pruebas / preparación
Densidad	2 Pruebas / preparación
Espesor de costra	2 Pruebas / preparación
 <b>En obra:</b>	
Viscosidad Marsh	1 Prueba / zanja (durante la excavación)
	1 Prueba / zanja (antes del colado)
Contenido de arena	1 Prueba / zanja (durante la excavación)
	1 Prueba / zanja (antes del colado)

**PROGRAMAS DE PRUEBA Y ENSAYES DE LABORATORIO**

MATERIAL	FRECUENCIA
Densidad	1 Prueba / zanja (durante la excavación) 1 Prueba / zanja (antes del colado)
Espesor de la costra	1 Prueba / zanja (durante la excavación) 1 Prueba / zanja (antes del colado)
PH	1 Prueba / zanja (antes del colado)

**4.- Rellenos.**

Clasificación	1 Prueba / 4000 M3 / Banco
Granulometría	1 Prueba / 4000 M3 / banco
Indice de plasticidad	1 Prueba / 4000 M3 / banco
Contracción lineal	1 Prueba / 4000 M3 / banco
Peso volumétrico natural	1 Prueba / 4000 M3 / banco
Humedad natural	1 Prueba / 4000 M3 / banco
Valor relativo de soporte	1 Prueba / 4000 M3 / banco
Peso volumétrico seco max. y hum. óptima AASHTO 99	1 Prueba / semana / banco
Compactación en vialidades	1 Prueba / 200 m2
Compactación en zanjas	1 Prueba / 20 ml.

**5.- Bases y Sub-bases.**

Clasificación	1 prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Granulometría	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Peso vol. seco suelto	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Peso vol. Máximo	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Humedad óptima	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Coef. de variación volum.	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Volumetría	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Densidad	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Absorción	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Indice de plasticidad	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Contracción lineal	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Valor relativo	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Expansión	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Valor cementante	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3

## PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
Equivalente de arena	1 Prueba al inicio / cambio de mat. y / cada 2000 M3
Compactación	1 Prueba 200 M3
<b>6.- Concreto Asfáltico.</b>	
Granulometría	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Peso volumétrico	
Seco suelto.	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Densidad	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Absorción	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Contracción lineal	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Degradación	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Desgaste	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Adherencia con el	
Asfalto.	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Equivalente de arena	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Pruebas a mezcla	
Asfáltica	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Peso volumétrico	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Contenido de cemento	
Asfáltico	1 Prueba al inicio / cambio de granulom. /cada 200 M3
Temperatura	1 Prueba por camión
Compactación y	
Espesor compacto	3 Pruebas / 4000 M2
Permeabilidad	3 pruebas / 4000 M2
Penetración	1 Prueba / Fabricante / tipo de asfalto y 1 c/200 M3
Ductibilidad	1 Prueba / Fabricante / tipo de asfalto y 1 c/200 M3
<b>7.- Banda de PVC</b>	
Resistencia a la tensión	1 Prueba / 1000 m.
Elongación	1 Prueba / 1000 m.
Dureza Shore	1 prueba / 1000 m.

## PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

### MATERIAL

### FRECUENCIA

#### 8.- Membrana Impermeabilizante.

Resistencia a la tensión	1 Prueba / Lote Proveedor
Elongación	1 Prueba / Lote Proveedor
Resistencia a la penetración	1 Prueba / Lote Proveedor

#### 9.- Mortero Hidráulico Compresión simple

Reactivación potencial	1 Prueba / año / banco
Estudio de calidad de la arena	1 Prueba / año / banco
Clasificación petrográfica	1 Prueba / año / banco
Granulometría	1 Prueba / año / banco
Densidad y absorción	1 Prueba / año / banco
Materia orgánica	1 Prueba / año / banco
Sanidad	1 Prueba / año / banco
Abrasión	1 Prueba / año / banco
Pérdida por lavado	1 Prueba / año / banco
Equivalente de arena	1 Prueba / año / banco
Contracción lineal de finos	1 Prueba / año / banco

#### 10.- Tubos de acero.

Análisis Químico	1 Prueba / colada / proveedor
Esfuerzo a la ruptura	1 Prueba / tubo / diámetro / proveedor
Límite de fluencia	1 Prueba / tubo / diámetro / proveedor
# de alargamiento	1 Prueba / tubo / diámetro / proveedor
Calibre del material	1 Prueba / tubo / diámetro / proveedor

#### 11.- Tubos de concreto simple.

Diam. Interior nominal	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Diam. Interior efectivo	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Longitud real	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.

## PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
Diam. Interior de campana.	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
En la boca	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
En el fondo	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Fondo de campana	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Conicidad de campana	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Espesor de la pared (tubos).	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Espesor de la campana (boca).	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Resistencia a compresión (3 apoyos)	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Absorción	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.
Permeabilidad	0.5% del lote/diam., si el lote es pequeño 2 tubos min.

### 12.- Tubos de concreto reforzado.

Diámetro Int. Nominal	1% Lote / Diámetro
Diámetro Int. Efectivo	1% Lote / Diámetro
Longitud Real	1% Lote / Diámetro
Diámetro Int. De Campana	1% Lote / Diámetro
En la boca	1% Lote / Diámetro
En el fondo	1% Lote / Diámetro
Fondo de campana	1% Lote / Diámetro
Conicidad de la campana	1% Lote / Diámetro
Espesor de la pared (tubo)	1% Lote / Diámetro
Espesor de la campana (Boca)	1% Lote / Diámetro
Acero longitudinal interior	1% Lote / Diámetro
Acero longitudinal exterior	1% Lote / Diámetro
Acero Transversal interior	1% Lote / Diámetro
Acero Transversal exterior	1% Lote / Diámetro
Resistencia a compresión (3 apoyos)	1% Lote / Diámetro
Grieta a 0.25 min.	1% Lote / Diámetro
Ruptura	1% Lote / Diámetro
Absorción	1% Lote / Diámetro
Permeabilidad	1% Lote / Diámetro
Solubilidad en ácido	1% Lote / Diámetro

## PROGRAMAS DE PRUEBAS Y ENSAYES DE LABORATORIO

MATERIAL	FRECUENCIA
<b>13.- Tubo de asbesto-cemento.</b>	
Diámetro nominal	0.2% del lote / diámetro
Diámetro interno	0.2% del lote / diámetro
Diámetro externo maquinado	0.2% del lote / diámetro
Diámetro externo de la sección de enchufe	0.2% del lote / diámetro
Espesor	0.2% del lote / diámetro
Largo nominal	0.2% del lote / diámetro
Clase	0.2% del lote / diámetro
Presión de prueba sistemática (en fabrica).	0.2% del lote / diámetro
Resistencia a la ruptura por presión hidrostática	0.2% del lote / diámetro
Resistencia a la ruptura por aplastamiento	0.2% del lote / diámetro

