



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
CAJON DEL METRO DE LA CIUDAD DE
MEXICO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

S E R G I O V A Z Q U E Z G A L I C I A



CIUDAD UNIVERSITARIA

m341769

2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/126/04

Señor
SERGIO VÁZQUEZ GALICIA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. LUIS CANDELAS RAMÍREZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO"

- INTRODUCCIÓN
- I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO
- II. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
- III. PLANEACIÓN
- IV. MAQUINARIA
- V. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 17 de diciembre del 2004.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/crc.

Tesis para titulación:

**Manual para la Construcción del Cajón
del Metro de la Ciudad de México**

Elaboró:

Sergio Vázquez Galicia

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa: Alejandra, por todos los momentos que hemos pasado juntos, por todo lo que me ha enseñado y por su apoyo incondicional.....gracias.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a la Facultad de Ingeniería que me abrió sus puertas para darme una oportunidad dentro de sus aulas, tan solicitado y tan necesario para fortalecer nuestra formación en busca de un mejor futuro.....gracias.

Agradezco a mis padres: Félix Palemón y Rita, por su apoyo y comprensión, por sus ejemplos de humildad, nobleza, responsabilidad y honradez y que quiero que sepan que estoy orgulloso de ser su hijo y que los quiero mucho.....gracias.

A mi director de tesis el profesor Ing. Luis Candelas Ramírez, por todo el apoyo que me brindó para la realización de mi tesis.....gracias.

A todos los profesores de la Facultad de Ingeniería por sus apoyos y enseñanzas que me brindaron para mi formación como Ingeniero.....gracias.

A mis hijos: Maria Magdalena, Rosa Isela, Sergio Alejandro y Emily Berenice por su apoyo moral y espiritual para dar fin al propósito de esta tesis.....gracias.

I N D I C E

INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES HISTORICOS	3
CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.	12
I.1 OBJETIVOS.	14
CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	16
II.1 BROCALES.	17
II.2 MUROS MILAN.	21
II.3 LODO BENTONITICO.	44
II.4 ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO (BOMBEO).	49
II.5 EXCAVACION DEL NÚCLEO.	61
II.6 TROQUELAMIENTO.	72
II.7 MUROS ESTRUCTURALES DE ACOMPAÑAMIENTO	80
CAPÍTULO III. PLANEACIÓN.	91
III.1 INTEGRACIÓN DEL PROYECTO.	96
III.2 PROGRAMACIÓN DE UNA ESTACION TIPO.	100
III.3 PROGRAMACIÓN DE UN TRAMO TIPO.	126

CAPÍTULO IV.	MAQUINARIA.	147
IV.1	MAQUINARIA MAYOR.	149
IV.2	MAQUINARIA MENOR.	152
IV.3	VEHICULOS.	155
CAPÍTULO V.	CONCLUSIONES.	160

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES HISTORICOS.

La idea de construir en la Ciudad de México un tren subterráneo aparece por primera vez en 1958, a fines de la Administración del Presidente Adolfo Ruiz Cortinez. En este tiempo la idea fue desechada no solo por la magnitud de la inversión que se requería y las limitaciones financieras que enfrentaba en ese tiempo el país, si no también por las dificultades técnicas de su construcción, debido a las características del subsuelo de la ciudad y por el hecho de enfrentarse ésta en una zona sísmica.

Uno de los principales promotores del proyecto para construir un Metro en la Ciudad de México fue el Ingeniero Bernardo Quintana, al frente del grupo de Ingenieros Civiles y Asociados, ICA. A partir de 1958 ICA realizó una serie de estudios para elaborar un anteproyecto y más tarde el Proyecto de Construcción de un Metro para la Ciudad de México, entre ellos destacan los siguientes: las características y el comportamiento del Subsuelo de la Ciudad de México; el hundimiento de la ciudad y la forma de contrarrestarlo en las construcciones subterráneas y de superficie; un análisis crítico de la construcción, instalaciones y operación de los 33 principales Metros en el Mundo y un estudio de la situación de la red vial de la Ciudad y de sus perspectivas.

Por lo pronto, el grupo de Empresa ICA adquiría una importante experiencia en la construcción de Obras Viales en la Ciudad así como en el Drenaje Profundo que le permitió desarrollar una serie de soluciones técnicas aplicables a lo referente de la Construcción del Metro.

El 29 de abril de 1967 se publica en el Diario Oficial el decreto presidencial mediante el cual se crea un organismo público descentralizado, el Sistema de Transporte Colectivo, con el propósito de construir, operar y explotar un tren rápido con recorrido subterráneo y superficial para el transporte público en el Distrito Federal, el 15 de Junio, se celebra el contrato de ingeniería entre el Sistema de Transporte Metropolitano para el proyecto de la primera etapa del Metro de la Ciudad de México, al día siguiente mediante el boletín de prensa, el regente del Distrito Federal anuncia públicamente el inicio de las Obras.

El 19 de Junio de 1967, en el cruce de la avenida Chapultepec con la calle de Bucareli; el general Corona del Rosal preside la ceremonia de inauguración de las Obras del Metro de la Ciudad de México. Así se da inicio a la obra civil más grande en la historia de la ciudad, tanto por la dimensión y costo, como por los beneficios que aporta a sus habitantes. Ese mismo día se celebró el contrato para las obras civiles entre el Sistema de Transporte Colectivo y el Grupo de Empresas ICA.

La primera etapa de construcción de este Sistema Metropolitano de Transporte denominado Metro fue la siguiente:

Línea 1. Zaragoza – Chapultepec (inaugurada el 4 de Septiembre de 1969).

a) Línea 2. Tacuba – Taxqueña (inaugurada el 1° de Agosto de 1970).

b) Línea 3. Tlatelólco – Hospital General (inaugurada el 20 de Noviembre de 1970).

Los trabajos de construcción del Sistema Transporte Colectivo en sus tres primeras líneas se hicieron solamente en 40 meses. Se establece la primera de muchas marcas del Metro: se había logrado construir un kilómetro de Metro por mes, un ritmo de construcción que no ha sido igualado en ningún Metro del mundo, ni antes ni después. La red inicial así lograba alcanzar 35.9 Kilómetros de Servicio.

Lo anterior correspondió a la denominada Primera Etapa de la Red del Metro de la Ciudad de México cuyo periodo abarca del 19 de Junio de 1969 al 10 de Junio de 1972 con un total de 42.4 kilómetros con 48 estaciones de ascenso y descenso y trasbordo de usuarios.

La supervisión de las instalaciones electromecánicas por parte de especialistas franceses fue permanente, e incluso ellos operaron el sistema los primeros meses. Sé decía que el Metro mexicano era francés, lo cual fue cierto en su momento para las instalaciones electromecánicas; pero la obra civil fue realizada única y exclusivamente por los ingenieros y arquitectos mexicanos encabezados por Bernardo Quintana Arrijoja, denominado en su tiempo como un “realizador de imposibles”.

La Primera Etapa fue de 1967 – 1972.

La Segunda Etapa fue de 1977 – 1982.

La Tercera Etapa fue de 1983 – 1985.

La Cuarta Etapa fue de 1985 – 1987.

La Quinta Etapa fue de 1988 – 1994.

La Sexta Etapa fue de 1994 – 1997. (Ver Plan Maestro FIG. No. 1’)

En 1977 se creó la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) que hasta la actualidad y desde el año de 1995 en que se convirtió en la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo Metro (DGCOSTC) dependiente de la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal. Cuya función principal es la de

crear la infraestructura necesaria para la ampliación del Sistema Metro, así como sus vialidades, obras inducidas y complementarias, para coadyuvar con el Gobierno del Distrito Federal en el mejoramiento de los medios de transporte colectivo de pasajeros a efecto de que estos sean eficaces, anticontaminantes, cómodos y seguros para sus habitantes de la gran urbe.

Estas actividades se fundamentan a su vez en el Plan Maestro del Metro realizado en su primera versión de 1978 a 1980. en 1985 surge la versión revisada y actualizada de este plan, basada en una encuesta Origen-Destino del Área Metropolitana de la Ciudad de México, levantada en 1983, ahora bien en 1987 y 1988 la versión de 1985 de dicho plan sufre ajustes en lo que corresponde a la construcción de la Línea "A".

Paralelamente a estas actividades de carácter prioritario, se ha creado una tecnología específica para el Metro de la Ciudad de México, en todas las ramas de la ingeniería ligadas a su proyecto y construcción adaptada a las características tan especiales del subsuelo del Valle de México.

La técnica de Construcción del Muro Milán, tiene su origen en 1952, desarrollándose con fuerza posteriormente en Europa. Se sabe que el procedimiento constructivo lo descubren casi simultáneamente dos Ingenieros, el Ingeniero Verder en 1952 y el Ingeniero Marconi en 1953.

La idea básica consiste en construir un muro subterráneo profundo en el sitio donde quedara definitivamente, sin un moldeado o cimbrado especial, ya que primero se hace una excavación rectangular del tamaño que se desee el muro, dicha excavación se estabiliza con lodo bentonítico comúnmente llamado lodo de perforación para después introducir en ella el armado de acero de refuerzo y proceder al vaciado del concreto en la zanja, desplazando este último al lodo de perforación hacia arriba por diferencia de densidades, permitiendo recuperar dicho lodo para después reciclarlo sin ningún problema.

Es importante hacer con precisión la excavación porque de ello depende el buen desempeño del muro, tanto en su estructura como en su verticalidad y el costo del mismo, ya que el corte que se haga en el terreno sirve como molde en el momento del vaciado del concreto.

El sistema llega a la Ciudad de México y es bien recibido debido a que resuelve en mucho, los problemas de construcción que presenta el subsuelo de la zona lacustre del área Metropolitana, en lo que fue el lago de Texcoco, debido al hecho de que por ser una ciudad trazada por los Aztecas y construida sobre un lago por los Españoles, implica que cualquier tipo de construcción que se necesite hacer en la zona lacustre representa un alto grado de dificultad, pues el nivel de aguas subterráneas (nivel freático), casi siempre se encuentra a menos de dos metros de profundidad

Si el procedimiento constructivo se realiza con cuidado así como la unión entre sí de varios muros, permitirá formar una barrera impermeable que reducirá al mínimo el problema de filtraciones de agua, dando como resultado un ahorro considerable en costosos sistemas de bombeo y de mantenimiento en la construcción que se utilice.

El Muro Milán es un proceso constructivo de gran utilidad en la Ciudad de México y en otras ciudades de nuestro país que tienen problemáticas similares en su subsuelo, como Villahermosa Tabasco y Coatzacoalcos Veracruz.

Gracias a este sistema se resolvieron importantes problemas de construcción, pero se le tuvieron que agregar variantes técnicas para su adecuación, como el del sistema de compensación del peso del subsuelo desplazado, que se sustenta en el "principio de Arquímedes" que es el que permite flotar a una embarcación. Es decir, los túneles en la Ciudad de México deben pesar la misma cantidad que el material que se sustrajo para realizarse, si un túnel pesa menos tendería a emerger hacia la superficie y si pesa más se hundiría.

Teniendo en cuenta a lo ya mencionado anteriormente sobre la construcción del cajón del metro en la Ciudad de México se tiene que:

En el Primer Capítulo se presenta la **Descripción General del Proyecto** que tiene como finalidad primordial el de mejorar el trabajo a través de la **Calidad**.

En el Segundo Capítulo se describen en forma detallada los **Procedimientos Constructivos** para la construcción del cajón del Metro de la Ciudad de México como son: **Brocales, Muro Milán, Elaboración de Lodos Bentonítico, Abatimiento del Nivel Freático (bombeo), Excavación de Núcleo, Troquelamiento y Muros Estructurales de Acompañamiento**.

En el Tercer Capítulo se menciona la **Planeación** como la integración sencilla y objetiva de todos los elementos del proceso productivo que conduzcan al establecimiento de metodologías para la obtención de las metas preestablecidas y son: **Integración del Proyecto, Programación de una Estación Tipo y la Programación de un Tramo Tipo**.

En el Cuarto Capítulo se hablará de la **Maquinaria** que esta integrada por: **Maquinaria Mayor, Maquinaria Menor y Vehículos**.

En el Quinto Capítulo se hace mención de las **Conclusiones** obtenidas por toda la información recopilada del proyecto de Construcción del Cajón del Metro y observaciones adquiridas por la Experiencia.

CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

CAPITULO I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La construcción del metro, en la Ciudad de México, se remonta a más de veintitrés años de existencia y cerca de 160 km. con solo un nombre constante; Grupo ICA.

A lo largo de todo este tiempo, el Grupo ha enfrentado un sinnúmero de retos a través de los problemas que por si mismos, crea la naturaleza de la construcción en suelo Mexicano.

Estos problemas que en su momento fueron motivo de intensa preocupación, nos ha brindado la experiencia necesaria para continuar enfrentando la imposición de retos de mayor envergadura; experiencia que también podrían ser recopiladas en documentos escritos para su transmisión a aquellos individuos interesados en la historia de las obras del metro en nuestra urbe y también a aquellos que se inicien en la construcción de las futuras líneas del Metro.

Por todo ello, se tratara de plantear de una manera clara y sencilla y objetiva, estas experiencias vividas en los procesos constructivos empleados en la construcción de Muros Milán, excavaciones a cielo abierto entre troqueles, troquelamientos y muros estructurales de acompañamiento, como parte del procedimiento constructivo del cajón de tan importante sistema de transporte.

Se hablara quizá con un estilo propio e informal, pero se considera el adecuado para su comprensión y entendimiento de las ideas que con mucho esmero se expresara, esperando su aprovechamiento.

I.1 OBJETIVOS

Este proyecto así como el resto de los que se desarrollan, tiene como primordial finalidad, el de mejorar continuamente el trabajo a través de un vehículo muy importante denominado CALIDAD.

La CALIDAD es sinónima de eficiencia, de productividad, de excelencia, en una palabra “de hacer las cosas bien, y a la primera ...” es por ello que a continuación se expondrá en forma muy general los conceptos más importantes que a juicio deben ser los objetivos principales del presente proyecto.

- a) Proporcionar la información necesaria para lograr:
 - 1) Erradicar falla.
 - 2) Mayor optimización de los recursos.
 - 3) Mejores rendimientos.
 - 4) Una mejor calidad.
 - 5) Mayor productividad.
 - 6) Elevar nuestras utilidades.

- b) Que sirva como modelo para planear, organizar y controlar los diversos procedimientos constructivos a lo largo de la obra.

- c) Orientar de manera objetiva a las nuevas generaciones, en el desarrollo de sus funciones, tomando en cuenta como parámetro los ejemplos enunciados, los cuales han sido situaciones reales en alguna época.

- d) Despertar en el personal con experiencia, la inquietud de corregir y acrecentar la información aquí redactada para mejorar el material e incrementar su objetivo docente.

CAPÍTULO II

PROCEDIMIENTO

CONSTRUCTIVO

CAPITULO II. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Las especificaciones que para la construcción del metro son utilizadas y están realizadas por personal sumamente especializados en el campo del tema de que se trate y consecuentemente los documentos están enriquecidos con todos los datos técnicos posibles y una descripción tan sencilla y secuenciales que facilitan su comprensión.

Es por ello, que la información que a continuación expondré, no pretende ser de ninguna manera una especificación técnica de proyecto, sino más bien es una recopilación de datos tanto del personal técnico como del mismo personal de campo encargado directamente de estas labores, y expresados de manera simplista.

Al inicio de cada tema, se desarrollara una breve descripción técnica del elemento a tratar y enseguida su forma de ejecutarlos para finalizar con recomendaciones y advertencias producto como ya se menciona de la experiencia obtenida.

II.1 BROCALES.

El brocal es una estructura de concreto armado, alojado en una zanja cuya excavación obligadamente es realizada a mano con el objeto de detectar las posibles interferencias e instalaciones municipales (ductos de teléfonos y Compañía de Luz, líneas de gas, drenajes, agua potable, redes de riego, etc.).

La finalidad de su construcción, obedece a la necesidad de contar con una guía que permita garantizar la posición y verticalidad correctas del equipo guiado durante el proceso de excavación del tramo de muro milán (tablero) en cuestión.

El trazo juega el papel más importante en el procedimiento constructivo ya que de éste dependerá a partir de este momento, el que la construcción de los muros milán y consecuentemente del cajón queden en su posición correcta y conserve los gálivos que el proyecto exige.

PROCESO CONSTRUCTIVO.

Se realiza la excavación de la zanja como se mencionó, generalmente

con dimensiones de 1.60 m. x 0.95 m. según se acota en la FIG. No. 1, partiendo del terreno natural como nivel inicial. La profundidad podrá tener variaciones hasta de un metro más, en función del desconocimiento exacto de la ubicación de las instalaciones municipales o bien por la inestabilidad del terreno debido a la presencia de cascajo o basura. Así mismo, el ancho de la zanja variará hasta en 10 cm. menos en función del diseño estructural.

Se procede al armado, cimbrado y colado de las partes que conforman el brocal que son el alero o banqueta y el faldón, cuyas dimensiones y características se señalan en la misma FIG. N°. 1

RECOMENDACIONES

En su construcción debemos considerar las recomendaciones siguientes para su constante vigilancia:

- * En caso de la detención de interferencias y dependiendo del tipo de estas, se verá la factibilidad de realizar su movimiento con nuestros recursos o bien se deja el hueco y se espera para el movimiento por terceros (teléfonos, Compañía de Luz, etc.).

BROCAL
(DIMENSIONES GENERALES)

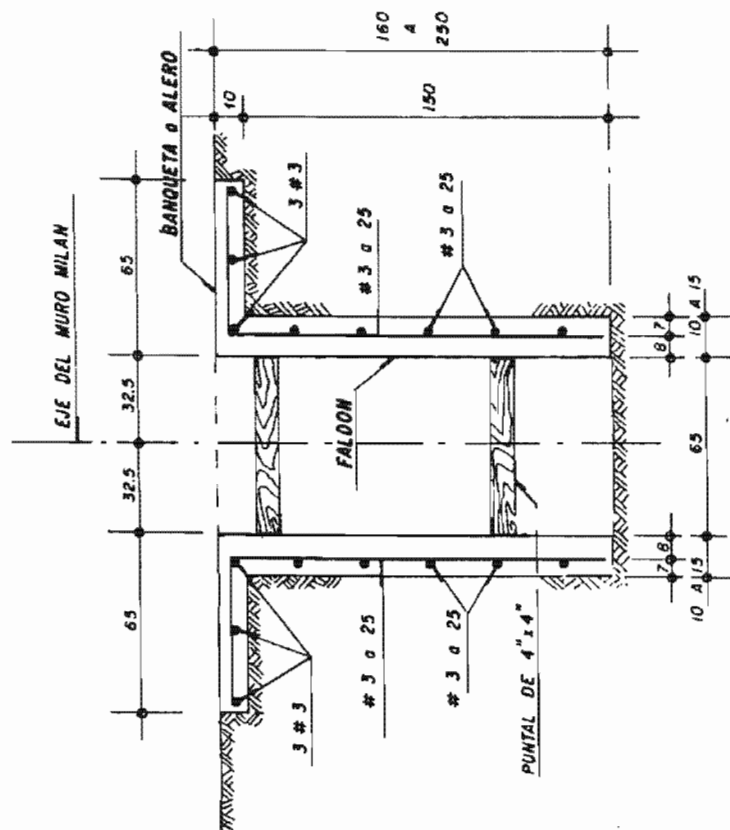


FIG. No. 4

Anotaciones en centímetros.