**RELACION DE PLAZOS DE ENTREGA PARA LOS DIVERSOS TRABAJOS  
DE LABORATORIO PARA LA OBRA METROPOLITANO LINEA "B"**

CONCEPTO	PLAZO DE ENTREGA (MÁXIMO)
Ensaye de cilindros de concreto	2 días después de fecha de ensaye
Ensaye de varillas	2 días después de fecha de muestreo
Calidad de base, sub-base o terracería	6 días después de fecha de muestreo
Calidad de material para relleno	6 días después de fecha de muestreo
Compactación de terracerías, sub-base y base	En el mismo día
Calidad de mezcla asfáltica	3 días después de fecha de muestreo
Ensaye de asfalto	1 día después de muestreo
Compactación (núcleo de carpeta asfáltica)	2 días después de fecha de extracción.
Corazones de concreto	2 días después de fecha de ensaye
Granulometría de balasto	2 días después de fecha de muestreo
Abrasión de balasto	4 días después de fecha de muestreo
Estudio completo de calidad de balasto	10 días después de fecha de muestreo
Análisis físico y químico de cemento (con resistencia a 3 días)	7 días después de fecha de muestreo
Módulo de elasticidad en cilindros de concreto.	5 días después de fecha de ensaye
Adoquín	4 días después de fecha de muestreo
Calidad de agregados para concreto	4 días después de fecha de muestreo
Granulometría de agregados para concreto.	2 días después de fecha de muestreo.
Ensaye de placas de acero	8 días de fecha de muestreo
Límites de Atterberg	2 días después de fecha de muestreo
Sanidad en agregados para concreto o basalto.	10 días después de fecha de muestreo
Determinación P. V. máximo AASHTO	3 días después de fecha de muestreo
Ensaye de tubo de concreto	4 días después de fecha de muestreo
Ensaye de cilindros de concreto	2 días después de fecha de ensaye
Ensaye de varillas	4 días después de fecha de muestreo
Calidad de base, sub-base o terracerías	7 días después de fecha de muestreo
Calidad de material para relleno	7 días después de fecha de muestreo
Compactación en terracerías, sub-base y base	En el mismo día
Calidad de mezcla asfáltica	4 días después de fecha de muestreo
Ensaye de asfalto	4 días después de muestreo
Compactación (núcleo en Carpeta asfáltica)	4 días después de fecha de extracción

CONCEPTO	PLAZO DE ENTREGA ( MÁXIMO)
Corazones de concreto	2 días después de fecha de ensaye
Granulometría de balasto	3 días después de muestreo
Abrasión de balasto	4 días después de fecha de muestreo
Estudio completo de calidad de balasto	10 días después de fecha de muestreo
Análisis físico y químico de cemento con resistencia a 3 días)	40 días después de muestreo
Módulo de elasticidad en cilindro de concreto	5 días después de fecha de ensaye
Adoquín	5 días después de fecha de muestreo
Calidad de agregados para concreto	4 días después de fecha de muestreo
Granulometría de agregados Para concreto	4 días después de fecha de muestreo
Ensaye de placas de acero	12 días después de fecha de muestreo
Límites de Atterberg	4 días después de fecha de muestreo
Sanidad en agregados para Concreto ó balasto	10 días después de fecha de muestreo
Determinación P. V. máximo AASHTO	3 días después de fecha de muestreo
Ensaye de tubos de concreto	5 días después de fecha de muestreo

**Nota.-** A este tiempo hay que adicionarle 2 días más para efectos de firma en obra a los reportes de los resultados.

CAPITULO IX.- URBANIZACIÓN

[REDACTED]

## IX.- Urbanización.

### IX.1.- Introducción.

Una vez concluidos los trabajos de Excavación y Estructuración de la Estación, es necesaria la reconstrucción de avenidas y vialidades en áreas afectadas, así como la reinstalación de todos los servicios públicos como son: pavimentación, drenajes pluviales y sanitarios, agua potable, guarniciones, banquetas y señalización; disponiendo para dichos trabajos con los últimos adelantos en ingeniería de tránsito y calidad de los materiales.

Dichos trabajos deben contemplar la creación de espacios que den a la población seguridad y funcionalidad tanto en la Dirección de Tránsito Vehicular como peatonal ; así como en todos los servicios mencionados anteriormente.

En los siguientes puntos se dan las recomendaciones necesarias para realizar los trabajos antes mencionados.

### IX.2.- Pavimentos.

Procedimiento constructivo del pavimento que se restituirá en la Estación Guerrero de Línea "B".

La estructura del pavimento estará constituida por una capa sub-rasante, una de sub-base, una base y una carpeta de concreto asfáltica.

#### a).- Capa sub-rasante.

Sobre el relleno de la Estación, se colocará la sub-rasante con un espesor mínimo de 30 cm, la cual se deberá colocar en dos capas de 15 cm. de espesor máximo compactado cada una, alcanzando el 95 % de su P.V.S.M. obtenido mediante la norma AASHTO T99-74.

El material a utilizar para conformar la capa sub-rasante deberá cumplir con las siguientes características:

Tamaño máximo de partículas	7.6 cm. (3")
Porcentaje máximo que pasa la malla No 200	35%
Límite líquido	igual o menor que 50%

Límite plástico	igual o menor que 25%
Expansión	3 % máximo
V.R.S.	15 % mínimo

El V.R.S. deberá medirse sobre especímenes compactados dinámicamente al 100 % del peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma antes mencionada.

**b).-Capa de sub-base.**

La sub-base es la capa de materiales seleccionados que se construye sobre la sub-rasante o mejoramiento y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las terracerías, distribuyéndolas de tal forma que no se produzcan deformaciones permanentes en éstas.

La sub-base tendrá un espesor de 15 cm. y se colocará en una sola capa, compactándola hasta alcanzar el 95% de su P. V. S. M. obtenido respecto a la norma AASHTO T180-74, variante "D". La curva granulométrica de esta capa deberá estar comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el límite superior de la zona 3. De las curvas mostradas en la figura No. 1, el porcentaje de material que pasa la malla No. 200 no deberá ser mayor de 25%; la relación entre el porcentaje que pasa la malla No. 200 y el porcentaje del material que pasa la malla No. 40 no deberá ser mayor de 65 centésimos (0.65).

En relación con el límite líquido, valor relativo de soporte, equivalente de arena, contracción lineal y valor cementante deberá satisfacer los valores indicados en la figura No. 1.

Si el material tiene un equivalente de arena igual o mayor que el 35%, se excusará la realización de pruebas de plasticidad.

**c).- Capa de base.**

La base es la capa de materiales seleccionados que se construye sobre la sub-base o sub-rasante (cuando la calidad de ésta es igual a la de la sub-base) y cuya función es la de soportar las cargas rodantes y transmitir las a las capas inferiores del pavimento, distribuyéndolas de tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales en éstas.

La base tendrá un espesor de 15 cm. Este material se colocará en una sola capa.

El material a utilizar en la formación de la base deberá cumplir satisfactoriamente las especificaciones de calidad que se resumen a continuación:

La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre los límites inferior de la zona 1 y superior de la zona 2 mostradas en la figura No. 2 y preferentemente adoptar una forma semejante a las curvas que limitan dicha área .

La relación del porcentaje en peso que pasa la malla No. 200 al que pasa la malla No. 40 deberá ser menor de 0.65. El porcentaje en peso que pasa la malla No. 200 deberá ser igual o menor que 15%.

El tamaño máximo de las partículas será de 50.8 mm. (2").

En relación con el límite líquido, valor relativo de soporte, equivalente de arena y valor cementante deberá satisfacer los valores indicados en la figura No. 2.

Si el material presenta un equivalente de arena superior al 50% y su curva granulométrica se desarrolla en la zona 1 se excusará la ejecución de las pruebas de límites de plasticidad.

El material se tenderá y compactará hasta alcanzar un grado del 100% de su P. V. S. M. obtenido con respecto a la norma AASHTO T180-74.

El V. R. S. deberá medirse sobre especímenes compactados dinámicamente al 100% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma antes citada.

La tolerancia en niveles tanto para la base como para la sub-base será de más menos 1.00 cm., debiendo tener las pendientes transversales y longitudinales de proyecto, las cuales deberán darse desde la sub-rasante con el propósito de que los espesores de las capas del pavimento sean uniformes.

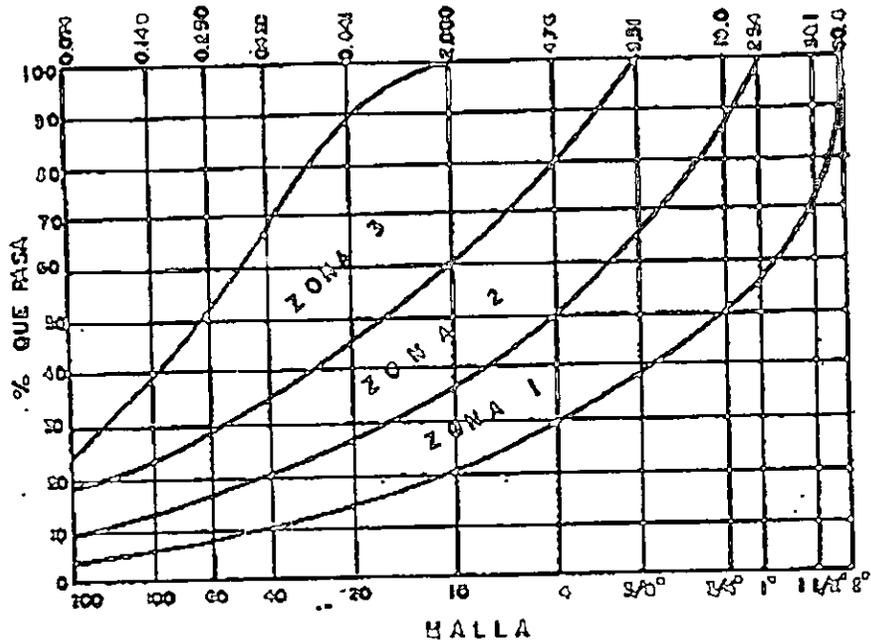
#### d).- Riegos asfálticos.

Es la aplicación de un material asfáltico líquido, cuyas características serán señaladas para cada caso en el proyecto y/o por el departamento, a una superficie terminada, con objeto de impermeabilizarla, estabilizarla y/o adherirla a la carpeta asfáltica.

#### Riego de impregnación

El riego de impregnación tiene por objeto aplicar un asfalto rebajado a la base terminada, para impermeabilizarla y formar una transición entre ella y las mezclas asfálticas.

GRÁFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA  
DE MATERIALES PARA SUB-BASE



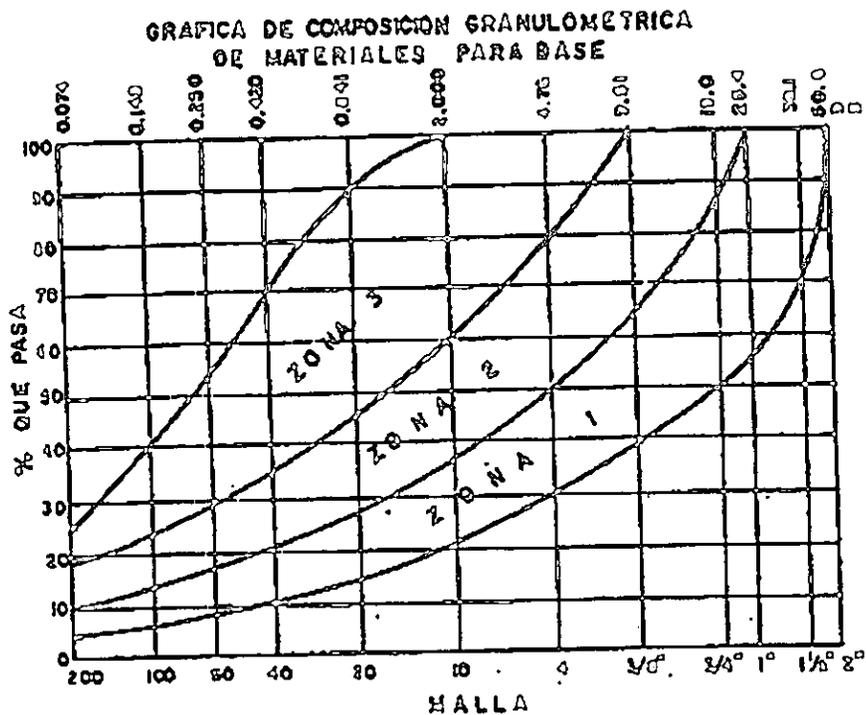
CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS  
PARA EL MATERIAL DE SUB-BASE.

LÍMITE LÍQUIDO (%)	30 MÁXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (%)	80 MÍNIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	30 MÍNIMO
CONTRACCIÓN LINEAL (%)	6 MÁXIMO
VALOR CEMENTANTE (%)	3.5 MÍNIMO

FIGURA NÚM.: 01



ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA  
CONSTRUCCIÓN Y RESTITUCIÓN DE PAVIMENTOS  
FLEXIBLES, EN EL METROPOLITANO LÍNEA B



**CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS  
PARA EL MATERIAL DE BASE.**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	25 MÁXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (%)	100 MÍNIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	40 MÍNIMO
VALOR CEMENTANTE (%)	3.5 MÍNIMO

FIGURA NÚM.: 02



**ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA  
CONSTRUCCIÓN Y RESTITUCIÓN DE PAVIMENTOS  
FLEXIBLES, EN EL METROPOLITANO LÍNEA B**

a).- Normalmente se aplica a las bases hidráulicas antes del tendido de la base negra y/o carpeta asfáltica, pero también cuando el diseño indique que la base asfáltica se construya sobre la sub-base, se aplica en esta capa.

b).- Una vez recibida la base (o sub-base ) e inmediatamente antes del riego, deberá barrerse perfectamente, dejándola libre de impurezas y material suelto, posteriormente se aplicará un riego de producto asfáltico FM-0 o FM-1 o emulsión asfáltica mediante petrolizadora, debiendo tener un dispositivo adecuado que permita aplicar el riego en la cantidad especificada de uno punto cinco litros por metro cuadrado (1.5 l/ m<sup>2</sup>), se distribuirá el producto asfáltico uniformemente y a presión mayor de uno punto cinco (1.5 kg/cm<sup>2</sup>) y a una temperatura de noventa (90° C); debiendo reposar cuando menos dos días, con objeto de que se logre una penetración aceptable de cinco (5) milímetros mínimo y que el asfalto haya perdido la totalidad de los solventes.

c).- Cuando por causas de fuerza mayor deba transitarse por el tramo recién impregnado, se colocará arena seca a razón de 6 a 8 litros por metro cuadrado, con objeto de protegerlo.