- * Conservar el gálibo respecto al eje del trazo del muro mil (32.5 cm. a cada lado) al colocar la cimbra.

- * Respetar obligadamente la verticalidad (plomo) de la cimbra en los faldones.

- * Durante el colado es conveniente tener cuidado de ir llenando parejos ambos lados para evitar desplome o irregularidades en la superficie del faldón.

- * Es necesario dejar apuntalados los faldones al retirar la cimbra con polines a cada 3 m. para evitar caídos y cerramientos del terreno, variando esta distancia según el tipo del terreno y el tránsito cercano de vehículos y maquinaria de la obra.

En general, el procedimiento para la construcción de los brocales no es complicado; deberá tomarse en cuenta estas recomendaciones y adiestrar al personal de campo para la eficiente elaboración.

Las especificaciones señalan que los brocales se construirán en suelos heterogéneos o contaminados y en las zonas de terrenos firmes o con carpeta asfáltica, únicamente se abrirá la zanja como guía sin que lleve brocal.

II.2 MUROS MILAN

Es un elemento estructural colado en sitio (se han realizado pruebas para ser prefabricados), cuya finalidad es la de contener los empujes del terreno y mantener la estabilidad de las construcciones aledañas, durante la excavación del núcleo en el proceso constructivo del cajón.

Su construcción se inicia una vez conformados los brocales.

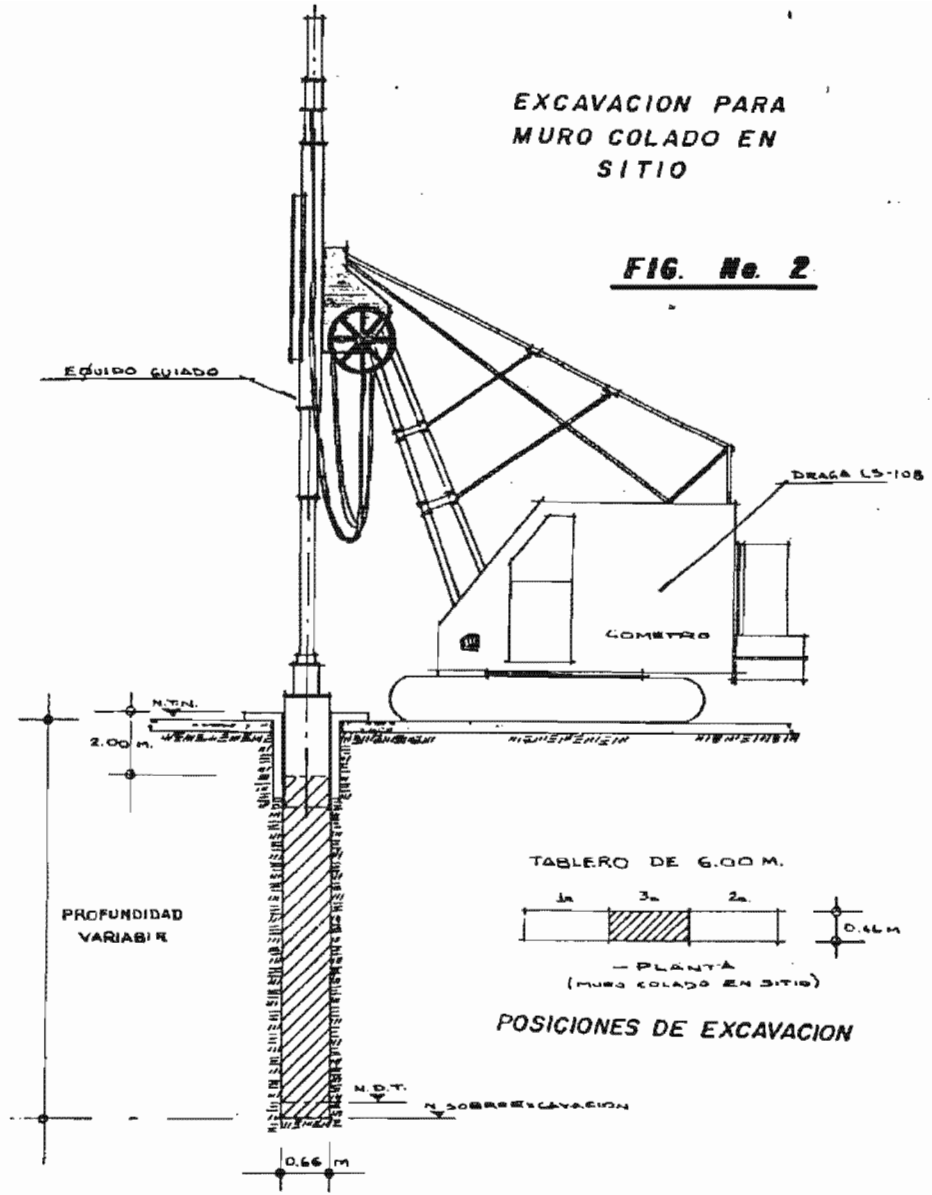
Se realiza la excavación en la zanja ya formada, mediante el uso de una draga preferentemente LS-108, pudiendo ser mayor por la capacidad para sostener el equipo guiado (FIG No 2). Las dimensiones más comunes del muro terminado son 0.66 m. de espesor por 6.00 m de largo y de profundidad variable según sean los requerimientos del proyecto debido a los gálibos verticales señalados.

PROCESO CONSTRUCTIVO.

Definido el tablero a construir, se procede a realizar la excavación de las zanjas hasta el nivel de desplante de proyecto usando agua o lodo bentónico para garantizar la estabilidad de las paredes (en el próximo capítulo se tratara a lo referente a la bentonita), manteniendo un nivel,

EXCAVACION PARA MURO COLADO EN SITIO

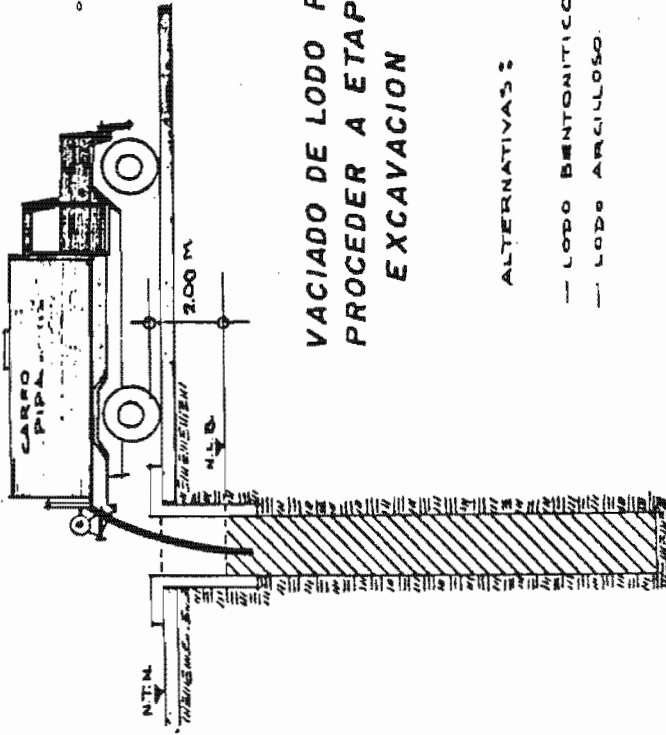
FIG. No. 2



Una vez alcanzado el nivel de desplante de proyecto en la excavación, se colocan en los extremos del muro las juntas de colado, las cuales son los elementos metálicos huecos de forma trapezoidal (FIGS. Nos. 4 y 5) en cuya cara frontal lleva una ranura para alojar la banda de PVC que quedara ahogada en el muro colado. El ancho de la junta lo determina el espesor del tablero y su longitud la profundidad del mismo. Su parte inferior tiene una forma tal que permite hincarse y asentarse firmemente en el fondo de la excavación.

Funciona como cimbra tapón para contener el concreto del muro a colar y deja la forma machimbrada para el colado subsiguiente.

Cabe mencionar que entre dos muros colados con estas juntas se construye un muro ya sin ellas, debido a que la pared de los extremos funciona entonces como cimbra. Para su colocación se auxiliara con el uso de una grúa hidráulica (FIG. N°. 6).

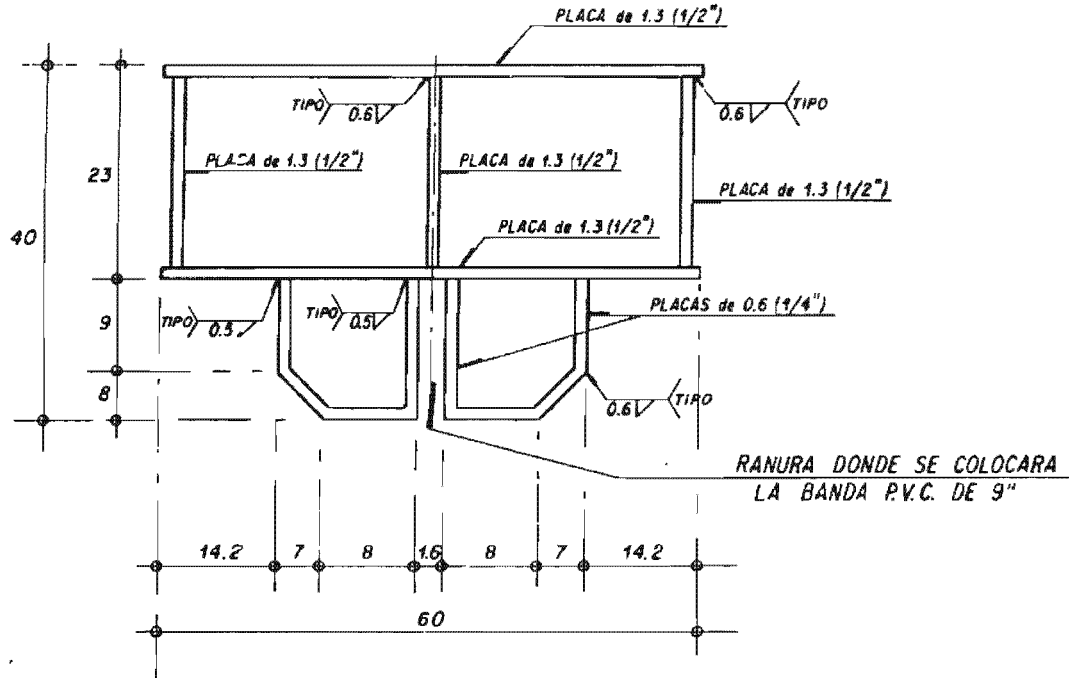


VACIADO DE LODO PARA
PROCEDER A ETAPA DE
EXCAVACION

ALTERNATIVAS:

- LODO BENTONITICO.
 - LODO ARCILLOSO.
- DURANTE EL PROCESO DE EXCAVACION
DEBERA CONSERVARSE EL NIVEL DEL
LODO 2.00 m POR DEBAJO DEL NIVEL
DE BROCAL

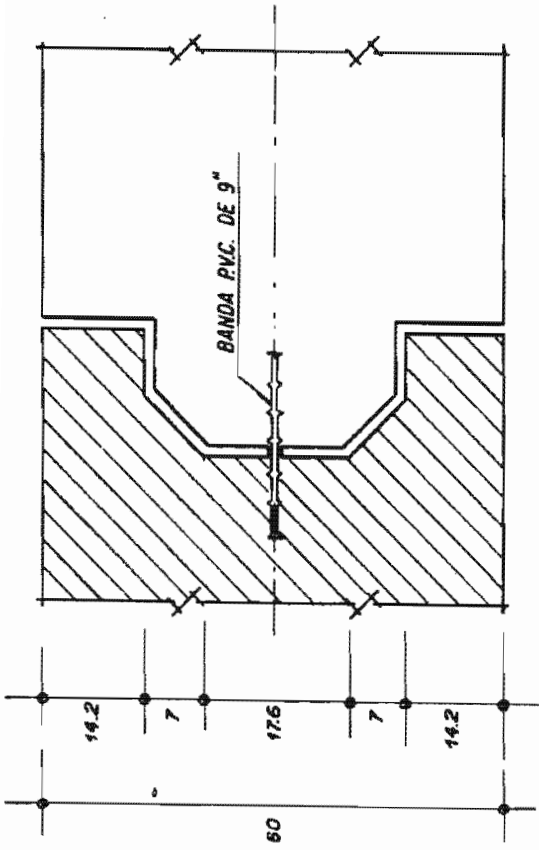
FIG. No 3



JUNTA METALICA

FIG. No. 4

Anotaciones en centímetros



**JUNTA DE CONSTRUCCION
ENTRE TABLEROS**

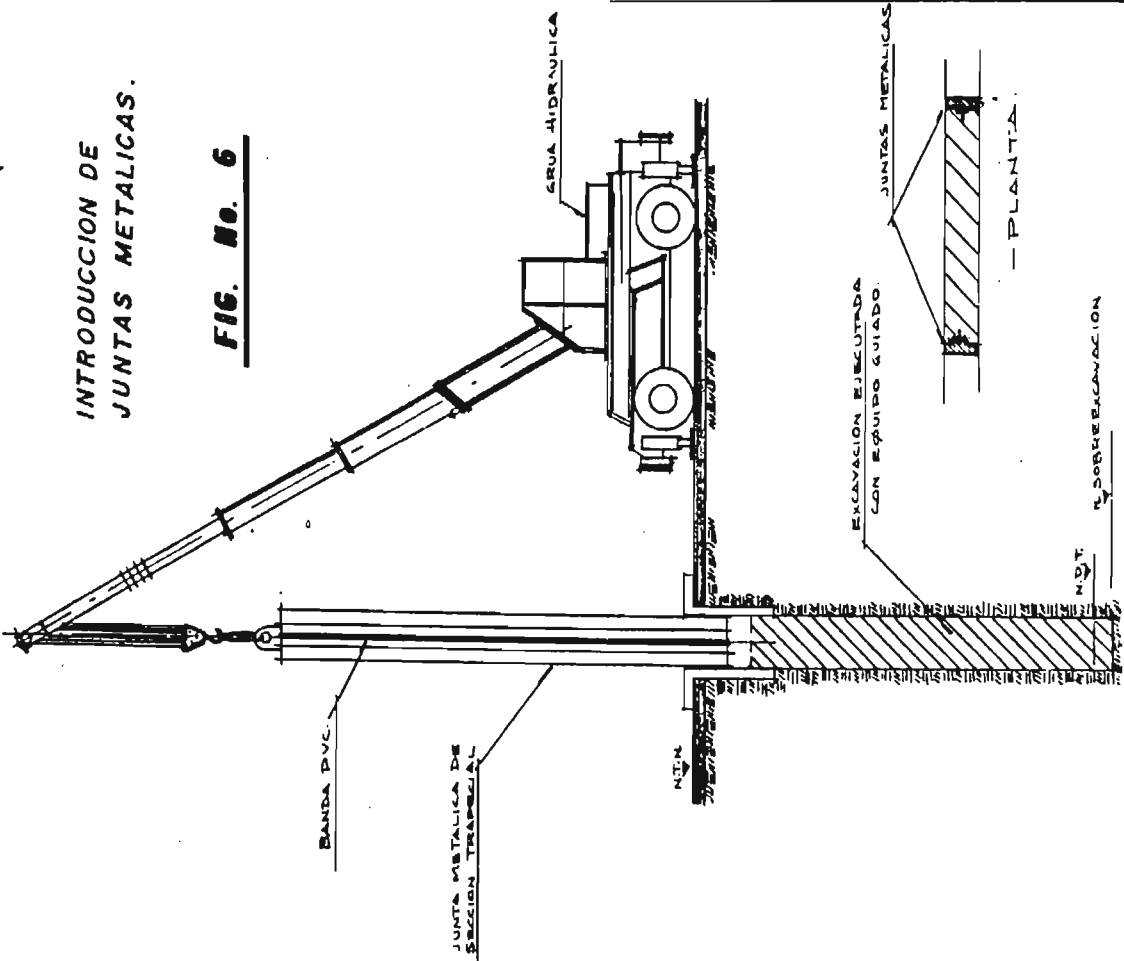
(PLANTA)

FIGO No. 5

Acotaciones en centímetros

INTRODUCCION DE
JUNTAS METALICAS.

FIG. No. 6



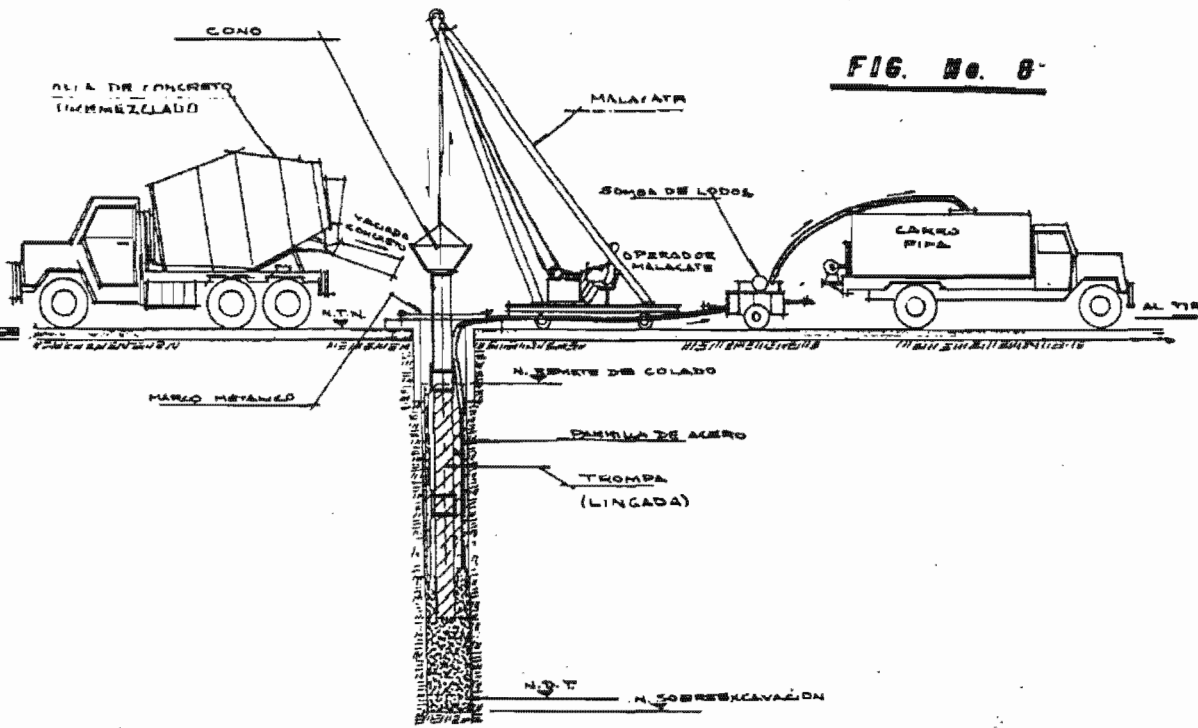
Con las juntas en su sitio, se procede a colocar el acero de refuerzo (parrilla) también con el uso de la grúa hidráulica para su correcta maniobrabilidad (FIG. N°. 7).