#### Riego de liga

El riego de liga tiene por objeto unir perfectamente la base con la mezcla asfáltica mediante la aplicación de un rebajado asfáltico en la superficie.

a).- Normalmente se aplica a las bases o sub-bases impregnadas antes del tendido de base negra o carpeta asfáltica, dependiendo del diseño del pavimento; pero también se aplica entre la base asfáltica y la carpeta asfáltica cuando el tendido entre el tendido de una y otra capa es mayor de treinta y seis horas o entre el pavimento existente (carpeta asfáltica o concreto hidráulico) y carpeta asfáltica cuando se trata de una sobre carpeta.

b).- La superficie de la base o sub-base impregnada, de la base asfáltica o del pavimento existente, deberá estar seca y sin materias extrañas o sueltas, deberá barrerse perfectamente para después aplicarse el riego de liga con petrolizadora (ver riego de impregnación), con producto asfáltico FR-3 a razón de punto cinco (0.5 l/m<sup>2</sup>) litros por metro cuadrado aproximadamente y a la temperatura de noventa (90° C) grados centígrados, dejándose reposar dos (2) horas cuando menos para que pierda parte de sus solventes.

c).- No es conveniente que este riego de liga este expuesto más de diez (10) horas sin tender la mezcla asfáltica ya que puede adquirir impurezas, tales como polvo, agua o materias extrañas. Si por causas de fuerza mayor, dicho lapso de exposición del riego fuese mayor, se repetirá la aplicación con bachador a razón del punto dos (0.2 l/m<sup>2</sup>) litros por metro cuadrado.

e).- Carpeta asfáltica.

Es la capa construida mediante mezcla asfáltica y colocada sobre la base, que sirve para proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a las cargas, al desgaste, al intemperismo y que proporciona adherencia a las ruedas de los vehículos.

Las mezclas asfálticas se utilizan para la construcción y reconstrucción de carpetas asfálticas, se elaboran en las plantas de asfalto del Departamento, las cuales deben apegarse a las siguientes especificaciones:

a).- Cemento asfáltico No. 6.

1.- Penetración a 25° C., 100 g., 5 seg.	85 a 100
2.- Viscosidad (Say bolt Furol) seg.	85 mín.
3.- Punto inflamación (Cleveland) ( °C)	232 mín.
4.- Pérdida por calentamiento en película delgada: (%)	1.0 máx.
5.- Penetración después prueba a 25°C., 100g., 5 seg. (%) del original.	50 mín.
6.- Ductilidad: a 25°C (cm)	100 mín.
7.- Solubilidad en tetracloruro de carbono (%)	99 mín.
8.- Punto de reblandecimiento (°C)	45 a 52

b).- Agregado pétreo.

1.- Tamaño máximo	¾"
2.- Clase material	Triturado basáltico
3.- Peso específico	2.69 mín.
4.- Absorción ( B seca) (%)	3.00 máx.
5.- Equivalente de área (%)	60 mín.
6.- Desgaste Deval (%)	20 máx.
7.- Intemperismo acelerado (%)	12 máx.
8.- Afinidad con el asfalto (desprendimiento %)	25 máx.

c).- Mezcla elaborada.

1.- Estabilidad (Marshall-50 golpes por lado) (kg.)	450 mín.
2.- Fluencia (mm.)	4 mín.
3.- Vacíos en mezcla (%)	3 a 5

4.- Vacíos llenos de asfalto (%)	75 a 85
5.- Contenidos de asfalto (%)	6 a 7
6.- Densidad teórica máxima (kg./m <sup>3</sup> )	2.500
7.- Densidad media en campo al terminar la compactación (kg./m <sup>3</sup> )	2.250 mín.
8.- Temperatura de elaboración (° C)	135 a 150
9.- Temperatura de tendido	100 a 130
10. Temperatura de compactación (° C)	90 mín.
11. Índice de permeabilidad (%)	10 máx.

#### Equipo.

En la construcción de las carpetas asfálticas y en la aplicación de los riegos asfálticos se deberá emplear el equipo mecánico necesario y adecuado para cumplir con lo indicado en el proyecto debiendo ser el equipo previamente aprobado por el Departamento; el equipo recomendado para la compactación de las carpetas asfálticas es el siguiente:

a).- Para la compactación inicial deberá emplearse una compactadora de rodillos lisos tipo Tandem de 6 a 8 ton., con una velocidad que no debe exceder de 5 km./hr. para evitar el levantamiento de la mezcla caliente.

b).- Una vez que la compactadora Tandem deje huellas apenas perceptibles, se procederá a compactar la capa con una compactadora de 3 rodillos lisos y un peso de 12 ton. hasta que las huellas de ésta, sean muy leves.

c).- La compactación final de la mezcla se dará con una compactación neumática que borre las huellas que deja la máquina de 12 ton., hasta dejar una superficie afinada y adecuada al tránsito de vehículos.

d).- Para evitar la adherencia de la mezcla a las ruedas del equipo de compactación, éstas deberán ser humedecidas sin que haya exceso de agua.

#### f).- Riego de sello.

El sello con cemento Pórtland tiene por objeto impermeabilizar las carpetas asfálticas y deberá aplicarse a todos los pavimentos asfálticos antes de que estos se abran al tránsito. Es muy importante lograr la impermeabilidad en los pavimentos asfálticos ya que las filtraciones del agua a través de las carpetas disminuyen el soporte en las bases hidráulicas, sub-bases y terracerías, provocando fallas prematuras en los pavimentos tales como: asentamientos y agrietamientos, etc.

a).- Una vez compactada y recibida la carpeta asfáltica y que ésta haya adquirido la temperatura ambiente (en carpetas elaboradas con rebajado asfáltico PA-5, deberá tenerse la seguridad de que se ha eliminado la totalidad de los solventes) y antes de proceder al sello con cemento, deberá barrerse perfectamente la superficie dejándola libre de polvo e impurezas.

b).- Posteriormente se distribuirá el cemento Pórtland en seco sobre la superficie de la carpeta a razón de  $\frac{3}{4}$  kg./m<sup>2</sup>, tallándose enérgicamente con cepillos de fibra contra la superficie a fin de que penetre en la porosidad de la carpeta asfáltica.

c).- Después se adicionará el agua necesaria de 1 a 1.5 lts./m<sup>2</sup>, aproximadamente para formar una lechada de consistencia media, la cual se distribuirá enérgicamente con los mismos cepillos, hasta lograr una superficie uniforme.

d).- Se dejará reposar este sello cuando menos 6 hr. para evitar que el tránsito lo levante.

### IX.3.- Señalamiento en vialidad.

Las señales son tableros fijados en postes o estructuras, con símbolos, leyendas o ambas, que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de peligros, su naturaleza, la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones que limiten su movimiento sobre el camino y proporcionarles la información necesaria para facilitar su circulación. Estas señales podrán usarse en caminos o calles.

Toda señal será aplicable en la totalidad del arroyo. No obstante, su aplicación podrá limitarse a uno o más carriles, determinados mediante marcas longitudinales en la calzada.

Las señales de vialidad se clasifican en:

IX.3.1.-Señales Preventivas.- Las señales preventivas son tableros fijados en postes, con símbolos que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de algún peligro en el camino y su naturaleza.

El tablero de las señales preventivas será cuadrado con las esquinas redondeadas y se colocará con una diagonal vertical. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 centímetros.

IX.3.2.-Señales Restrictivas.- Las señales restrictivas son tableros fijados en postes, con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto indicar al usuario, tanto en zona rural como urbana, la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan al tránsito.

El tablero de las señales restrictivas será de forma cuadrada con las esquinas redondeadas, excepto las de "alto" y "ceda el paso".

**IX.3.3.-Señales Informativas.-** Las señales informativas son tableros fijados en postes con leyendas y símbolos, que tienen por objeto, guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas se clasifican en cinco grupos.

a).-Señales informativas de identificación.- Se usarán para identificar las calles según su nombre, nomenclatura y las carreteras según su número de ruta y/o kilometraje.

El tablero de las señales de nomenclatura será rectangular con las esquinas redondeadas, colocado con su mayor dimensión horizontal y con la leyenda en ambas caras. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 cm. El filete se suspenderá en su parte inferior cuando la señal lleve alguna información complementaria, como colonia, delegación, sector ó código postal.

Los tableros como los soportes deberán tener resistencia, durabilidad y presentación.

b).-Señales informativas de destino.- Se usarán para informar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido; podrán ser señales bajas, diagramáticas y elevadas.

Su aplicación es primordial en las intersecciones en donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado. Se emplearán en forma secuencial de manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en el lugar debido y confirmar la correcta selección del destino.

Las señales informativas de destino serán tableros rectangulares con las esquinas redondeadas colocados con su mayor dimensión horizontal, sobre apoyos adecuados.

El radio para redondear las esquinas del tablero de las señales digramáticas y elevadas será de 8 cm, quedando el radio interior para la curvatura del filete de 4 cm. El filete y su separación a la orilla del tablero serán de 2 centímetros.

c).-Señales informativas de recomendación.- Se utilizarán con fines educativos para recordar a los usuarios determinadas disposiciones o recomendaciones de seguridad que conviene observar durante su recorrido por calles y carreteras.

Las señales informativas de recomendación son tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocadas con su mayor dimensión horizontal sobre apoyos

adecuados el radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior de 2 cm para la curvatura del filete.

Tanto los tableros como los soportes deberán llenar condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

d).-Señales de información general.- Se utilizarán para proporcionar a los usuarios, información general de carácter poblacional y geográfico, así como para indicar nombres de obras importantes, límites políticos, ubicación de casetas de cobro, puntos de inspección y sentido de circulación del tránsito entre otras.

Las señales de información general, son tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, colocados con su mayor dimensión horizontal sobre apoyos adecuados. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior de 2 cm para la curvatura del filete, excepto en la señal que indica el sentido de la circulación del tránsito, en la que el radio para redondear las esquinas será de 2 cm y no llevará filete.

Tanto los tableros como los soportes deberán llenar condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

e).-Señales informativas de servicios y turísticas.- Se utilizarán para informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo. En algunos casos estas señales podrán usarse combinadas con una informativa de destino en un mismo tablero.

El tablero de las señales informativas de servicios (SIS) y turísticas (SIT) será cuadrado con las esquinas redondeadas. El radio para redondear las esquinas será de 4 cm, quedando el radio interior para la curvatura del filete de 2 centímetros.

Cuando se requiera indicar varios servicios en forma simultánea que estén ubicados en la misma zona, se podrán emplear conjuntos hasta de 4 señales.

Tanto los tableros como los soportes deberán llenar condiciones de resistencia, durabilidad y presentación.

IX.4.-Marcas.- Las marcas son las rayas, los símbolos y las letras que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro de o adyacentes a las vías de circulación, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito e indicar la presencia de obstáculos.

Por su uso las marcas se clasifican como sigue:

A).- Marcas en el pavimento.

- 1.- Raya central sencilla continua o discontinua.
- 2.- Raya adicional continua para prohibir el rebase.
- 3.- Raya central doble continua.
- 4.- Rayas separadoras de carriles.

- 5.- Rayas en las orillas de la calzada.
- 6.- Rayas canalizadoras.
- 7.- Rayas de parada.
- 8.- Rayas para cruce de peatones.
- 9.- Rayas, símbolos y letras para cruce de ferrocarril.
- 10.-Rayas para Estacionamiento.
- 11.-Leyendas y símbolos para regular el uso de carriles.
- 12.-Rayas con espaciamiento logarítmico.

B).-Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamiento.

C).-Marcas en obstáculos adyacentes a la superficie de rodamiento.

- 1.- Para indicar guarniciones
- 2- Para indicar parapetos.
- 3.- Para indicar aleros
- 4.- Para indicar pilas y estribos.
- 5.- Para indicar postes.
- 6.- Para indicar cabezales.
- 7.- Para indicar defensas
- 8.- Para indicar muros de contención
- 9.- Para indicar árboles.

#### IX.5.-Banquetas y Guarniciones.

Las banquetas son las zonas de la vía pública destinada al tránsito de peatones, por tal razón su ejecución se hará cuidadosamente para causar las mínimas molestias al público.

Las guarniciones.- son elementos que tienen por objeto delimitar las áreas de tránsito, ya sea de diferentes vehículos, peatones ó de peatones vehículos.

Se entiende por andadores para peatones, la superficie destinada a la circulación de personas, procurando que ésta se lleve a cabo en forma segura, cómoda, limpia y con aspecto agradable acorde al medio ambiente.

Luz de Guarniciones.-Es la altura libre que queda entre la superficie del pavimento terminado junto a la guarnición a la corona de la misma.

Esta luz es variable de acuerdo con la obra vial ejecutada y en términos generales pueden ser las siguientes:

- |   |        |
|---|--------|
| a).- Avenidas o vías rápidas                  | 25 cm. |
| b).-Calles de 8 mts. De ancho de arroyo ó mas |        |
| 1.-En coladeras                               | 25 cm  |

2.- En partidores 20 cm.

c).- Calles con banquetas de 1.00 m de ancho o menores

1.- En coladeras. 15 cm.

2.- En partidores. 10 cm.

El material empleado en la construcción de banquetas será concreto hidráulico de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ . Con revenimiento de seis (6) seis a (8) ocho cm. excepto en el caso de rampas para vehículos pesados.

Las guarniciones se construirán con concreto hidráulico de las siguientes características:

1).- Para guarniciones precoladas:  $f'c$  de  $250 \text{ kg/cm}^2$ , revenimiento de cuatro (4) a seis (6) centímetros y tamaño máximo del agregado de cuarenta (40) milímetros.

2).- Para guarniciones coladas en sitio:  $f'c$  de  $200 \text{ kg/cm}^2$  revenimiento de cuatro (4) centímetros y tamaño máximo del agregado de cuarenta (40) milímetros.

Los materiales necesarios para la construcción de andadores para peatones y banquetas de adoquín, deberán cumplir con lo que especifique el proyecto en cada caso y/o lo que indique el departamento.

#### Requisitos de ejecución:

**Banquetas de concreto simple.**- Previo al colado de las banquetas sobre la terracería conformada, afinada y con la pendiente de proyecto se tenderá una capa de 10 cm. de espesor de tepetate compactado al 90 % de su peso volumétrico seco máximo, verificado mediante pruebas de laboratorio.

En el caso de reconstrucción de banquetas de concreto simple, se presentarán los dos casos siguientes:

a).- Cuando el nivel de las banquetas nuevas sea inferior o igual al de las existentes.- Se efectuarán las demoliciones correspondientes y se hará la misma preparación que en construcción excepto en el caso en que las terracerías sean aceptables.

b).- Cuando el nivel de las banquetas nuevas sea superior al de las existentes. Se harán rellenos con tepetate compactado al noventa por ciento de su peso volumétrico seco máximo no mayor de 10 centímetros hasta el nivel de desplante de las banquetas en algunos casos podrán colocarse encima de las existentes.

El colado de las banquetas de concreto simple, se hará por losas alternadas en tramos de 2 metros perpendiculares a la guarnición; antes de proceder al vaciado de concreto deberá saturarse perfectamente el relleno de tepetate sin formar charcos (para evitar que éste absorba el agua del concreto y se presente fisuras por contracción). Una vez colocado el concreto se le dará mayor compacidad mediante la regla vibratoria, cuyo movimiento será del paramento hacia la guarnición.