Toda vez que la parrilla ha sido colocada, centrada y nivelada en su lugar correcto, se procede al colado (lingadas), que consisten en tramos de tubos de acero de 8" de diámetro, en longitudes no mayores a 2.00 m. para su fácil manejo, roscados en sus extremos y unidos mediante coples para conformar la longitud requerida para el colado. Este tipo de sujeción permite un hermetismo que impide, al momento de su introducción la absorción de aire o lodo que contamine el concreto. En su parte superior, la lingada tiene una forma de embudo (tolva) para la recepción del concreto la cual descansará sobre un marco metálico apoyado en los aleros del brocal, compuesto por cuatro canales con dimensiones tales que impidan el desplazamiento lateral de la tolva y garanticen su verticalidad, debiendo quedar a un nivel inferior a la boca de descarga de la olla revolvedora para facilitar el vaciado del concreto (FIG. N°. 8).

Alcanzando el primer fraguado del concreto, se procede al retiro de las juntas para su uso en el próximo tablero en turno. Es necesariamente contar

COLADO DE MURO MILÁN Y
EXTRACCION DE LODO

FIG. No. 8



cuando menos con ocho pares de juntas por frente para lograr continuidad en la construcción de los muros.

RECOMENDACIONES EN LA EXCAVACIÓN

- * Es necesario señalar la secuencia conveniente de construcción de los tableros para su fácil identificación; para ello usaremos un larguillo sobre el que, mediante el uso de números, distribuiremos o desplazaremos cada uno de los muros (FIG: N°. 9), correspondiendo con los cadenamientos que sobre el terreno tendrán el mismo muro. Esta costumbre acarrea como beneficio el conservar un orden en el habilitado y armado de las parrillas para su uso secuencial; identificar los tableros con posibles fallas en el procedimiento constructivo y, finalmente, mantener una correcta secuencia de trabajo en la generación de las estimaciones respectivas.
- * Marcar en el brocal las posiciones de la draga (eje de la maquina) con el objeto de asegurar la extracción total del material, iniciando en los extremos del muro para finalizar en el centro (FIG: N°. 10).

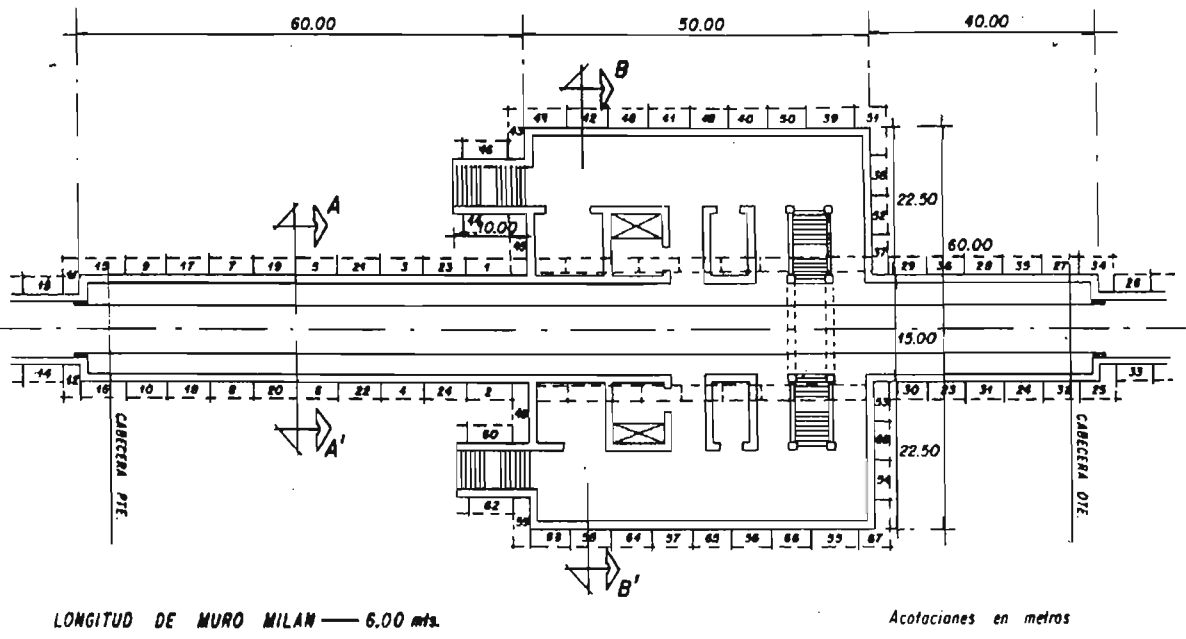
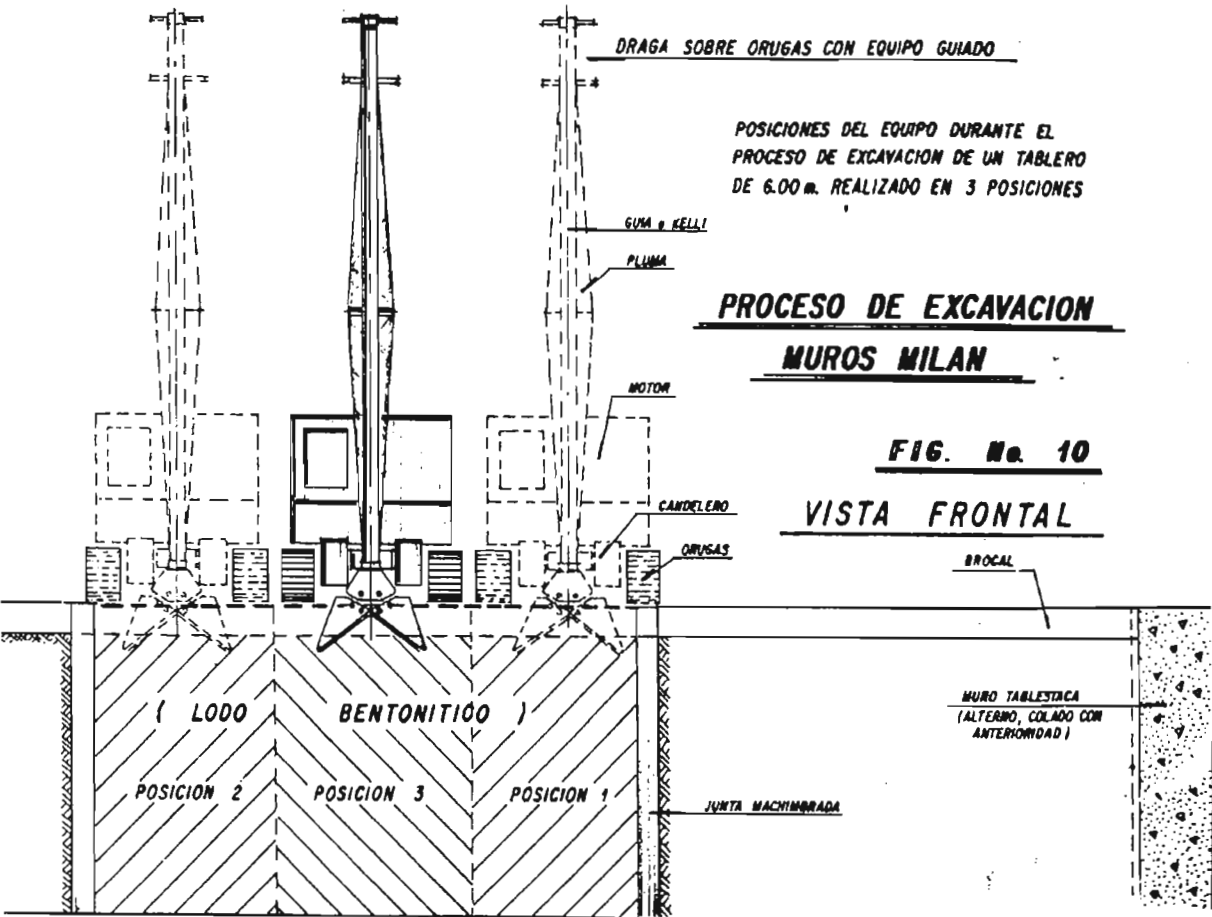


FIG. No. 9

ESTACION SUBTERRANEA TIPO

DESPIECE DE MUROS MILAN



- * Al señalar las posiciones de la draga, deberá incluirse en la longitud del muro, el ancho correspondiente a las juntas metálicas al colocarse.

- * Colocar la máquina sobre terreno firme, debiendo quedar lo más horizontal posible para ayudar a conservar la estricta verticalidad en el equipo guiado.

- * Colocar tapones de madera en los extremos del muro por excavar sellándolos con material local, para evitar la fuga del agua o lodo bentonítico durante el proceso de excavación.

- * Checar constantemente el plomo del equipo guiado para garantizar durante todo el proceso de excavación el que las paredes queden verticales.

- * Para evitar las deformaciones del equipo es necesario impedir el golpe brusco de éste sobre el terreno, logrando con esta acción eliminar los desprendimientos del propio terreno.

- * Mantener una constante vigilancia en el funcionamiento del equipo, para lo cual es necesario revisar mangueras, cables y poleas principalmente.

- * Es recomendable la limpieza de la almeja en cada una de las salidas de la zanja para aprovechar a su máxima capacidad el volumen de extracción del material.

- * Con el propósito de garantizar la profundidad de desplante del muro milán, se señalará en la vara la medida necesaria, haciendo un chequeo constante mediante el uso de una sonda referida al nivel de la superficie del alero.

- * Una vez que se presume que la excavación ha concluido, es conveniente realizar un nuevo sondeo del fondo de la excavación mediante el uso mismo de la almeja, ubicada en el nivel de desplante del muro en cada una de las tres posiciones.

- * Es muy recomendable el mantener una constante limpieza en el área de trabajo para evitar accidentes.

- * Por la seguridad que el caso requiere así señalado en el procedimiento constructivo, el siguiente tramo de muro a excavar será de manera alternada o en tres bolillos, nunca un muro contiguo al excavado en el mismo eje de trazo.

- * En la medida de lo posible, conservar la maquina en el eje del trazo del metro para evitar tránsitos innecesarios que repercuten en tiempos perdidos y deterioro del equipo.

RECOMENDACIONES EN EL ARMADO.

- * Se deberá programar con detalle, la secuencia de los tableros por construir para que el habilitado del acero de refuerzo, siempre vaya por delante para así evitar tiempos perdidos y violaciones al procedimiento constructivo por una secuencia deficiente.

- * El armado del acero de refuerzo para la conformación de la parrilla no es simétrico en ambas caras, por lo que es necesario al finalizar el armado, identificar perfectamente tanto la cara exterior como la interior para su correcta colocación.

- * Realizar una constante revisión en la soldadura de los tensores y orejas de izaje.

- * Contar con estrobos adecuados en longitud para evitar que al momento del izaje no sufra deformaciones la parrilla.

- * Colocar de manera adecuada tanto en cantidad como en la distribución de roles para el correcto desplazamiento de la parrilla en la zanja, mismos que a su vez servirán de separadores, para evitar que las caras del armado no tengan el recubrimiento indicado por el proyecto.

- * Los roles o donas de concreto son elementos precolados que van sujetos al armado en ambas caras de la parrilla, mediante un segmento de varilla que la sostiene por el centro (FIG: N°. 11).

- * Como resultado de la secuencia establecida, es necesario vigilar las dimensiones de las parrillas (tipo de armado) para su debida ubicación. Muy frecuentemente caemos en el error de colocar parrillas en sitios incorrectos dentro de las zanjas.

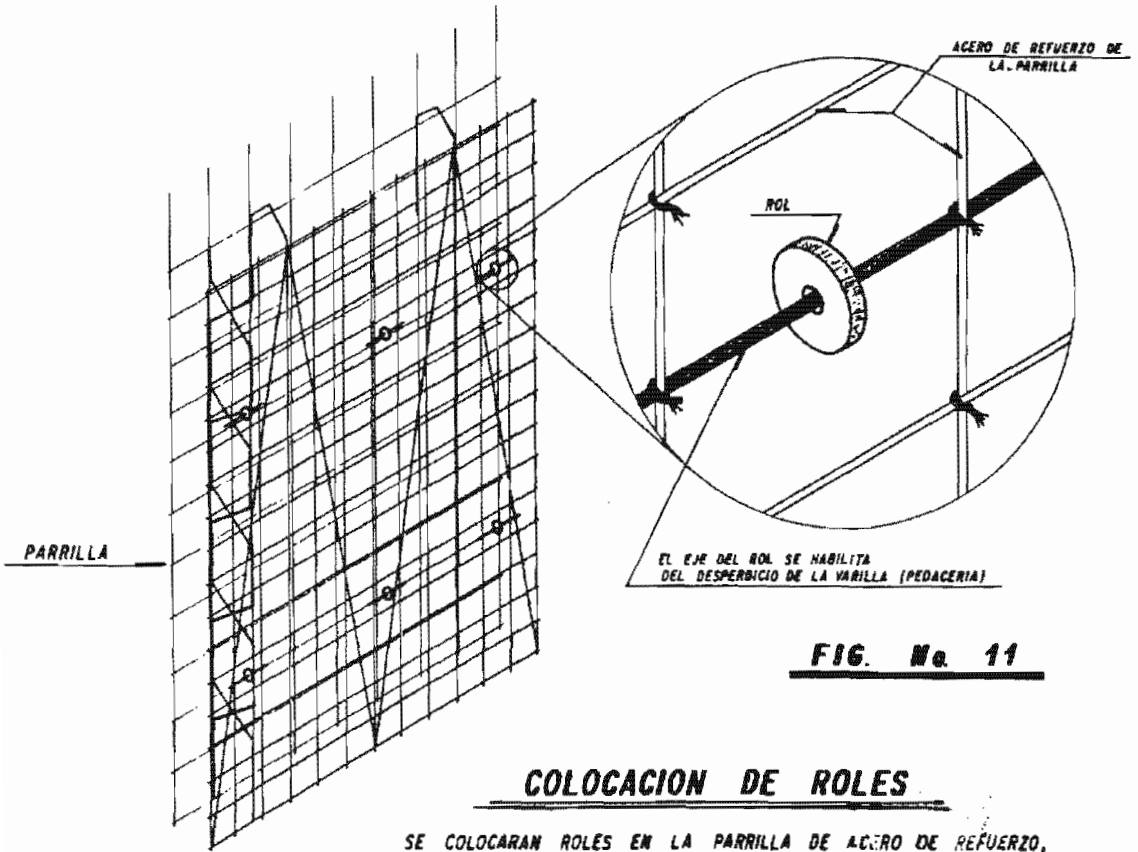


FIG. No. 11

COLOCACION DE ROLES

SE COLOCARAN ROLES EN LA PARRILLA DE ACERO DE REFUERZO, PARA FACILITAR LA INTRODUCCION Y DESLIZAMIENTO DE LA MISMA A LA EXCAVACION PREVIAMENTE REALIZADA POR EL EQUIPO GUIADO

RECOMENDACIONES DE LAS JUNTAS DE COLADO.

- * Checar que al introducirse la junta, conserve su plomeo.

- * A la cara de la junta que queda en contacto con el concreto, debe aplicarse una película de grasa o desencofrante para evitar la adherencia innecesaria con el concreto y de esta manera facilitar la extracción.

- * Deberá extremarse el cuidado en la sujeción de la banda de PVC en la junta, para garantizar que en su extracción, la banda quede perfectamente ubicada en su sitio como lo marca el proyecto.

- * Nunca deberá permitirse el perforar la banda de PVC para su sujeción o cualquier otra finalidad, dado que si esto ocurriera no se cumpliría con el objetivo para el que esta diseñada, que es el de impedir el paso de las aguas freáticas al interior del cajón a través de la junta constructiva formada por los colados independientes de cada tablero.

RECOMENDACIONES EN EL COLADO.

* Es necesario contar al inicio del colado con una cámara de balón de hule látex, la cual se coloca en la boca de la lingada, descendiendo obligadamente por el empuje que provoque el peso del concreto sobre ella, y cuya finalidad es la de limpiar las paredes del tubo y eliminar los lodos que se alojan al momento de introducir la lingada en el fondo del muro evitando una contaminación innecesaria del concreto.

* En la medida que el concreto vaya siendo depositado, deberá irse extrayendo los tubos para evitar la posibilidad de su contaminación con el lodo; siempre se conservará una profundidad del tubo en el concreto de 1.00 m.

* Durante el proceso de colado, deberá provocarse un movimiento vertical constante en las trompas (chaqueteo), por medio de un malacate o grúa hidráulica con el propósito de provocar un acomodo conveniente del concreto vaciado y a su vez evitar que los tubos queden prisioneros en el concreto.

- * El concreto utilizado deberá ser lo suficientemente fluido (revenimiento 18) para que en sustitución del vibrado, el concreto por si solo tenga una distribución uniforme en el tablero.

- * El ciclo de colado deberá realizarse de manera pausada para evitar el ahogo del concreto de la trompa. El vaciado del concreto será realizado de manera alterna entre cada una de las trompas por ollas revolvedoras, para así mantener el nivel uniforme a lo largo del tablero.

- * Dado que por diferencia de densidades, el volumen de concreto desplaza hacia el exterior al del lodo, es obligado contar con bombas de succión de lodos (tipo Jaeger) para llevarlo hacia las pipas y posteriormente dependiendo de la calidad del mismo, desecharlo o reutilizarlo. (VER FIG. ANTERIOR N° 8).

- * Deberá vigilarse el tiempo de fraguado del concreto para aflojar la junta en su debido momento y evitar la adherencia excesiva que impida la extracción final de la junta.

* Es necesario llevar un control del colado, midiendo en forma permanente la variación del nivel de la superficie del concreto a lo largo del tablero y anotándolo en un registro apropiado, lo que permite asegurar un llenado homogéneo a los niveles de proyecto y a su vez el retiro oportuno de los tramos de las trompas.

II.3. LODO BENTONITICO.

El proceso de construcción de los muros milán, como mencionamos anteriormente, inicia con la excavación de las zanjas conformadas por los brocales. Durante dicha excavación, las paredes que se forman en el interior con el propio terreno natural no son estables por sí solas aún y cuando se conserve un tirante de agua equivalente al del nivel - freático o mayor, por lo que es necesario su estabilización con lodo tixotrópico.

Se dice que es tixotrópico por la resistencia que presenta al corte en reposo, que es cuando actúa como un gel, ya que cuando se agita o bombea no la presenta.

El lodo estabilizador debe ser una suspensión estable de bentonita sódica en agua, tener una densidad mayor que la del agua con objeto de que el empuje hidrostático que ejerza sobre las paredes, sea mayor que el de ésta. El lodo se vacía en el interior de los tableros excavados hasta alcanzar un nivel superior al nivel freático con objeto de generar un gradiente de presiones sobre las paredes de la excavación que ayude a detenerlas o mantenerlas estables.