La superficie de la banqueta de concreto simple, deberá quedar perfectamente uniforme con el paso de la regla vibratoria con la pendiente transversal de dos por ciento uniforme o la que se indique para casos especiales y posteriormente se dará el acabado pasándole una escoba de tres a cinco hilos con el fin de dejar una superficie ligeramente rugosa en sentido perpendicular al tránsito de peatones. Este escobillado deberá hacerse siguiendo líneas rectas y no se aceptarán ondas.

Inmediatamente después de terminar la superficie de la banqueta de concreto simple, se procederá a cubrirla con una membrana impermeable que se mantendrá en buenas condiciones por un tiempo mínimo de 24 hrs, posteriormente se seguirán curando las losas con riegos de agua para conservar húmeda toda la superficie como en todo concreto estructural.

Una vez fraguada la losa y empleando una cortadora de discos para concreto se harán cortes en el sentido longitudinal a la guarnición que tendrá de dos a tres milímetros de ancho y una profundidad no menor de tres centímetros.

**Guarniciones.-** Las guarniciones deberán cumplir con una sección transversal de 20 cm. en su base, 50 cm. de peralte y 15 cm de corona con un radio de curvatura en la corona de 0.5 cm y 2 cm en las caras exterior e interior con respecto al pavimento.

Los moldes para la fabricación de las guarniciones deberán cumplir con lo indicado a continuación:

a).- Los moldes para las guarniciones precoladas serán metálicas, debiendo tener el espesor adecuado que les proporcione suficiente rigidez y resistencia para no deformarse durante las operaciones de vaciado y vibrado, será necesario que queden perfectamente ajustados para evitar escurrimientos de lechada durante el colado, que produzcan oquedades.

b).- Para las guarniciones coladas en sitio. Se usará una máquina extruidora para concreto hidráulico adecuada con moldes o formas que produzcan la guarnición con la sección transversal indicada en el proyecto o se utilizarán moldes metálicos fijos con un espesor adecuado que les proporcione suficiente rigidez y resistencia, para no deformarse durante el vaciado y vibrado.

La operación de la base de apoyo para las guarniciones se hará como sigue:

a).- En construcción de pavimento, se abrirá la caja para alojar la estructura de la

guarnición cincuenta centímetros más a cada lado del ancho del arroyo, con objeto de que la guarnición se desplante sobre la base o a un nivel muy aproximado (dependiendo de los niveles de proyecto) para evitar futuros asentamientos de dichos elementos.

b).- En reconstrucción de pavimentos, se deberán hacer las excavaciones necesarias para alojar las guarniciones de acuerdo con los alineamientos de proyecto, se determinará la base de apoyo sobre la cual se colocarán las guarniciones que puede ser una de las capas de pavimento existente, o bien preparar una capa de tepetate con cemento al 6 por ciento de quince centímetros de espesor compactada al 90 % de su P. V. S. M.

Antes de proceder al vaciado de concreto en los moldes deberá humedecerse la base. Posteriormente se iniciará el vaciado, debiendo hacerse en dos capas de 25 cm. aproximadamente cada una, que se compactarán con vibrador de inmersión (cuando no se tenga vibrador en la obra, el Departamento del Distrito Federal) suspenderá los colados de guarnición).

Antes de continuar el vaciado, deberá pintarse la cara vertical de la junta con cemento asfáltico No 6 dando un espesor no menor de 2 mm.

Las juntas de construcción y dilatación se provocarán con separadores metálicos de 3 mm. de espesor y una profundidad de 25 cm que se limpiarán y engrasarán perfectamente antes de colarse y se retirarán cuidadosamente tres a cinco horas después del colado. Las juntas se harán a cada tres metros de longitud. Una vez realizado el colado se procederá a pulir la parte superior o corona de la guarnición, debiendo quedar con la pendiente de proyecto, dando con volteador las curvas de proyecto para redondear las aristas.

Después de haber pulido la corona de la guarnición se procederá a cubrirla con una membrana impermeable de algún producto cuya eficiencia esté aprobada por el laboratorio del Departamento del Distrito Federal.

**Guarniciones Precoladas.**- Las guarniciones precoladas se fabricarán en una planta que cuente con las instalaciones adecuadas para producirlas con las secciones y preparaciones especificadas, acabados de primera y que pueden ser curadas a vapor.

La longitud máxima de los tramos de tangente y curva con radios mayores de 15 mts. Serán de un metro y en curva con radios menores de 15 mts. Serán de 0.5 mts.

Una vez preparada la base de apoyo, las guarniciones se podrán colocar antes o después del tendido de las capas asfálticas. Cuando se coloquen antes se procurará no mancharlas con los riegos asfálticos y que no pierdan su alineamiento de proyecto, cuando se coloquen después se tenderán las capas asfálticas extendiéndose 10 cm más de su ancho normal para posteriormente cortar con sierra y alojarlas.

Las guarniciones precoladas, deberán quedar a hueso y se colocará un pasador en las perforaciones con varilla de 1/2" de diámetro corrugada con una longitud de 19.5 cm para lograr mayor rigidez entre pieza y pieza.

**Andadores para peatones.-** Los andadores para peatones se clasificarán tomando en consideración la forma constructiva y los materiales empleados, pudiéndose clasificar en dos tipos:

a).- Andador construido con suelos estabilizados con cementantes hidráulicos, mediante el empleo de hidróxido de calcio (cal hidratada), o mediante el empleo de cemento Pórtland.

En la construcción de este tipo de andadores la secuencia de las operaciones será el siguiente:

1.-Se escarificarán por lo menos 15 cm, de la terracería por estabilizar, se adicionará la cal hidratada en el porcentaje óptimo, distribuyéndose uniformemente.

2.-Se mezclará el terreno natural y la cal hidratada en forma íntima, de preferencia en seco, mediante el empleo de motoconformadora y con ayuda de rastras con discos o mezcladoras rotatorias, hasta lograr un mezclado completo.

3.-Se adicionará el agua necesaria para que su contenido llegue al óptimo más un 5 %, dejándose curar por un lapso de 24 a 48 horas según su plasticidad, con el fin de que la cal reaccione con la arcilla y se inicie la formación de compuestos químicos, tales como los sílico-aluminantes cálcicos.

4.-Posteriormente se extenderá la terracería ya curada y se afinará procediendo a compactarla con rodillos lisos de 12 toneladas hasta lograr un 90% de su peso volumétrico seco máximo incorporando el agua necesaria para mantener la humedad óptima de compactación.

b).- Andador construido con productos asfálticos, mediante el empleo de una carpeta de concreto asfáltico, o mediante el empleo de un tratamiento asfáltico superficial con un material de granulometría(3-A) de triturado basáltico o gravilla de tezontle de color.

Este tipo de superficie se recomienda para andadores con tránsito intenso de personas o bien en zonas de juegos infantiles o áreas donde por algún motivo se reúnen demasiadas personas.

El proceso constructivo es el siguiente:

1.- Se compactará el terreno natural o material de subrasante al 90% de su P.V.M.

2.- Se construirá una capa con grava cementada para sub-base con un espesor mínimo de 10 cm. compactada al 95 % de su P.V.M.

3.- Se aplicarán los riegos de impregnación y liga con rebajados asfálticos ó emulsiones asfálticas a razón de 1.0 lto./m<sup>2</sup> cada una, siguiendo las especificaciones respectivas.

4.- Posteriormente se colocará la carpeta asfáltica de 3 cm de espesor apegándose a las especificaciones correspondientes.

Considerando la intensidad de circulación de las personas y tomando en cuenta el aspecto ornamental, se recomienda los siguientes tipos de andador para:

a).- Tránsito ligero de personas.-

Para este tránsito, se recomiendan los andadores de terreno natural o con mejoramiento de tepetate, estabilizados con cementos hidráulicos, o bien, cuando además sea necesario contar con superficies agradables, los tratamientos superficiales tales como el tezontle rojo, amarillo, negro, etc, pueden ser satisfactorios.

b).- Tránsito pesado de personas.-

Para este tránsito, se recomienda andadores con mejoramiento de tepetate lino arenoso, estabilizados con cemento Pórtland, andadores construidos con una carpeta de concreto asfáltico, con el fin de que se aumente la resistencia al desgaste y además, eventualmente permitir el acceso de vehículos ligeros

#### IX.6.-Pasos para peatones.

Son las estructuras y/o áreas que permite a los peatones el cruzamiento de una vía rápida en condiciones de seguridad y comodidad, evitándose con esto los cruzamientos anárquicos.

Las operaciones necesarias para la fabricación y montaje de los pasos para peatones, deberán ser ejecutados con los equipos mecánicos necesarios y adecuados de acuerdo con el proyecto y/o las instrucciones y aprobación del departamento.

La altura entre cualquier punto de la rasante del pavimento y a la parte inferior del paso para peatones no deberá ser menor de 5 mts, salvo que el Departamento y/o la Dependencia indiquen otra cosa.

Para dar por terminada la construcción y el montaje de las estructuras de acero que forman el paso para peatones se verificarán sus dimensiones, forma, acabado, elevaciones y alineamiento, de acuerdo a lo fijado en el proyecto y lo ordenado por el Departamento.

Después de haber sido inspeccionados y aprobados los elementos y partes del paso para peatones, se les aplicará las capas de pintura o de la protección que fije el Departamento; debiendo limpiarse previamente de todas las escamas, óxidos, escorias, grasas, aceite y otras materias extrañas. Las superficies estarán completamente libres de humedad al aplicar la pintura y esta deberá cubrir totalmente las piezas, excepto cuando vayan ahogadas en concreto o se vayan a soldar posteriormente; en este último caso, se dejarán sin pintar los cantos por soldar y las superficies adyacentes a los mismos; debiendo aplicarse una capa de protección anticorrosiva.

Los señalamientos utilizados en los pasos para peatones, para orientar y proteger a los vehículos y peatones durante la fabricación y montaje de los elementos y/o partes que forman la estructura, serán fabricados y colocados de acuerdo a los señalamientos de vialidad indicados en este capítulo.

CAPITULO X.- CONCLUSIONES

[REDACTED]

## X.- Conclusiones.

Se puede concluir que el presente trabajo, tiene como finalidad dar a conocer los procedimientos y estudios necesarios para llevar a cabo la construcción de una obra de la magnitud como lo es una Estación del Metro.

Dichos estudios, los podemos clasificar en el orden como estos se llevan a cabo para proyectar una obra de esta naturaleza, en el caso que nos ocupa los podemos clasificar en los términos siguientes:

1.- Estudios preliminares.- El primer punto será realizar los estudios preliminares ó elementales como son estudios de mercadeo; es decir de oferta y demanda de la población, en cuanto a necesidades de transporte público se refiere, dichas necesidades están sustentadas en las encuestas origen y destino de pasajeros llevados a cabo por las dependencias y canalizadas a las diferentes Dependencias de gobierno encargadas para solucionar los problemas de transporte. Dichos estudios nos ayudarán a planear a futuro las líneas de transporte de acuerdo a las necesidades de la población.

De los resultados de los estudios llevados a cabo, nos llevarán a proyectar la planeación adecuada, la cual fijará los procedimientos más óptimos en la consecución de nuestro objetivo, abatiendo costos y tiempos de ejecución.

En la planeación de la obra, se contemplarán los problemas de trazo, el cual dependerá del contexto o entorno urbano, como son: vialidades, monumentos históricos, y la gran cantidad de interferencias municipales que se localizan en el área donde se construirá la Estación.

Dicho trazo como se dijo anteriormente estará condicionado en su localización, con base a las necesidades de los usuarios para utilizar este medio de transporte.

La localización del proyecto, contemplará los espacios necesarios para alojar las Estaciones, esto es el dimensionamiento de galibos tanto Horizontales como verticales.

2.- Estudios de Mecánica de suelos.- Una vez definidos los estudios preliminares para el sembrado del trazo de la línea ó de la Estación, se deberán llevar a cabo los estudios correspondientes a Mecánica de Suelos, para conocer las características estratigráficas del terreno donde se alojará la Estación, el estudio de dichas características nos definirá el tipo de estructura, y el diseño arquitectónico que la Estación deberá tener de acuerdo al contexto urbano de la zona en donde está se localice, dichos estudios nos definirán el tipo de cimentación a elegir para garantizar la estabilidad de la estructura durante su construcción y vida de servicio (para el caso de la estación Guerrero se optó por una cimentación compensada; es decir, el peso del material excavado, será igual al peso total de la estructura que se alojará en dicha área).

3.- Así como los estudios de mecánica de suelos nos servirán para llevar a cabo los diseños arquitectónicos y estructurales también nos ayudarán a realizar el Proyecto de Ingeniería. Proyectos que deberán ser adaptados a la funcionalidad y confort para brindar a la población una estructura moderna y funcional que brinde los servicios de manera eficiente.

En forma adicional a los estudios de mecánica de suelos, se deberá implementar un sistema de instrumentación, el cual dispondrá de dispositivos y de controles topográficos, que permitan instrumentar el terreno y las estructuras aledañas durante las actividades y procesos constructivos de la Estación, dicha instrumentación permitirá medir previamente los movimientos verticales y horizontales, y/o los esfuerzos que se generan en el suelo y edificaciones colindantes, como reflejo de las actividades y procesos de construcción de dicha obra como son: construcción de muros tablestacas, bombeo previo del agua freática, excavación del núcleo, colocación y precarga de los puntales, construcción propiamente de la Estación, así como la evaluación de la condición final de compensación.

Una adecuada planeación, estudios de mecánica de suelos y un constante monitoreo propiciará la toma oportuna de decisiones; asegurando con ello evitar posibles mecanismos de falla.

Diseño arquitectónico y estructural.- De los resultados obtenidos de la planeación y de los estudios de mecánica de suelos, se proyectará el diseño arquitectónico y el diseño estructural; para proceder a la construcción de la obra civil y de sus instalaciones.

El diseño arquitectónico estará basado de acuerdo al desarrollo y contexto urbano de la zona.

Una vez concluidos los estudios como son la planeación, los estudios de mecánica de suelos y fijados los métodos de instrumentación, la interpolación de estos nos ayudará a proyectar y a diseñar arquitectónica y estructuralmente la Estación. El diseño arquitectónico deberá garantizar la funcionalidad, brindando espacios que den seguridad y confort a los usuarios de este transporte.

Del proyecto y diseño arquitectónico derivará el diseño estructural así como el proyecto general dentro del cual se estudiarán y analizarán cada una de las variantes y restricciones que intervendrán en el proceso constructivo, para prevenir eventos que pongan en riesgo la excavación y estructuración de la estación.