Para la elaboración del lodo estabilizador o lodo bentonítico, es necesario contar con una mezcladora o bacha de alta velocidad, de tres motores, en la cual se mezclan agua y bentonita en las proporciones requeridas; este proceso se realiza en un promedio de 15 minutos.

Una vez obtenida la mezcla, se bombea a un tanque de almacenamiento para su posterior rebombeo a los tanques adicionales, en donde permanecerá la mezcla en reposo el tiempo especificado por el proyecto, cumplido el cual, se procederá a los ensayos requeridos. (FIG. N°. 12).

Para que el lodo estabilizador cumpla adecuadamente su función, es necesario que forme una película impermeable en la frontera con el suelo, siendo conveniente en la dosificación una cantidad importante de bentonita sódica; una tentativa inicial agua-bentonita recomendada como base, varía entre 5% y 6% de bentonita en peso.

Las propiedades que debe cumplir la mezcla se indican en la tabla presentada adelante (TABLA N°. 1) y el procedimiento para ejecutar, estas pruebas deberá ajustarse a lo especificado en las normas oficiales.

Es importante mencionar que el lodo podrá ser utilizado más de una vez en función del cumplimiento de las propiedades mencionadas, por lo que en cuanto las haya perdido, deberá desecharse y utilizarse uno nuevo.

Para su reutilización se efectúa una recirculación pasando por la planta central de fabricación y almacenamiento, o bien, mediante una batería portátil de hidrociclones para su recirculación local de un tramo de zanja a otro, es recomendable cuando el empleo local del lodo se ubique a una distancia tal de la planta central, que sea antieconómico bombearlo hasta ella para limpiarlo y recircularlo.

Finalmente se menciona que el uso del lodo bentonítico está sujeto a zonas en que el suelo es altamente inestable ya que el agua se mezcla con las arcillas generando también características estabilizadoras y evidentemente su costo es considerablemente inferior al del uso de bentonita.

PLANTA DE BENTONITA

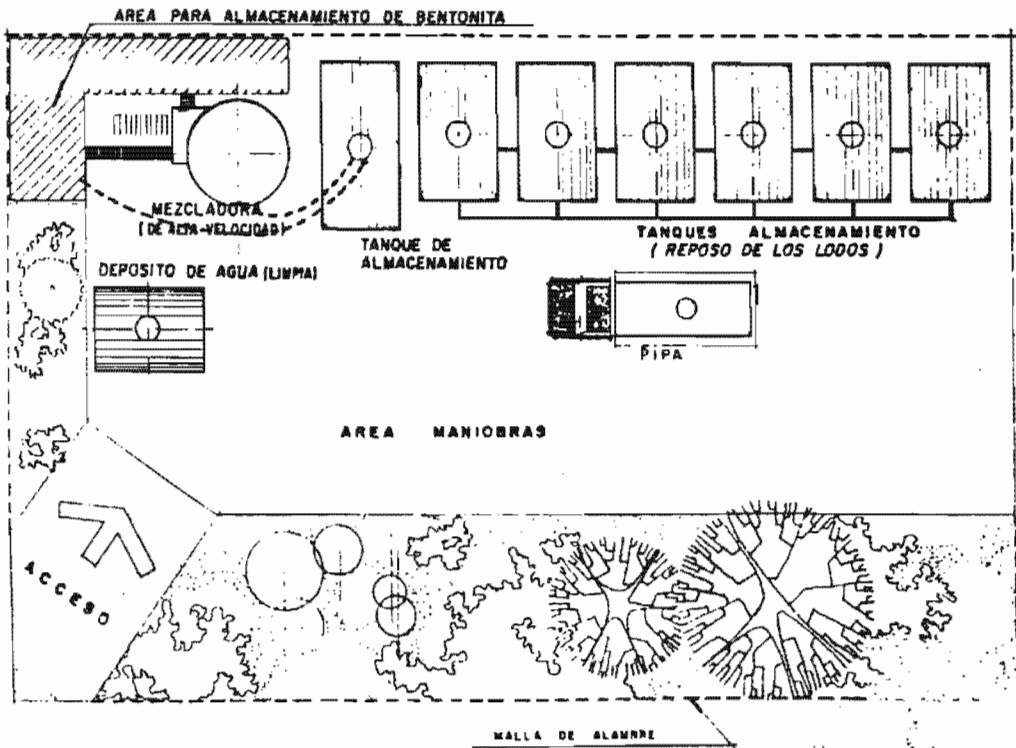


FIG No 12

TABLA DE PRUEBAS

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
ANÁLISIS DE LODO BENTONÍTICO

TABLA No. 1

CONTRATISTA:		LINEA:		PANEL N°:		LADO:	
TRAMO:		FRENTE:		MUESTREO EN PLANTA		MUESTREO EN ZANJA	
PLANTA:	DOSIFICACION:	CADENAMIENTO:		FECHA: /	/199	INFORME N°:	
C O N C E P T O			R E S U L T A D O			L I M I T E S E S P E C I F I C A D O S	
VISCOSIDAD PLASTICA (centipoises)						5 - 25	
LIMITE DE FLUENCIA (lb./100 ft ²)						5 - 25	
VISCOSIDAD MARSH (segundos)						35 - 50	
CONTENIDO DE ARENA (%)						3 max.	
VOLUMEN DE AGUA FILTRADA (cm ³)						20 max.	
DENSIDAD						1.03 - 1.06	
ESPESOR DE LA COSTRA (mm.)						1.0 - 1.5	
pH						7 - 10	
OBSERVACIONES:							
FORMULO:		REVISO:		ENTERADO:		ENTERADO:	

II.4 ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO

BOMBEO (CONTROL DE FILTRACIONES).

Cuando la construcción de una cimentación requiere de una excavación bajo el nivel freático, es necesario realizar un abatimiento por debajo de la profundidad de desplante, interceptando o captando el flujo de agua de que se presenta en el fondo de la excavación en los taludes, lo que permite mantener seco el material por excavar, aumentando la estabilidad de los taludes y por ende disminuyendo el riesgo de falla.

Así mismo el bombeo auxiliar en el control de las expansiones que se producen durante los periodos de excavación.

Los métodos de abatimiento dependen del tamaño y profundidad de la excavación según condiciones estratigráficas y características del suelo pudiendo aplicarse los siguientes:

- * Cárcamos y zanjas (excavaciones pequeñas).
- * Pozos con sistema de vacío (cuando la permeabilidad es muy baja).
- * Electroósmosis (Inducción de una carga eléctrica para acelerar el flujo del agua (FIG. N^o. 13 y 13')).
- * Bombeo profundo por gravedad (pozos punta).

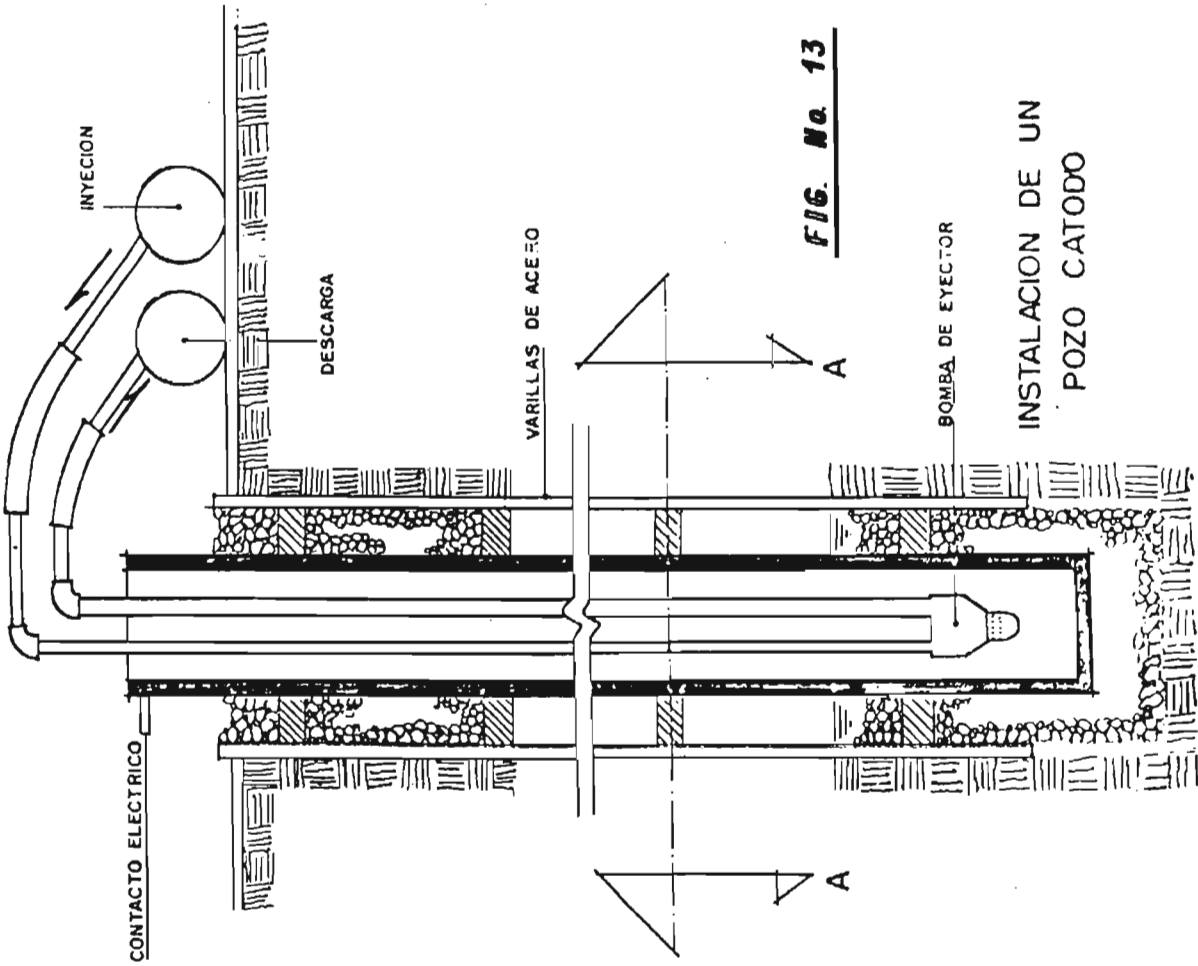


FIG. No. 13

**INSTALACION DE UN
POZO CATODO**

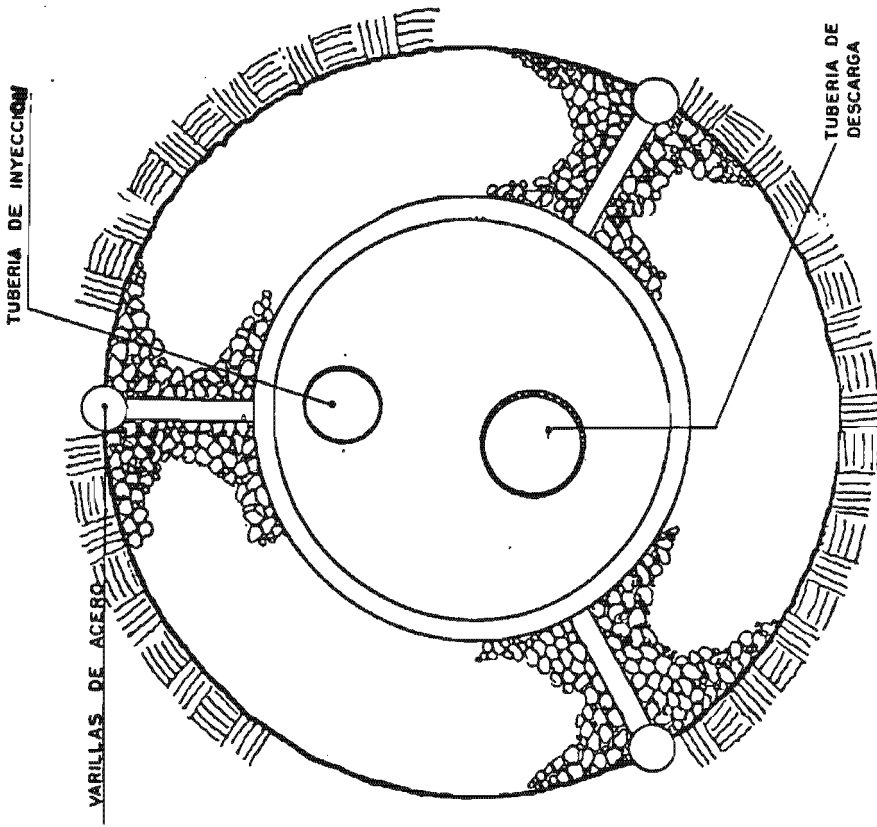


FIG. No. 13'

CORTE A-A

Por ser éste último, uno de los sistemas más utilizados en la construcción del metro subterráneo, a continuación se enuncia el procedimiento de instalación y operación de los pozos.

ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO.

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

Perforación.

Colocación de Ademe.

Colocación de Filtro.

Colocación de Bomba Eyectoras.

1. Localización de Pozos de Bombeo.

La ubicación de los pozos de bombeo en una estación se indican en la Fig. N°. 14.

2. Perforación de los Pozos de Bombeo.

Los pozos tendrán un diámetro de 30 cm. debiendo tener en cuenta que durante la perforación de estos se utilice exclusivamente agua a presión (FIG. N°. 15), por ningún motivo se deberá utilizar lodo para hacer

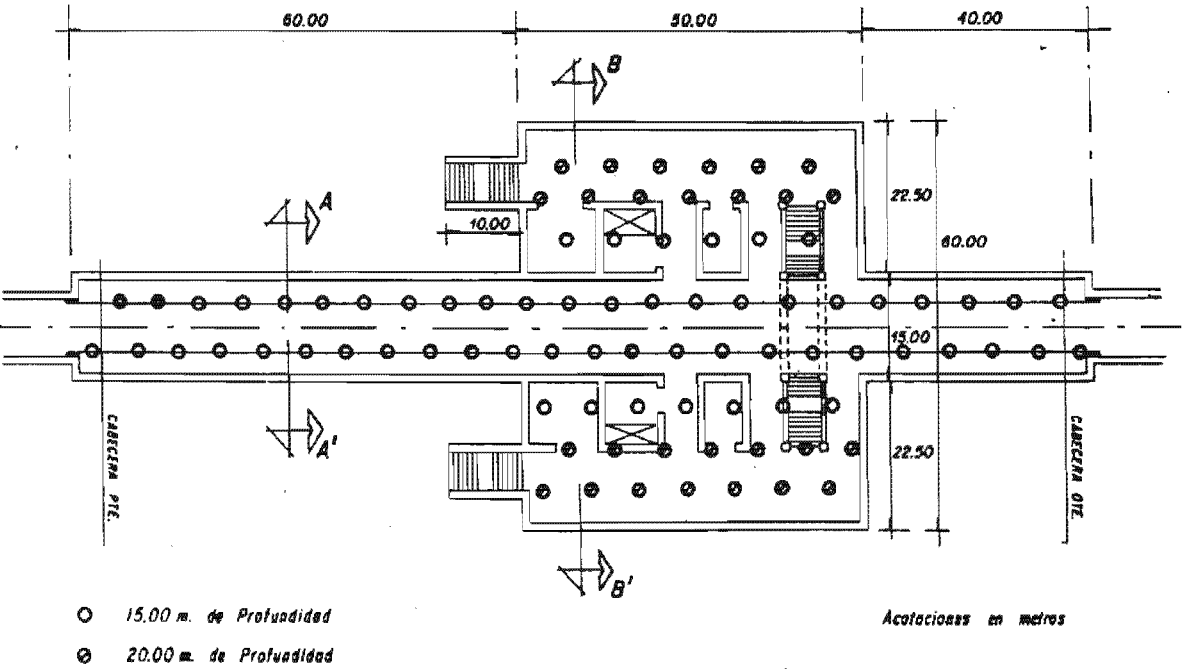


FIG. No 14

ESTACION SUBTERRANEA TIPO

LOCALIZACION DE POZOS DE BOMBEO

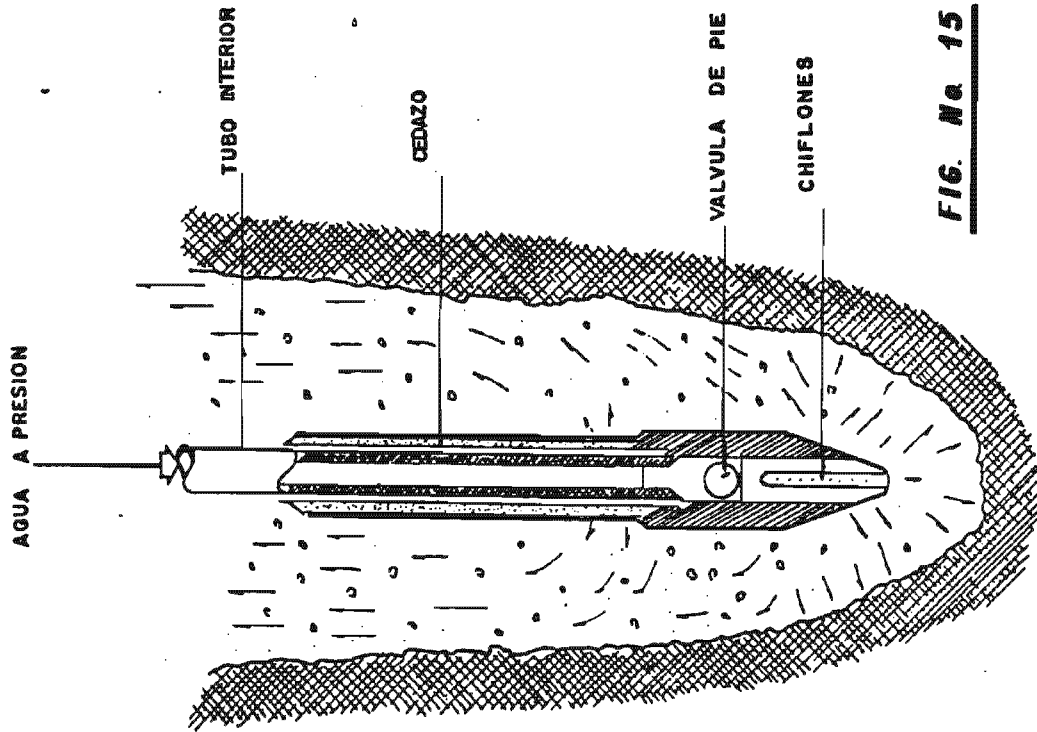


FIG. No. 15

HINCADO DE LA PUNTA POR
MEDIO DE CHIFLON DE AGUA

la perforación ya que tapa las paredes e impide la circulación del agua; deben utilizarse brocas adecuadas al terreno para su fácil perforación.

3. Limpieza de las Perforaciones.

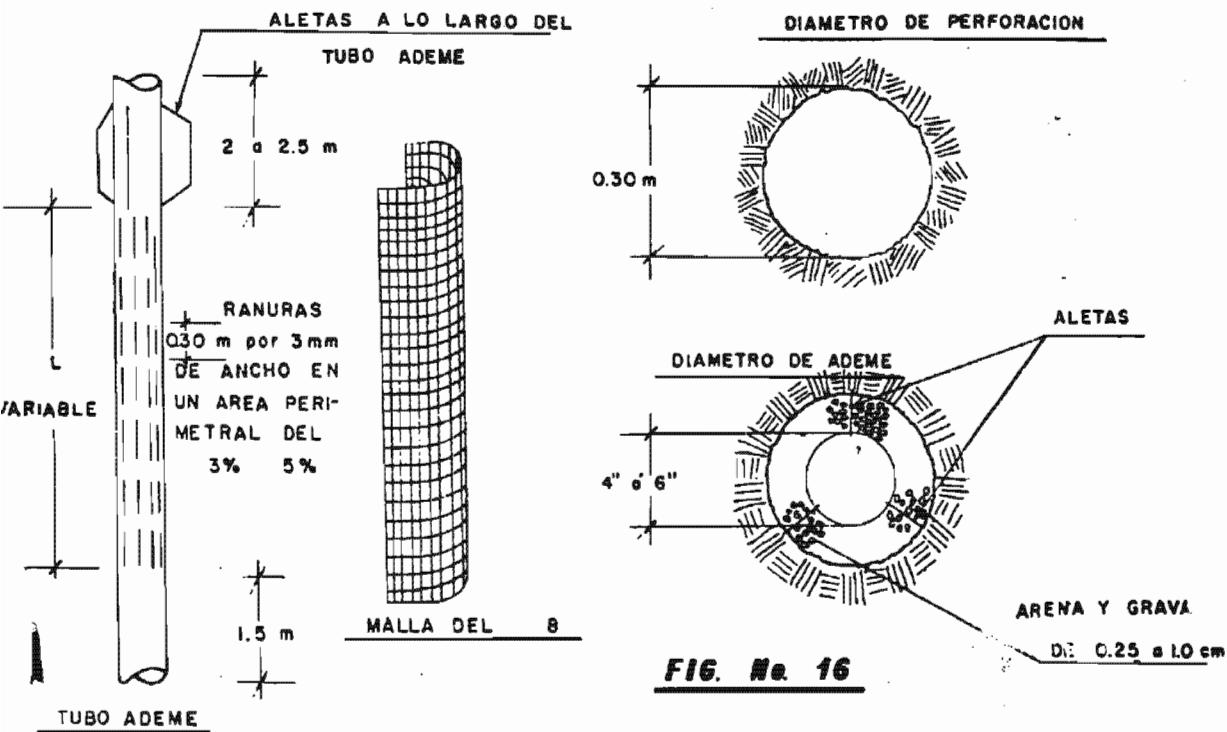
Para permitir la instalación correcta del equipo de bombeo, las perforaciones deberán estar limpias de azolve; para su limpieza se emplean cucharas de percusión con objeto de extraer el azolve grueso y después se lava la perforación con agua a presión, esta operación se considera terminada hasta que el agua retorne libre de partículas.

4. Ademe de los Pozos de Bombeo.

Antes de ademar la perforación es necesario mantenerla llena de agua y rebosar, para evitar el cierre de las paredes; el diámetro de los ademes de los pozos deberá adecuarse al equipo por utilizar para extraer el gasto indicado en las especificaciones.

5. Ranurado de los Ademes.

Los ademes se ranuran con el objeto de permitir el paso del agua por bombear a su interior; las ranuras son de 30 cm. de largo y 3 mm. de ancho
FIG. N°. 16.



EXCAVACION Y ADEME DE POZOS DE BOMBEO

6. Malla alrededor del Ademe.

Para evitar que el filtro de arena pase al interior del ademe, se coloca una malla del No. 8 alrededor del mismo, debiendo quedar firmemente sujeta, con objeto de que no se vaya a desprender durante las maniobras de instalación; cubriendo perfectamente las ranuras (FIG. N°. 16).

7. Filtro.

Entre las paredes del pozo y las del ademe, se colocará filtro de arena gruesa y grava fina a lavadas, cuya granulometría esta comprendida entre los siguientes tamaños: 1.0 cms. para el máximo y 0.25 cms. para el mínimo, tamaño que debe respetarse para evitar la obstrucción del filtro durante su funcionamiento.

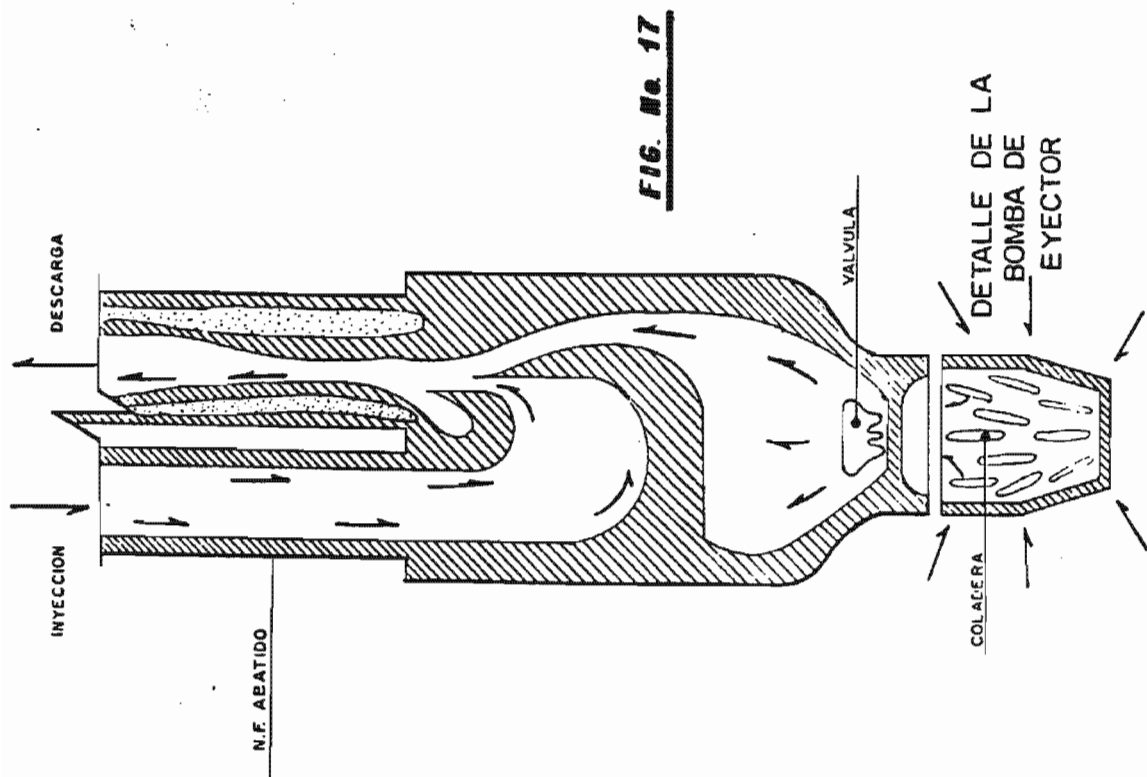
8. Flujo Hidráulico.

Para establecer el flujo hidráulico en el pozo y hacer con ello mas eficaz el bombeo, inmediatamente después de colocado el ademe y el filtro, se agitará el interior del ademe con una cuchara de percusión, en caso de no funcionar se arroja hielo seco al fondo del pozo; para que el monóxido de carbono liberado destape los espacios bloqueados entre las partículas.

9. Bombas y Control de Abatimiento.

Las bombas que se empleen deben de tener la capacidad de extraer el gasto indicado en el proyecto, para lo cual se colocarán sistemas de aforamiento con objeto de verificar los volúmenes extraídos registrándose cada 12 horas el gasto de extracción y el nivel dinámico de cada pozo. Con estos datos, se elaboran gráficas de tiempo contra nivel dinámico. Las bombas que normalmente se utilizan son de pozo profundo eyector ver Fig. No. 17.

10. El tiempo de bombeo al inicio de la excavación, deberá ser el necesario para abatir el nivel de agua freática requerido por el proyecto; en caso de suspensión de la excavación del núcleo por procedimiento constructivo ó días feriados, el bombeo deberá continuar operando en forma regular, suspendiéndolo de manera definitiva una vez colada la losa de fondo; en este momento se procederá a la extracción o corte del pozo en caso de quedar ahogado; inmediatamente después, se procede al sellado del hueco con una lechada agua-cemento hasta 30 cm. por abajo del tope de colado de la losa; la parte restante se rellena con concreto provisto de aditivo estabilizador de volumen.



11. Longitud de Bombeo.

Salvo que se indique otro criterio por condiciones particulares, en general la longitud promedio de bombeo es de 30 m., medidos a partir de la losa de fondo al frente de la excavación; así mismo la excavación podrá iniciarse siempre y cuando se encuentren colados y con la resistencia de proyecto los muros tablestaca en una longitud no menor a 50 m. medidos a partir del hombro del talud.

La finalidad del bombeo mencionado es la de mantener la estabilidad del terreno, así como permitir una excavación en material lo más seco posible, la cual nos lleva a un trabajo más seguro, limpio y ordenado.

RECOMENDACIONES.

- * Revisión constante de los piezómetros para certificar la operación continúa del bombeo.

- * Conservar las mangueras y pozos en buen estado para prevenir fugas, así como una conveniente ubicación de las mangueras para evitar su daño durante el proceso de la excavación.

II.5. EXCAVACIÓN DE NUCLEO.

Habiendo realizado la construcción de los muros milán y abatidas las aguas freáticas a su nivel de proyecto, procederemos a realizar la excavación del núcleo del cajón.

Consiste en extraer el terreno natural de la zona que conformará el cajón para la circulación del metro, utilizando una draga LS-108 ó LS-118 de acuerdo a las condiciones de distancia y profundidad, que ocurran en la obra.

Podemos generalizar, mencionando que existen dos tipos de situaciones en que se realiza la excavación: en Tramo o en Estación

La excavación en el Tramo, que posteriormente unirá dos estaciones o bien conformará una cola de operación y maniobras del metro, resulta ser de menor complicación en su concepción, que la efectuada en una estación.

Como se ha mencionado, los muros milán conforman la estructura lateral del cajón es decir los límites de la excavación (galibo) en

el sentido del trazo; en el frente de ataque se trabajará con taludes para conservar la estabilidad del terreno.

En las estaciones las etapas suelen ser de medidas irregulares dadas las características y geometría de cada una. (FIG. No. 18). Generalmente se trabaja con más de un frente a la vez, ya que los tiempos entre la terminación en la excavación de una etapa, más el de su estructuración y el inicio de la siguiente, suelen ser de consideración y el de trabajar con un frente representaría una cadena muy larga en su duración y por consiguiente incosteable.

La excavación se realiza con equipo mecánico desde la superficie (FIG: No. 19), de modo que sea posible realizar maniobras dentro de la misma en forma segura entre los troqueles ya colocados (de esto se hablara en el próximo tema). La maquinaria puede ser de tipo almeja libre sobre una draga LS-108 ó 118 como se mencionó, auxiliándose en el fondo por personal con equipo manual que coloque el material inaccesible para la maquinaria, en posición de ser desalojado.

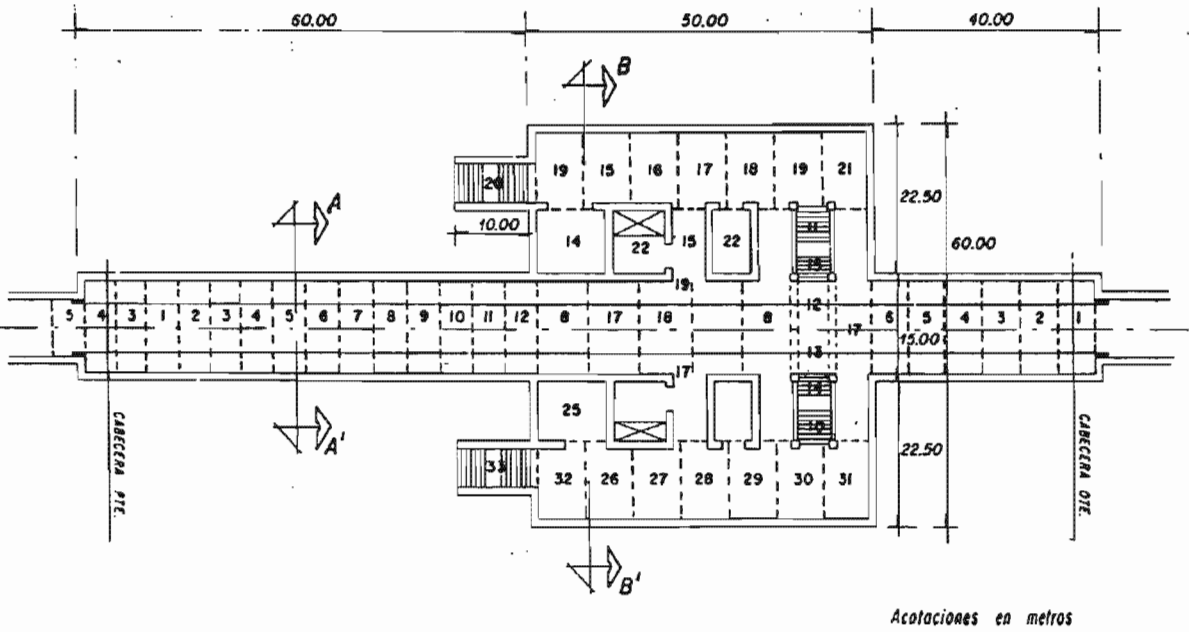


FIG. No. 18

ESTACION SUBTERRANEA TIPO

LOCALIZACION DE ETAPAS DE EXCAVACION

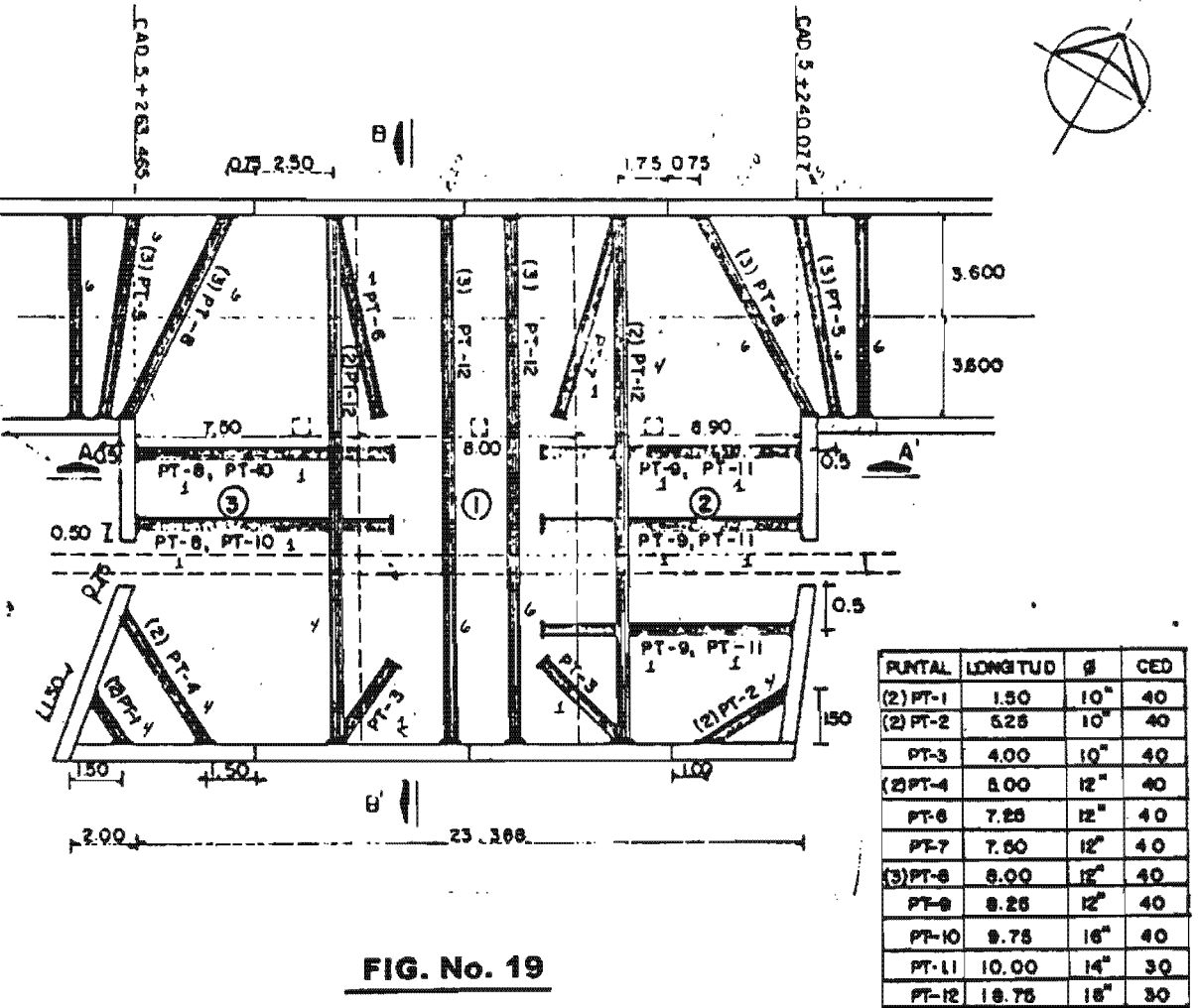


FIG. No. 19

Los avances en el cajón suelen ser de 6.00 m. de longitud y cada uno de ellos se realizan en etapas verticales de excavación que llegan hasta un nivel de 0.30 m. por debajo del correspondiente nivel de troqueles, excepto la última etapa vertical que llegará hasta el nivel máximo de excavación.

Por especificación, en el arranque de la excavación se deja un talud frontal que puede ser compuesto por dos planos paralelos o bien por uno solo, con una inclinación de 45°. Si es compuesto, por condiciones de profundidad, la berma horizontal es de 5.00 m. de longitud, ubicada siempre inmediatamente abajo del segundo nivel de troqueles.