En términos generales, se definirá brevemente el proceso de excavación y estructuración para llevar a cabo la construcción de esta Estación. Esto es, una vez que se ha definido el trazo y los niveles de excavación y estructuración, se dará inicio con la construcción de brocales, los cuales servirán de guía al equipo de excavación para la

construcción de los muros Milán los cuales una vez que han adquirido la resistencia de proyecto servirán para confinar el área de excavación a cielo abierto, mediante un proceso de apuntalamiento para contener los empujes del terreno.

El proceso de excavación y estructuración es similar en cada una de las zonas que componen la Estación; es decir, el proceso de excavación se deberá interrumpir cuando la excavación se encuentre 30 cm. por debajo de la colocación del 1º, 2º, 3º, 4º y 5º nivel de puntales y esta no se podrá reiniciar si los troqueles no han sido colocados en su posición definitiva y aplicada la carga correspondiente de proyecto contra los muros tablestaca.

Cabe mencionar que la excavación no se podrá iniciar si los pozos de bombeo no se han instalado para el abatimiento del nivel freático esto es para mantener el fondo de las excavaciones lo más estancas ó secas posibles; así como haber realizado en un 70% el desvío de las instalaciones municipales como son: agua potable, drenaje, luz, teléfonos y gas, así como las interferencias que puedan afectar el proceso de ejecución de la obra.

El proceso de excavación y apuntalamiento de las diferentes zonas que componen la estación es similar en cada una de ellas, así como el proceso de estructuración, pero siempre estará regido por las restricciones que se imponen en cada caso y por los riesgos que implica el proceso de estructuración en cada etapa.

Una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación de acuerdo al proyecto, inmediatamente se deberá colar una plantilla de concreto simple provisto con un aditivo acelerante de fraguado de espesor igual al proyecto marcado.

Una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación y realizado el colado de la plantilla, se deberán ir sellando los pozos que se utilizaron para el abatimiento del nivel freático.

Una vez fraguada la plantilla, esto es 5 hrs. después del colado, se deberá iniciar con el armado, cimbrado y colado de la losa de fondo hasta el tope con los muros tablestaca auxiliares; esto es si se trata de alguna de las celdas, dejando durante dicho colado las preparaciones necesarias para su liga posterior con las contratraves, muretes de andén y losas adyacentes, la construcción de esta losa no deberá realizarse en un tiempo mayor de 24 hrs. después de haber concluido el colado de la plantilla correspondiente, esto es para prevenir fallas de fondo durante el proceso de excavación, así como riesgos de estabilidad de la estructura y construcciones aledañas. Para prevenir dichos riesgos habrá que realizar un monitoreo constante en los diferentes sistemas de instrumentación instalados para dicho propósito.

24 hrs. después de colada la losa de fondo, se podrá retirar el 4° y 5° nivel de puntales ya sea paralelos al eje de trazo cuando se trate de celdas y retiro de puntales perpendiculares cuando se trate de las cabeceras de la Estación.

Posteriormente se continuará con el armado, cimbrado y colado de las contratraves, muñones, muretes de concreto, losas en los niveles andenes, vestibulos, mezanine y azoteas, conforme se avance la estructuración de podrán ir retirando los puntales del 3°, 2° y 1er nivel.

La demolición de los muros tablestacas auxiliares, que sirvieron para confinar cada una de las celdas para la excavación y estructuración de la zona central, se podrá ir realizando conforme avance la excavación de las celdas secundarias y una vez que las celdas primarias se encuentren estructuradas un 90%.

Es importante tomar en cuenta las restricciones que se describen en cada una de las etapas de excavación y estructuración ya que el hacer caso omiso a estas pueden generar problemas como son filtraciones, que pueden generar derrumbes, poniendo en riesgo la estabilidad de la estructura, inestabilidad en estructuras vecinas, problemas de falla de fondo, así como el riesgo de vidas humanas conllevando con esto al retraso de la obra, incrementando significativamente los costos.

Durante el proceso de construcción de la obra, es necesario llevar a cabo un muestreo y ensaye de la calidad de los materiales que se están empleando, así como un muestreo constante del lodo bentonítico que se utilizará para la construcción de los muros Milán, ya que son elementos estructurales importantes en el proceso de ejecución de la obra. una mala calidad en la construcción de estos provocará problemas en el proceso de apuntalamiento, provocando inestabilidad a la estructura.

4.- Concluidos los trabajos de excavación y estructuración de la Estación, se deberán realizar los trabajos de rehabilitación de guarniciones, banquetas, drenajes que resultaron dañados durante los trabajos de la construcción de la Estación, así como trabajos de señalización y semaforización para el reordenamiento del tránsito vehicular.

Podemos mencionar que para el proceso de excavación y estructuración de la Estación se utilizó como innovador la utilización de tensores metálicos tubulares colocados en las celdas secundarias, en forma paralela al eje de trazo de la Estación y poder troquelar los muros tablestaca auxiliares en el primer nivel para permitir la excavación de las celdas primarias, así como el poder prescindir del primer nivel de puntales en pata de gallo de las celdas primarias.

También podemos decir que como innovador fue realizar la excavación y estructuración a base de celdas en la zona central, acelerando con este método procedimientos de excavación y estructuración de la Estación en general.

Se deberá poner atención especial como ya se dijo, en el abatimiento del nivel freático al término de la construcción de la Estación por lo que se deberán sellar las posibles filtraciones que se lleguen a presentar y evitar posibles asentamientos de las

construcciones vecinas así como el estar monitoreando constantemente el comportamiento de las estructuras vecinas.

Este trabajo es una recopilación de normas y especificaciones para el proyecto y construcción de una Estación del Metro para la Ciudad de México, Editados por la Dirección de General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo (D. G. C. O. S. T. C.), Dichas Normas y Especificaciones se complementan con los estudios de mecánica de suelos, estudios de topografía, estudios de urbanización y del medio ambiente, estudios de factibilidad tanto técnica como económica que correlacionados todos ellos nos permitirán obtener las soluciones más viables para la elaboración de un proyecto de esta naturaleza.

Como conclusión, el presente trabajo tiene como finalidad dar a conocer la metodología así como los estudios que deben llevarse a cabo para la construcción de una obra de esta naturaleza, fijar las restricciones que deben seguirse para prevenir cualquier evento que ponga en riesgo la obra, y lo más importante, dotar a la población de una estructura moderna y funcional que brinde confort en los servicios de captación para la transportación masiva de los usuarios que utilizan este medio de transporte.

**XI.- BIBLIOGRAFÍA.**

**PROGRAMA MAESTRO DEL METRO. SEGUNDA REVISIÓN. VERSIÓN 1985.  
D.D.F.-SRIA. GRAL. DE OBRAS -COVITUR.  
PRIMERA IMPRESIÓN: 30 DE MAYO DE 1986.**

**ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS  
LÍNEAS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO, VOLUMEN 1 AL 5  
COMISIÓN DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO, D. D. F.  
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS  
ENERO DE 1987**

**NORMAS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN (TOMO 3)  
DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
LIBRO TERCERO, OBRAS VIALES Y OBRAS HIDRÁULICAS**

**MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO EN  
CALLES Y CARRETERAS  
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**

**DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO  
ARTICULO TÉCNICO  
JULIO DE 1997**

**TEORÍA Y APLICACIONES DE LA MECÁNICA DE SUELOS  
EDITORIAL LIMUSA 2ª EDICIÓN  
JUÁREZ BADILLO, RICO RODRÍGUEZ**

**ARTICULO TÉCNICO: SERIE CONSTRUCCIÓN DEL METRO.  
CD. DE MÉXICO  
PRIMERA IMPRESIÓN**