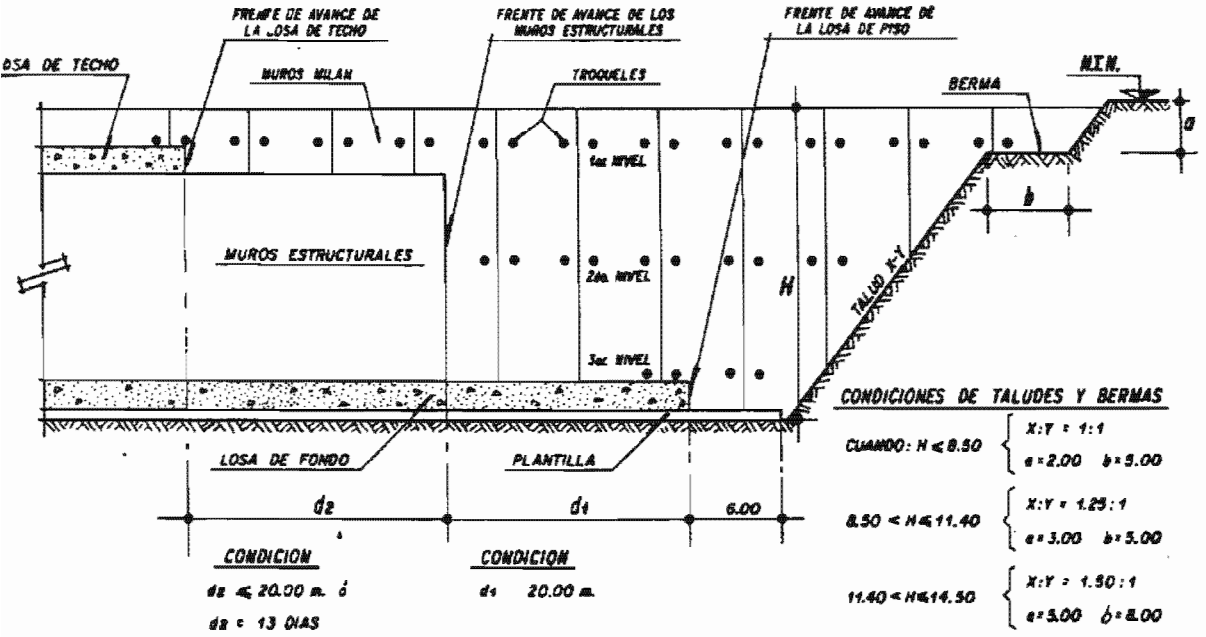
Dado que este talud permanecerá abierto un tiempo considerable, la superficie se protege con una capa de mortero reforzada con malla ligera tipo “tela de gallinero”.

En el resto del tramo, la excavación está limitada por un talud simple con una inclinación de 45 grados, no debiéndose colocar en ningún caso, sobrecargas en la corona del talud.

Estos taludes no deberán permanecer abiertos más tiempo del estrictamente necesarios para la construcción de la losa de fondo de último

avance, la cual deberá colocarse durante las 24 horas siguientes a la terminación de la excavación correspondiente.

Restrictivamente, para poder iniciar un nuevo avance de excavación, es necesario que en los avances de excavación anteriores se cumpla con la siguiente secuencia de colados; en el avance inmediatamente anterior se haya colocado la plantilla; dos avances atrás, estén construidos también los muros laterales interiores por debajo del primer nivel de troqueles. (FIG. No. 20).



RESTRICCIÓN DE DISTANCIAS O TIEMPOS ENTRE FRENTE DE AVANCE DE EXCAVACION, LOSAS Y MUROS

FIG. No. 20

Acotaciones en metros

RECOMENDACIONES EN LA EXCAVACIÓN DEL NÚCLEO.

- * Es de vital importancia el conservar los taludes de reposo especificados por el proyecto, dado que de este cuidado dependerá gran parte de la seguridad en el curso de los trabajos. El tratar de ganarle terreno al avance sacrificando inclinación en los taludes, o bien, no respetarlos por descuido, puede ser de consecuencias incluso mortales.

- * No deberá recargarse del hombro de los taludes con objetos o equipos innecesarios, es muy común observar la presencia de dragas en proceso de excavación en esta zona.

- * Las fallas de los taludes son frecuentes y de graves consecuencias.

- * Los taludes que sabemos que permanecerán abiertos mayor tiempo que el especificado, deberán contar con su protección de mortero y tela de gallinero para evitar intemperización y riesgos de falla.

- * No es por demás mencionar que debe certificarse la inclinación del talud o taludes.

- * Durante el proceso de excavación, es importante indicar y observar constantemente al personal en el fondo para afinar de taludes y acercamiento del material a mano, que no se ubique en el alcance de la almeja para evitar fatales consecuencias.

- * Hacer estricta revisión diaria de cables y poleas de levante y arrastre de la draga. No es suficiente saber que son nuevos los materiales para evadir la revisión. Es obligada la revisión y elaboración de los reportes correspondientes de las máquinas.

- * Deberá existir una perfecta coordinación entre el señalero y el operador de la draga y evitar descuidos, ya que en muchas ocasiones, el operador no tiene la visibilidad del fondo de la excavación y es obligado el apoyo y guía del señalero.

- * No debe permitirse que el operador, por descuido o negligencia, golpee los troqueles, ya que esta acción pone en riesgo la seguridad del personal que está en el fondo de la excavación.

* Es importante mantener siempre en condiciones de uso, las bombas sumergibles para la correcta recolección del agua, producto del nivel freático, de los cárcamos construidos ex profeso para ellos. La conducción del agua también deberá ser vigilada constantemente para evitar encharcamientos que provoquen fallas en el terreno.

* El control y vigilancia de las etapas de excavación es de la competencia de todos ya que su inobservancia provoca riesgos y accidentes. No es lo mismo un avance continuo y a un buen ritmo con las actividades programadas según especificaciones, que un avance agresivo pero sin cuidados y con las especificaciones olvidadas.

* Es muy importante conservar una buena limpieza del área de trabajo para elevar los rendimientos y reducir los riesgos.

* Hacer la programación de las excavaciones para evitar dejar abierta el área durante el fin de semana, esto es muy importante ya que no es conveniente arriesgar para ganar avance.

- * Resulta conveniente y eficaz, el contar con escaleras de fiero o de otro tipo de material para dar acceso al fondo de la excavación para evitar el descenso por los taludes.

- * La actividad del riatero debe ser constante y vigilada por el operador para que las maniobras con la almeja no ofrezcan riesgos en la excavación.

- * Vigilar que en el radio de giro de la draga no este ubicada gente con lo que se provoquen accidentes.

- * Es muy importante que todas las maquinas deban tener la señal de reversa.

II.6. TROQUELAMIENTO.

El hablar de excavación de núcleo a cielo abierto en las obras del metro, es hablar también de apuntalamiento, debido a que son acciones que necesariamente son realizadas de manera simultánea en el proceso constructivo.

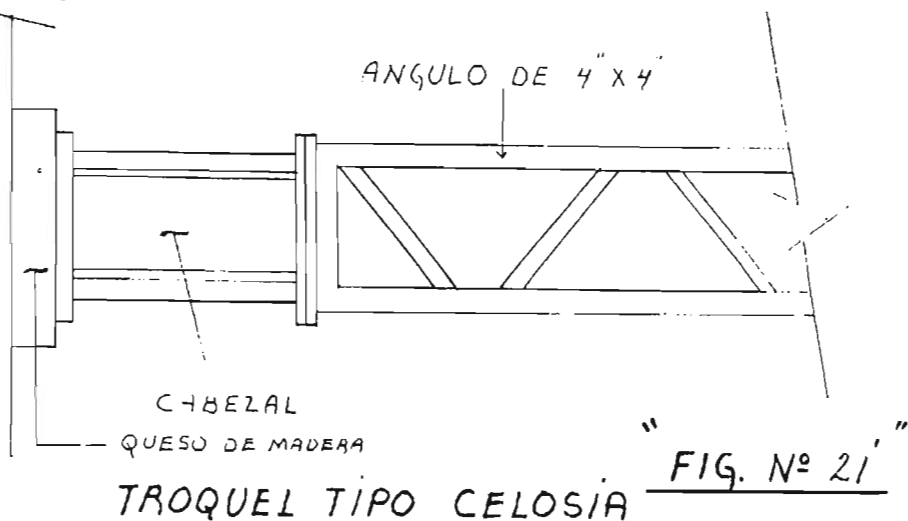
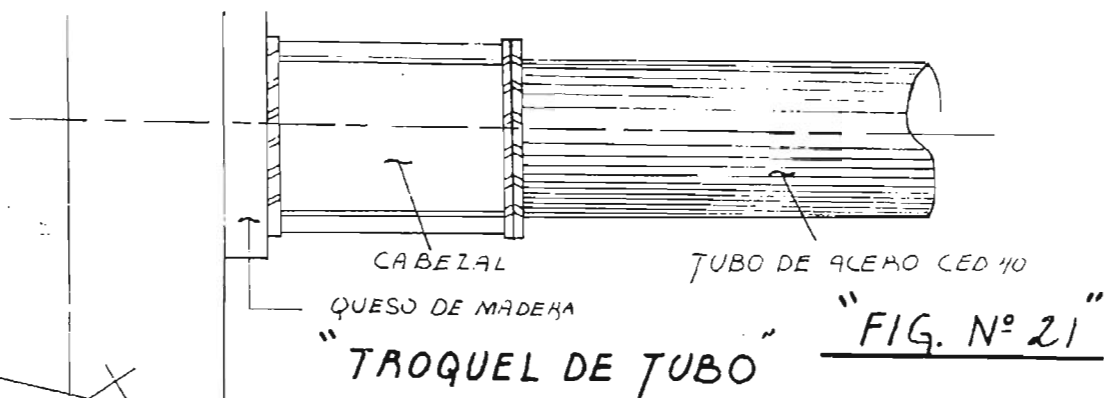
Apuntalar se refiere a la acción de colocar elementos rígidos en tierra con la finalidad de sostener una pared, en nuestro caso, los puntales son fabricados a base de tubería de acero de características determinadas pudiendo ser también de celosía, según lo indique el proyecto, y su objetivo es el de ayudar a soportar el empuje del terreno provocado por la descompensación del mismo, al efectuar el desalojo del material en esa zona.

Los troqueles fabricados de tubería cuentan con diámetros entre 16” y 20” y los de celosía generalmente son de sección cuadrada (FIG. No.21), los de tubo son los comunes en los tramos y los de celosía se usan regularmente en las estaciones. Su longitud es variable dependiendo de los galibos a cubrir.

Cuentan en sus extremos con cabezales cuya función es la de absorber los empujes de los gatos hidráulicos para la presión del troquel en las paredes de la excavación. Estos cabezales tienen una placa de acero para apoyarse directamente en el “queso”, el que a su vez reposará directamente en el muro milán.

Los “quesos” o tacones son elementos de madera formados por troncos de árbol cortados transversalmente (FIG. No. 21'), cuyos espesores son variables entre 10 y 20 cm., y su diámetro fluctúa entre 40 y 60 cm. Debido a que su función es absorber la presión del troquel y transmitirla al muro milán directamente, es necesario realizar un “flejado” del “queso” para evitar su ruptura; es recomendable utilizar alambre recocado tanto en el sentido perimetral como en el sentido transversal ya que si la madera del tronco no está lo suficientemente madura, podrá sufrir contracciones por temperatura, mismas que se absorben con la regulación del propio alambre.

Se usará gatos hidráulicos para la presión de los troqueles, tipo portapower de 50 tons. en uno de sus extremos.



Adicionalmente se usan materiales menores para la correcta fijación de los troqueles como son cuñas de acero, estrobos de una pulgada, perros de sujeción y cable manila o de plástico. Como ya se menciona, el equipo necesario es a base de gatos, bombas y marros como herramienta principal.

RECOMENDACIONES

- * El proyecto señala de manera específica, el momento y sitio, de acuerdo al procedimiento constructivo, en que deben ser colocados los puntales o troqueles, por lo que es de vital importancia respetarlos y por ningún motivo alterar cualquiera de las dos condiciones. Es importante recordar que en la excavación y troquelamiento radica el mayor porcentaje de riesgo de la obra, razón por la cual, los beneficios del seguimiento de las normas. (FIG. No. 22).

- * La precarga aplicada a los troqueles es importante; es necesario contar con gatos y manómetros en perfectas condiciones de uso, así como implementar un control en la verificación continua de la propia precarga para garantizar la seguridad.

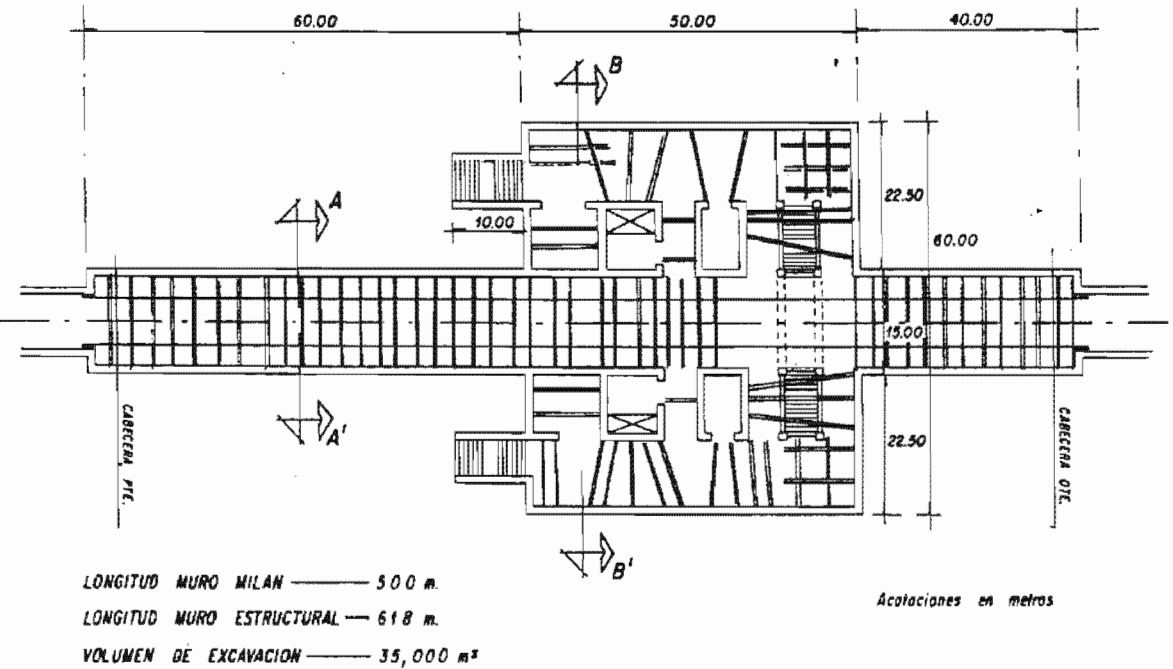


FIG. No. 22

ESTACION SUBTERRANEA TIPO

LOCALIZACION DE TROQUELES

* Es muy recomendable el uso de un doble estrobo del troquel para minimizar riesgos. La función del estrobo es la de sostener los troqueles en sus extremos en caso de que llegaran estos a sufrir un desajuste y caer bruscamente al fondo de la excavación. El doble estrobo se sujetará directamente en la intersección del armado horizontal con el vertical.

* La labor de los maniobristas es de vital importancia ya que de ellos depende la vigilancia en la colocación del troquel y de los ajustes, arreglos y maniobras necesarias para una colocación eficiente. Sus comentarios y recomendaciones son de utilidad en la seguridad de la obra, por lo tanto, es necesario contar con elementos experimentados en éste campo.

* El uso de equipos de seguridad del personal así como la costumbre de colocar señales restrictivas, deben ser generalizados a toda la obra, sin embargo, en el caso de los troqueles, su utilidad se multiplica. Equipo con guantes, botas con casquillo, casco, etc.; las señales de “NO CAMINAR SOBRE LOS TROQUELES”, “USO OBLIGATORIO DE CASCO”, “NO SE DISTRAIGA”, etc., son enormemente útiles para guardar la seguridad debida.

* Es muy importante remarcar la restricción de “NO CAMINAR SOBRE LOS TROQUELES”; esta es una costumbre muy común en los frentes de excavación y se realiza por la facilidad de cruzar el tramo en vez de ir a dar la vuelta hasta la zona sin excavar o en la zona de rellenos. Es necesario mantener la vigilancia continúa y las campañas de adiestramiento al personal para el cumplimiento de esta regla.

* El proyecto señala las características que los troqueles deban respetar: diámetro, calibre, longitud, cédula del material, etc.; lo cual es importante vigilar para trabajar en los márgenes de seguridad debida.

* En los puntos en que se apoyen los troqueles, deberá existir concreto totalmente sano, ya que en caso contrario, sería un punto de falla del puntal y provocaría un caído del mismo. En caso de que en el punto señalado no sea posible su colocación, se moverá lo más cercano a ese punto, dando aviso a la supervisión para guardar los riesgos del caso.

- * Generalmente debido a los ajustes del troquel por los gálibos del cajón, estos sufren cortes y “empates”, siendo recomendable nunca tener más de tres en cada troquel.

- * El retiro de los troqueles una vez cumplido su ciclo de trabajo, debe ser una maniobra tan vigilada y delicada como la colocación. El hecho de retirar también implica muchos riesgos y por lo tanto el maniobrista debe invertir su mejor esfuerzo.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

II.7. MUROS ESTRUCTURALES DE ACOMPAÑAMIENTO.

Posterior a la excavación del núcleo y al apuntalamiento, es necesario el colado de una plantilla de concreto pobre en el fondo de la excavación, tan pronto como sea alcanzado el nivel de proyecto. La razón principal de esta acción, es la de mantener una superficie limpia y en condiciones de trabajo.

Una vez fraguado el concreto de la plantilla, se procede a armar el acero de refuerzo que conformará la losa de fondo de la estructura completa del cajón del metro.

El procedimiento de la losa es simple: Se arma el acero de refuerzo, se cimbra o fronterean sus costados para evitar la derrama de concreto y se vierte el concreto con una resistencia de 250 kg/cm² generalmente.

En los extremos laterales de la losa de fondo se deja el acero de refuerzo necesario para continuar con el armado que conformará los muros estructurales de acompañamiento.

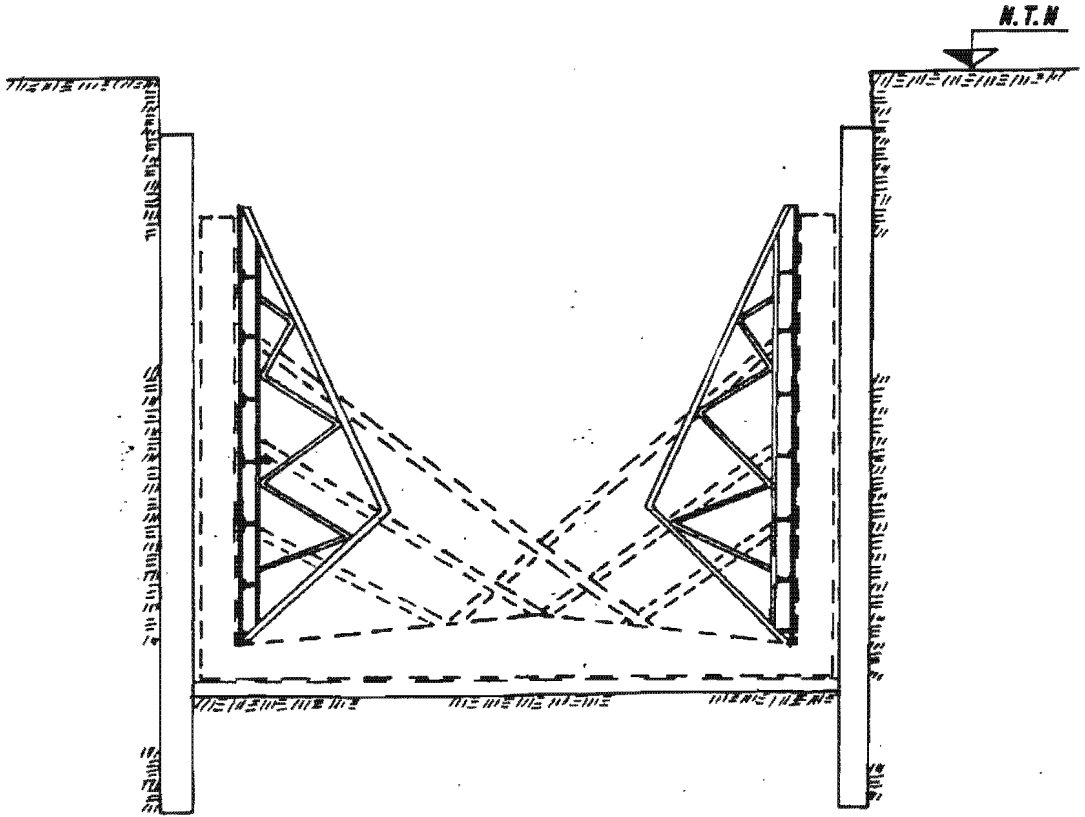
Los muros estructurales de acompañamiento, son elementos que conforman el marco total del cajón, en conjunto con la losa de fondo, las tabletas y losa superior.

El armado inicia 24 horas después de haber colado la losa de fondo, hasta un nivel de 0.30 m. por debajo del primer nivel de troqueles. Se procede al cimbrado a base de tableros estructurales y posteriormente al colado.

Una vez que los muros estructurales alcanzan una resistencia del 72% de proyecto, se coloca un troquel apoyado sobre el mismo muro con una precarga de 30 ton. a un nivel de 0.75 m. por debajo del primer nivel de apuntalamiento. El primer nivel de puntales instalado originalmente, se retira hasta que el puntal apoyado en el muro estructural haya sido colocado.

Logrado lo anterior se procede al armado y colado complementario de la estructura hasta el nivel de proyecto para el remate del muro y sobre el que van colocadas las tabletas para la conformación de la losa superior.

La etapa del muro estructural no resulta ser una actividad difícil siempre y cuando la cimbra, que es el elemento estelar en el proceso, se encuentra debidamente habilitado y correctamente armada para cumplir con su cometido (FIG. No. 23).



COLOCACION DE CIMBRA

FIG. No. 23

Es por ello, que a continuación se describe brevemente el procedimiento para la conformación de los tableros para el correcto cimbrado de los muros estructurales.

TABLEROS METALICOS PARA CIMBRADO DE MUROS ESTRUCTURALES

Para la realización correcta del colado de los muros estructurales, se necesitan dos tableros metálicos con medidas promedio de 6.10 X 6.65 m. los cuales están conformados a base de ángulo de 2" X ¼ " para constituir el marco base, y ángulo de 3" X ¼" formando una cuadrícula para reforzar el propio marco base; lleva además cuatro refuerzos horizontales de canal de 8" soldados en cajón y uno también horizontal de viga "I" de 10". Adicionalmente cuenta con 5 refuerzos verticales de viga "I" de 10", cada uno de los cuales lleva 3 niveles de soportes para troquelamiento a base de tubo de 6" cedula 40 en media luna de 12 cms. de longitud (FIG. No. 24).

Para lograr el troquelamiento de la cimbra, es necesario contar con tubos de 6" cedula 40 con tapa en los extremos a base de placa de ¾" y tornillos sin fin para ajustar el ancho del muro.

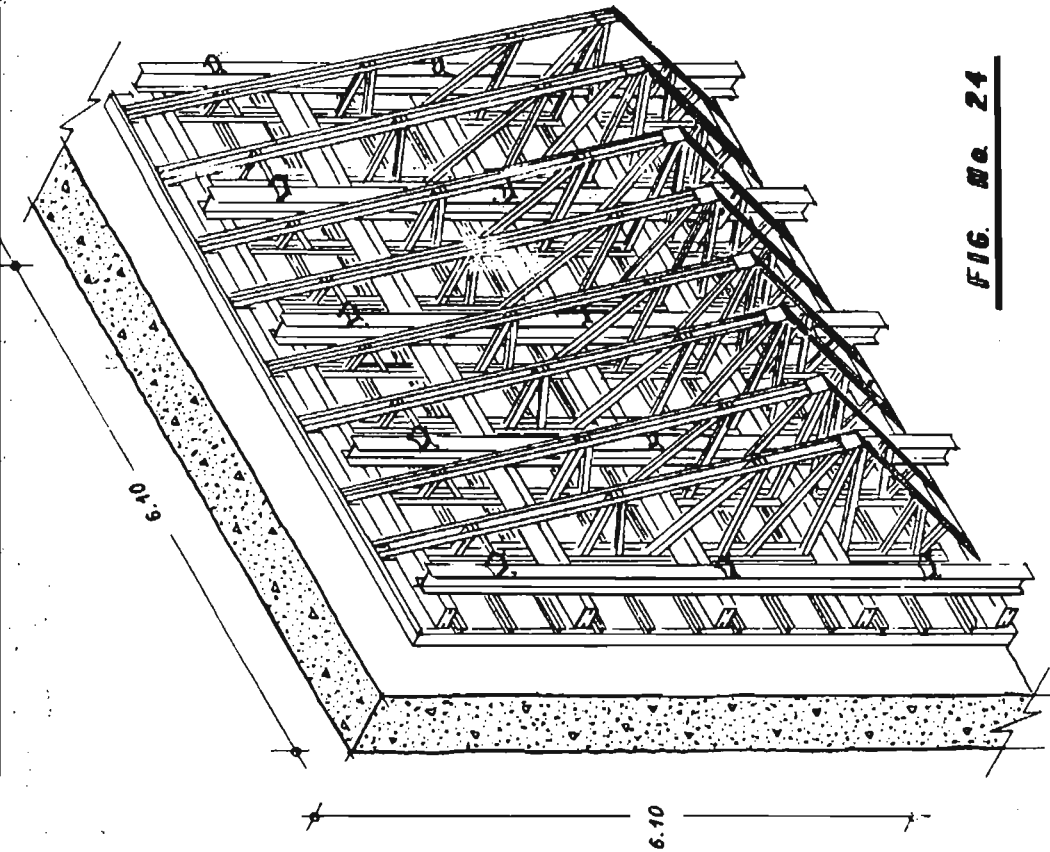


FIG. No. 24

**ISOMETRICO CIMBRA
(TABLERO)**

Anotaciones en metros

La superficie de contacto de la cimbra, está conformada por triplay de 16 mm. de espesor, fijado a base de tornillos y tuercas de cabeza plana; se utiliza colmadur para resanar en las uniones del triplay y en donde se colocaron los tornillos, para finalmente colocar el colmasol que es el que nos va a dar el concreto aparente del muro.

Con el objeto de garantizar un perfecto acabado en el muro y conservar la cimbra para una mayor utilización, se emplea fibra de vidrio en el triplay y puede darse un número de usos mayor que el que se le da al utilizar colmadur y colmasol, aunque el costo de utilizar fibra de vidrio es mayor.

Para el movimiento de los tableros se utiliza un balancín que se ancla en dos orejas de placa que se le colocan a los tableros en la parte superior, equidistantes para ser movidos por una motogrúa hidráulica con capacidad suficiente.

Para poder colocar los tableros, se necesita que previamente el personal encargado de ellos haya colocado el arrastre que va a servir para que se apoyen y se alineen los tableros de acuerdo al proyecto. También tienen que

estar colocados los taponés laterales con su banda impermeabilizante para evitar fugas del concreto.

Se recomienda que cada ciclo de colado se revise la cimbra para ver en que estado se encuentra y saber si no es necesario un cambio de la cimbra o un nuevo tratamiento de colmadur y colmasol o fibra de vidrio según sea el caso.

También se recomienda que se vaya vaciando el concreto por medio de trompas de colado uniformemente para evitar el empuje de un solo lado y evitar segregación del concreto.

Para el descimbrado de los tableros se aflojan los tornillos sin fin de los troqueles de 6", se quitan y con la motogrúa hidráulica se despegan los tableros, se revisan y limpian para colocarlos nuevamente en el siguiente muro a colar.

RECOMENDACIONES

- * Se debe contar con una limpieza total del fondo del muro por colar para evitar contaminación en el concreto.

- * La colocación de la banda de P.V.C. en el muro debe ser la correcta para garantizar el funcionamiento de la misma. No perforar la banda.

- * Durante el proceso de armado es importante verificar su recubrimiento para no quedar fuera de especificaciones.

- * Es importante verificar el nivel superior del colado o remate del muro para evitar demoliciones posteriores y previas a la colocación de tabletas. El seguimiento de esta observación, reeditará en costos y tiempos perdidos.

- * La programación del concreto debe ser la correcta para evitar que el muro quede “a medias” y su reparación posterior sea costosa.

- * La velocidad de vaciado del concreto debe ser lenta para evitar movimientos bruscos en la cimbra. Observar en el inicio del colado todos los troqueles de la cimbra para corregir alguna anomalía en el caso de cualquier eventualidad.

- * Es importante alternar las ollas a cada muro con el objeto de lograr un llenado homogéneo y hacer que el troquelamiento funcione también de manera correcta.

- * Las juntas del muro milán con las del muro estructural nunca deben ser coincidentes.

- * Resulta de vital importancia limpiar el tablero inmediatamente después de cada uso para evitar la adherencia del concreto al triplay.

- * La topografía debe mantener una constante actividad en el proceso del muro, sobre todo, al momento de alinear la cimbra para garantizar el gálibo de proyecto.

SUGERENCIAS.

Han sido revisados hasta el momento, tres de los procedimientos constructivos necesarios para conformar la construcción del cajón subterráneo con procedimientos a cielo abierto, en las obras del metro; así mismo, hemos mencionado las recomendaciones que resultan de la experiencia en las actividades que de manera cotidiana se llevan a cabo.

Se observa, que cada procedimiento cuenta con un grado de dificultad muy particular, pero que en esencia su elaboración es simple, toda vez que las recomendaciones enunciadas sean vigiladas siempre durante todo el proceso de construcción.

Estas recomendaciones, de ninguna manera resultan ser el total de las necesarias para mejorar la CALIDAD del trabajo; es muy necesario contar con los comentarios de gente con experiencia en cada campo para alimentar continuamente este capítulo.

Como se mencionó, la constante vigilancia de los procedimientos constructivos, especificaciones, planos, normas y en general todos los documentos necesarios para cumplir con el objetivo final, resulta la labor más importante a todos los niveles de dirección. Es muy común encontramos en las obras con elementos que derraman la total responsabilidad en sus subalternos y solamente existe vigilancia cuando surgen problemas o contingencias por errores de interpretación, por lo tanto, se exhorta a todos los encargados de la Obra a revisar y meditar sobre la información de proyecto para evitar fallas.

Otros de los puntos de mayor importancia es que debemos siempre de estar al tanto del laboratorio para el control de calidad, de la solicitud de las pruebas, del control de su proceso, del resultado de los mismos y el conocimiento de las normas, ya que son de vital importancia para la marcha correcta del trabajo en la Obra. Este tema es de la competencia de otro proyecto, pero sin embargo es necesario comentarlo para su seguimiento continuo y estricto.

Hasta aquí se terminan con los comentarios sobre el capítulo de los PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, se continuará con el siguiente capítulo de la PLANEACION DE LA OBRA para un control del proyecto, de los tiempos de ejecución, de la mano de obra y del equipo utilizado.

CAPÍTULO III

PLANEACIÓN

CAPITULO III. PLANEACION.

Para el ejercicio de cualquier proceso productivo en el que lógicamente se deban obtener resultados satisfactorios, es de vital necesidad una debida planeación en la que se integren de manera sencilla y objetiva, todos aquellos elementos que conduzcan al establecimiento de metodologías para el logro de metas preestablecidas.

Es por ello que, para el tema que nos ocupa, debemos reservar un espacio para señalar de manera breve y en base a la experiencia, la forma como se debe realizarse la planeación para optimizar los recursos en la conformación de la estructura de alojamiento del Metro.

Se abordará primeramente el tema del PROYECTO, el cual es el punto de partida para la integración de los elementos necesarios para la PLANEACION. De manera general, se expondrá la secuencia de las actividades para realizar trámites y generar la información de apoyo.

Enseguida se elaborará un ejemplo de programa para una Estación y para un Tramo en condiciones óptimas, pero enunciando específicamente, cada uno de los pasos a seguir y la integración total del programa.

III.1. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO.

La integración del proyecto es el primer elemento con el que se debe contar, ya que de éste se desprende toda la información necesaria para la correcta planeación:

- * Ubicación de la línea (trazo).
- * Perfil estratigráfico.
- * Solución prevista para la línea.
- * Afectaciones e interferencias.
- * Solución a desvíos de obras hidráulicas.
- * Ubicación de instalaciones para el personal y almacenes.

En la gran mayoría de las veces la información del proyecto es bastante escueta y su integración suele ser una labor complicada y de poca duración, sin embargo con la información preliminar, seremos capaces de darnos a la tarea de elaborar programas también preliminares que nos marquen la pauta a seguir para la integración de nuestros planes.

Una vez definida la ubicación de la línea, para lo cual contaremos con el proyecto de trazo, se elaborará una tabla conteniendo la longitud de la línea por ínter tramos y estaciones por ejemplo:

L I N E A “ N “	
<u>TRAMO</u>	<u>LONGITUD</u>
Cola de Estación 1	600 M
Estación 1	150 M
Intertramo 1-2	737 M
Estación 2	150 M
Intertramo 2-3	1,080 M
Estación 3	150 M
Intertramo 3- 4	953 M
Estación 4	150 M
Cola de Estación 4	750 M
S U M A	4,720 M

Esta tabla nos será de gran utilidad para el curso de la planeación y también para hacer valores comparativos de acuerdo a los índices establecidos, contra las longitudes de cada uno de los tramos y de las líneas en general; estos valores podrán ser: volúmenes de obra, importes, costos, mano de obra, etc.

Observaremos en el ejemplo mencionado, que la longitud de los intertramos y colas de operación es variable en función de ubicación y características de la línea, mientras que las estaciones cuentan con una longitud constante de 150 m., que es la reglamentaria por ser esta la longitud del convoy del metro, así establecido por el S.T.C.; sin embargo, como se vera mas adelante, la geometría de las estaciones es a tal grado variable, que en pocas ocasiones encontramos conjuntos idénticamente iguales.

Contando con la información anterior y agregando el Perfil Estratigráfico, se determina junto con la solución prevista para la línea, los volúmenes de excavación en su construcción.

Los tipos de solución constructiva que a la fecha se han desarrollado son los siguientes:

- 1.- Cajón Subterráneo a cielo abierto.
- 2.- Cajón Subterráneo en túnel.
- 3.- Cajón Superficial.
- 4.- Cajón Elevado.

En este ejemplo, se señalara el tipo numero 1, que es el más frecuente y el que ofrece mayores posibilidades de construcción en la Ciudad de México; se debe señalar que cada una de las soluciones indicadas, merecen un estudio

por separado dado el grado de importancia del tema; sin embargo, como planeación general se podrá tomar las generalidades del cajón subterráneo a cielo abierto.

Con la información generada en este momento, se podrá representar en una planta aquellas afectaciones o predios existentes en el trazo de la línea, que será necesario eliminar por necesidad del procedimiento constructivo.

El objeto de esta revisión es el de establecer la secuencia lógica de ataque de cada uno de los frentes de trabajo con la idea fundamental de optimizar la maquinaria mayor.

Debemos señalar también, aquellas interferencias cuyo movimiento deba ser realizado a través de terceros y ordenados por el CLIENTE toda vez que por el conducto necesario sean enterados. Como ejemplo podemos citar: Líneas aéreas de alta tensión, superpostes y postes de alumbrado, instalaciones de Teléfonos de México, Líneas de trolebuses, etc.

La prevención anticipada de estos datos, será de enorme utilidad en la secuencia de la obra y permitirá la fluidez de los trabajos y sobre todo, evitará el continuo y excesivo movimiento innecesario de los equipos, por elementos que aunque conocidos no fueron programados para su retiro.

En lo referente a la Solución al desvío de obras hidráulicas debemos señalar que es muy necesario contar con el proyecto casi completo, y en caso contrario, exigirlo al cliente de manera contundente por las razones siguientes:

- 1.- Se deberán formar equipos de trabajo que de manera previa a la construcción del cajón, se avoque a la solución de los desvíos.
- 2.- Una vez detectadas y cuantificadas, se deberá hacer el pedido del material al Departamento de compras para el suministro, resultando ser que en función de los diámetros y características de tubos y materiales, está el tiempo que tarde en surtirse y en ocasiones resulta tan crítico que los retrasos de la obra imputable a éste rubro, son considerables.
- 3.- En el caso de tuberías mayores, la programación del equipo deberá ser ligado directamente con dos cosas:

La primera con el equipo necesario en la construcción del cajón para su traslape y ocupación continua, es decir, no se debe permitir por ninguna circunstancia, tiempos perdidos del equipo por causas imputables a nosotros mismos; y la segunda, con el equipo necesario entre otras obras hidráulicas mayores que también se requieran para esta misma circunstancia.

En este caso, se programará los ataques de las obras hidráulicas en forma secuencial, de tal manera que el equipo tenga la mayor utilización y así obtener los mayores beneficios para la empresa que prestemos nuestros servicios.

Ahora bien, recapitulemos a manera de resumen, los elementos con los que a esta altura contamos:

- 1.- Proyecto de trazo.
- 2.- Tabla de longitud de la línea subdividida e intertramos y estaciones.
- 3.- Información del procedimiento constructivo para la solución prevista de la línea.
- 4.- Perfil estratigráfico para la cuantificación general de volúmenes; en este caso analizaremos la sección tipo subterránea a cielo abierto.
- 5.- Proyecto general de afectaciones.
- 6.- Levantamiento de interferencias.
- 7.- Proyecto de desvío de obras.

Con estos elementos a la mano, estamos en posibilidades de elaborar un primer programa preliminar que nos marque en primer instancia, los tramos críticos por condiciones de longitud, afectaciones, interferencias, obras hidráulicas, etc.

En el subtema siguiente se ejemplificará la cuantificación y programación de una estación y un tramo de un kilómetro sin interferencias, en el entendimiento que cada una de ellas deberá programarse por separado.

Conviene mencionar, que en paralelo con el estudio previo y con la programación subsecuente, se determinará la ubicación de las instalaciones para el personal técnico, así como los almacenes y patios tanto de materiales como de la maquinaria.

Como es lógico pensar, la ubicación de casetas y áreas abiertas para las instalaciones, no es una tarea fácil de realizar, lo poblado de la Ciudad y lo delicado del caos, dificultan esta labor, es por ello que sea posible que las ubicaciones no sean lo mas estratégico que conviene y sea necesario establecerse quizá hasta fraccionados (Depto. Técnico por un lado, Administrativo en otro, Almacén en otro, etc.) adecuados a la existencia de predios y áreas disponibles para ello.

Debemos conjuntar las zonas autorizadas por el cliente y pensar en una conveniente distribución que ofrezca las garantías de seguridad y control tanto del personal como de la obra en si.

Una vez ubicados, continuaremos con la labor de programación y en ocasiones de inicio de obra.

III.2 PROGRAMACIÓN DE UNA ESTACIÓN TIPO.

La programación es uno de los aspectos más importantes en la construcción de las obras del metro; para realizar una programación deben estudiarse previamente los rendimientos de cada una de las principales actividades, representando cada una de éstas con una barra en una escala de tiempos efectivos, la elaboración de los programas implica un estudio minucioso del proyecto, materiales, mano de obra y equipos disponibles, así mismo el seguimiento y presentación clara y oportuna de este, se redundará en el cumplimiento exacto de los objetivos preestablecidos, permitiendo además la presentación de esquemas ordenados de avance y tiempos de obra, duración de cada una de las actividades, ya que se indica el inicio y terminación de las mismas, además preestablece el orden de importancia de cada concepto.

A continuación, se expondrá un ejemplo de programación de la construcción de una estación y un inter-tramo tipo para dar forma a la idea expuesta del concepto.

La diversidad de soluciones que se dan para la construcción de estaciones subterráneas han marcado una gran variedad en los tipos y espacios necesarios, enriqueciendo el entorno arquitectónico de estas mismas. Con la finalidad de presentar un panorama considerable en la programación de una estación, se ha efectuado el estudio de una estación subterránea tipo, lo más parecido posible a la geometría de las estaciones ya construidas con las siguientes características:

* Longitud de cabecera a cabecera es de 150.00 m.

* Zona central conformada por unos muros de concreto de 50.00 m. de largo por 60.0 m. de ancho donde se alojan los vestíbulos, zona de accesos y cuartos de ventilación de aire (Fig. No. 25), en esta área se excavo a una profundidad de 8.0 m., cabe señalar que la secuencia y longitud en las zonas cabeceras o zonas de fin de anden, están marcadas a una profundidad de 8.00 m. La secuencia y longitud de las etapas de excavación son diferentes en todas las estaciones, ya que está deberá de depender del tipo de suelo y de la profundidad de la estructura de la misma.

* Longitud total de brocales 500.0 m. con faldón de 0.10 m. y 0.15 m. de espesor en sus muros, aleros de 0.10 m. de espesor, se consideraron 8 usos de la madera utilizada para la cimbra de todos los elementos del brocal.

* Longitud total de Muros Milán 500 m. conforme a las especificaciones, se propone muros de 6.00 m. de ancho por 0.60 m. de espesor y 11.0 m. de profundidad, se consideraron 100 Kg de bentonita sódica por M3 de excavación (bentonita agua $l=10$); para el volumen de concreto del alero del muro Milán se consideró una profundidad de 0.10 m. que es la altura requerida por el proyecto.

* Se propone un bombeo para el abatimiento del nivel freático a base de pozos de bombeo profundo (Pozos que se colocan equidistantes en toda el área de la excavación).

* Volumen total de excavación 35,000.0 M3; en la zona central, será de ancho variable, colocando 3 niveles de troqueles en pares separados entre sí 1.0 m. centro a centro según la profundidad de los troqueles, en una etapa de 24 piezas, el total de troqueles en ésta se considero de 80 piezas aproximadamente, debido a que esto depende del tiempo especificado de la excavación.

* Plantilla de 10 cm. de espesor; para la obtención del volumen de concreto y acero, se propone una losa inferior de 0.80 m. en zona de andenes y 0.40 m. en zona de vestíbulos con ancho variable, cimbra a base de polines y tablonés en cada una de las etapas de 6.00 m., se consideraron 8 usos como promedio (FIG: No. 25).

* Los muros estructurales fueron propuestos de 4.70 m. de altura promedio, por 5.00 m. de largo y 0.60 m. de espesor y considerando una longitud total de 618.00 m. en toda la estación, colocados con cimbra de contacto a base de tableros metálicos con triplay barnizados en su cara interior con las siguientes dimensiones de 6.10 m. de largo por 5.00 m. de altura (FIG. No. 25).

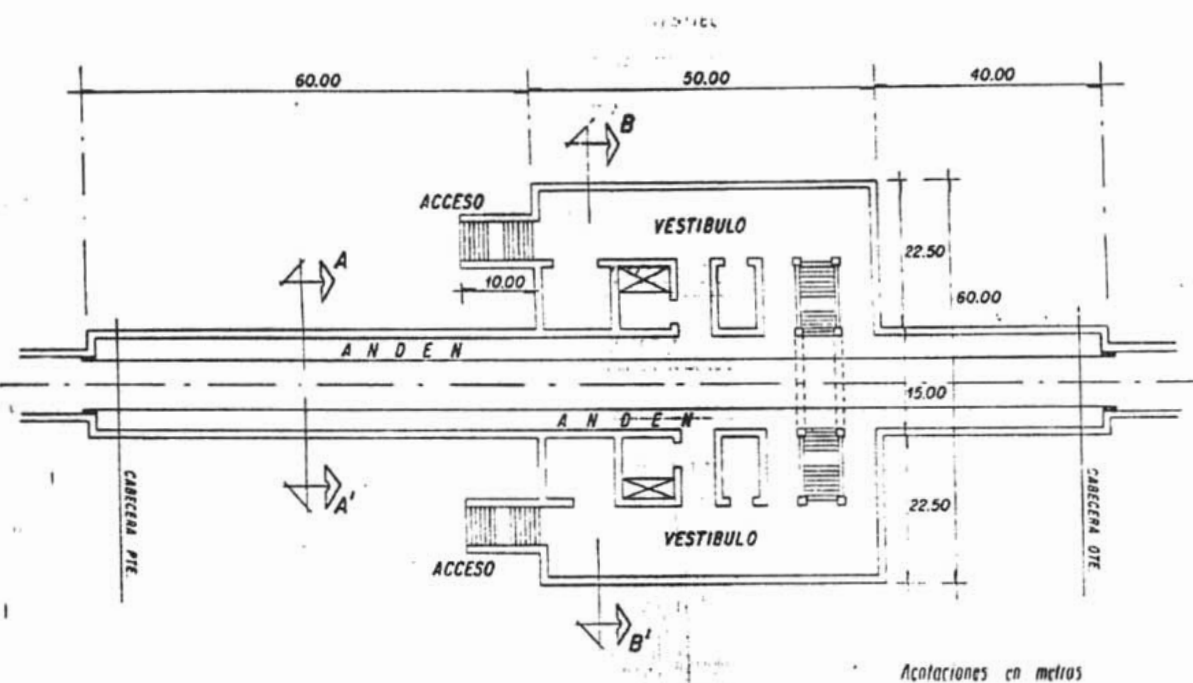
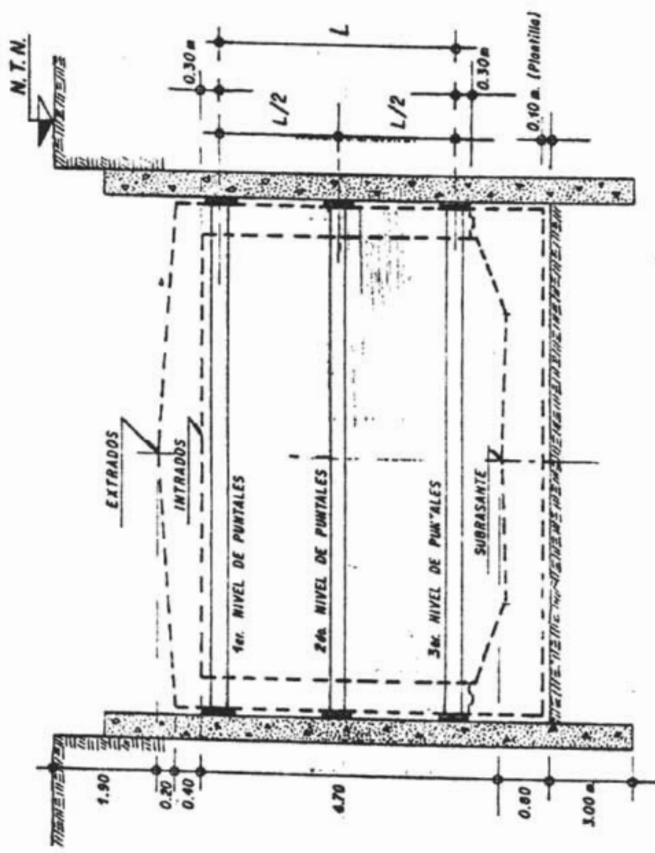


FIG. No. 25

ESTACION SUBTERRANEA TIPO

PLANTA ARQUITECTONICA

CORTE A-A'



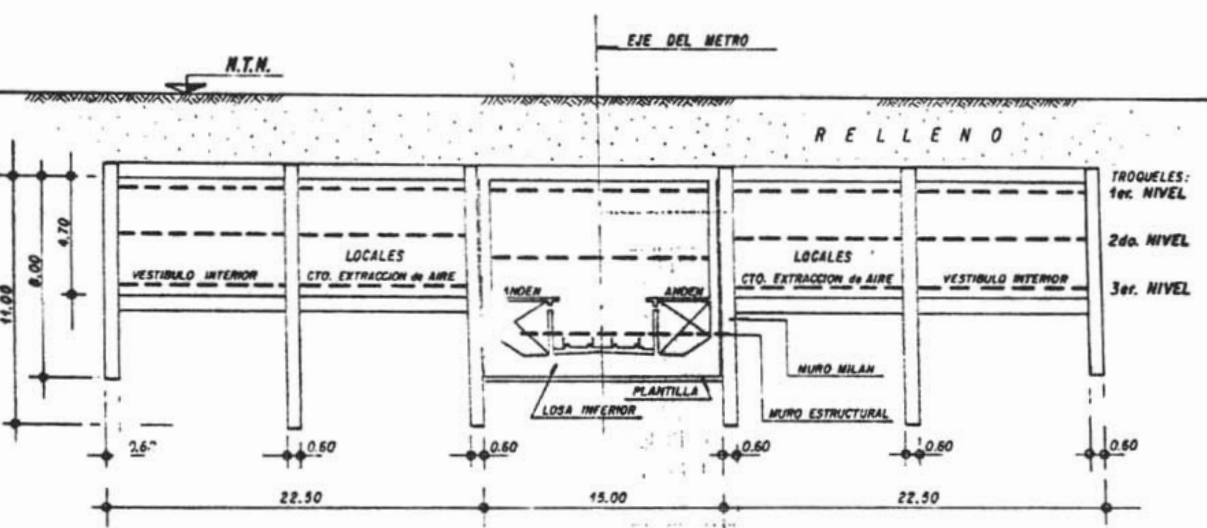
SECCION EN CAJON

FIG. No. 25'

Acotaciones en metros.

CORTE TRANSVERSAL (ESTACION SUBTERRANEA)

CORTE B-B'



Acotaciones en metros

FIG. No. 25^m

III.2.1 RELACIÓN DE CONCEPTOS DE OBRA POR EJECUTAR (ESTACIÓN).

1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.	UNIDAD
2.- BROCALES / ML.	
2.1 Excavación.	(M3)
2.2 Acero de refuerzo.	(KG)
2.3 Cimbra.	(M2)
2.4 Concreto.	(M3)
3.- MURO MILAN / PZA DE 6 M.	
3.1 Fabricación de lodo bentonítico.	(LTS)
3.2 Habilitado de acero de refuerzo.	(KG)
3.3 Excavación.	(M3)
3.4 Colocación de acero de refuerzo.	(KG)
3.5 Concreto.	(M3)
4.- EXCAVACIÓN DE NÚCLEO / ESTACIÓN.	
4.1 Bombeo.	(M3)
4.2 Excavación.	(M3)
4.3 Troquelamiento.	(PZA)
4.4 Afine de taludes.	(LOTE)
4.5 Plantilla.	(M3)
5.- LOSA DE FONDO / ESTACIÓN.	
5.1 Acero de refuerzo.	(KG)
5.2 Cimbra.	(M2)
5.3 Concreto.	(M3)
6.- MUROS ESTRUCTURALES / TABLERO DE 6 M.	
6.1 Acero de refuerzo.	(KG)
6.2 Cimbra deslizante.	(TABLERO)
6.3 Concreto.	(M3)

III.2.2 RELACIÓN DE MATERIALES POR CONCEPTO (ESTACIÓN).

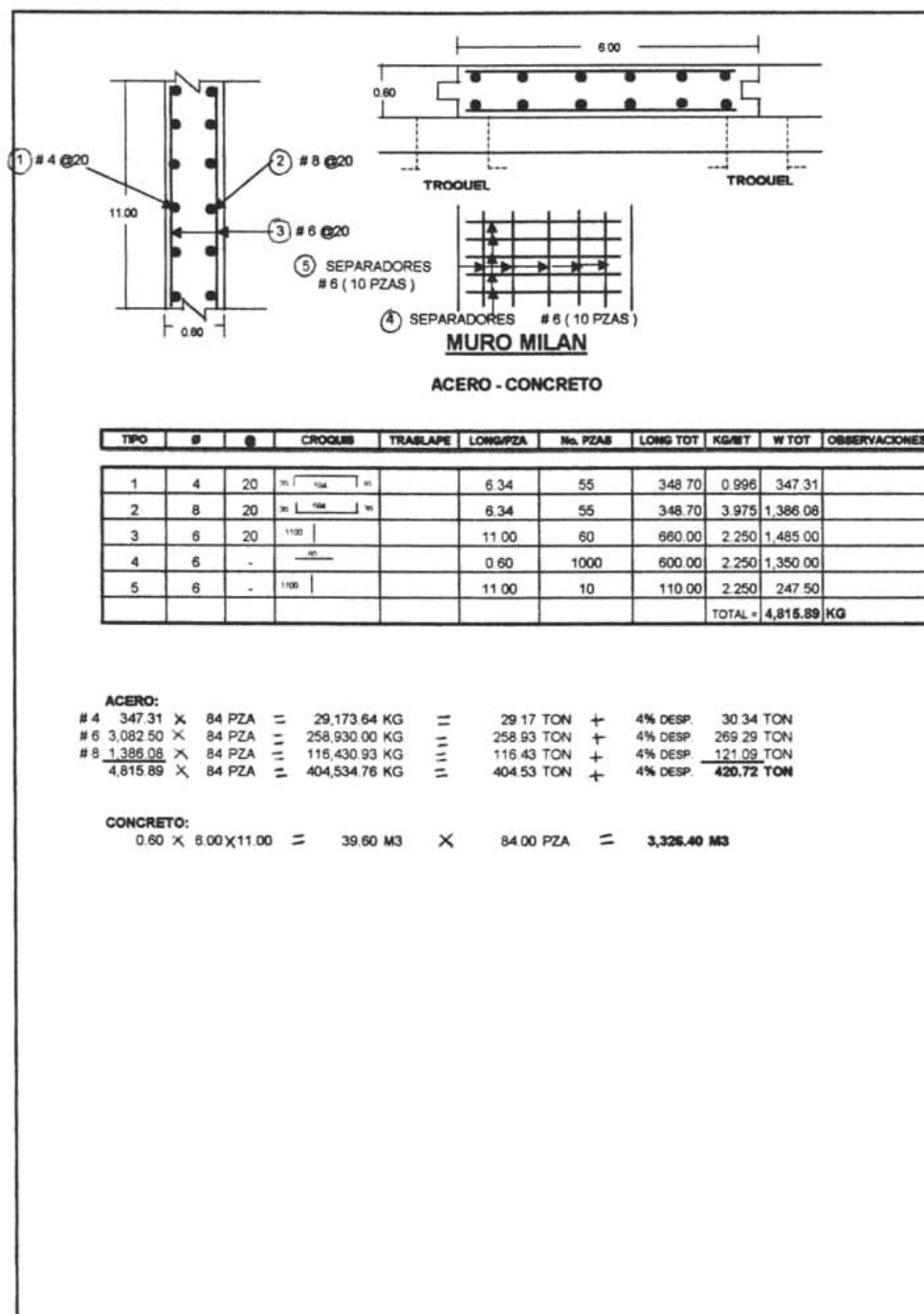
1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.	CANTIDAD	UNIDAD
2.- BROCALES / ML.		
2.1 EXCAVACIÓN.		
2.2 ACERO DE REFUERZO.		
Var. Ø No. 3.	12,000.00	KG
2.3 CIMBRA (L = 500 M. Y 8 USOS)		
Triplay.	70.00	PZA
Barrote	400.00	PZA
Polin.	211.00	PZA
2.4 CONCRETO.		
F'c = 150 kg/cm ²	300.00	M3
Curacreto	275.00	LTO
3.- MURO MILAN / PZA DE 6 M. Y 11 M. DE ALTURA (84 PZAS)		
3.1 FABRICACIÓN DE LODO BENTONITICO.		
Bentonita.	294,840.00	KG
3.2 HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO.		
Var. Ø No. 6	269,290.00	KG
Var. Ø No. 8	121,090.00	KG
Var. Ø No. 4	30,340.00	KG
SUMA	420,720.00	KG
3.3 EXCAVACIÓN.	360.00	M3
Colocación lodo bentonitico	2,948,400.00	LTO
Colocación juntas de colado	84.00	PZA
Banda de P.V.C.	4,600.00	ML
3.4 COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.		
84 Piezas.	420,720.00	KG
3.5 CONCRETO.		
F'c = 150 kg/ cm ²	3,326.00	M3
4.- EXCAVACIÓN DE NUCLEO / ESTACIÓN.		
4.1 BOMBEO.	35,000.00	M3
4.2 EXCAVACIÓN.	35,000.00	M3
4.3 TROQUELAMIENTO.		
Troqueles.	80.00	PZA
Quesos.	160.00	PZA
Estrobos.	350.00	ML
4.4 AFINE DE TALUDES.		M2
4.5 PLANTILLA.		
Concreto F'c = 100 gk/ cm ²	340.00	M3

5.- LOSA DE FONDO / ESTACIÓN.

5.1 ACERO DE REFUERZO.		
Var. Ø No. 8	147,630.00	KG
Var. Ø No. 6	142,520.00	KG
Var. Ø No. 4	45,160.00	KG
SUMA	<u>335,310.00</u>	KG
Tubo dren P.V.C. de 8" Ø	500.00	ML
5.2 CIMBRA		
Polin	140.00	PZA
Tablón	90.00	PZA
Banda P.V.C.	400.00	ML
5.3 CONCRETO.		
F'c = 200 kg/cm ²	2,712.00	M3
Curacreto	1,125.00	LTO

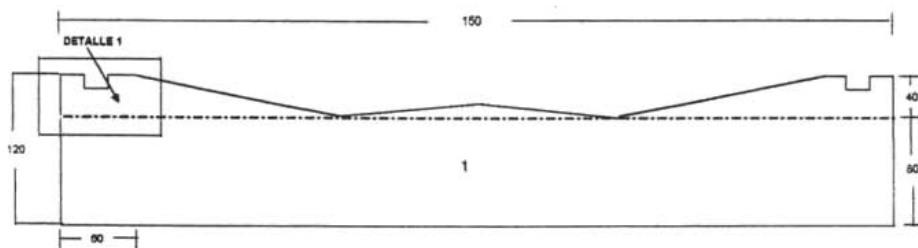
6.- MUROS ESTRUCTURALES / TABLERO DE 6 M.

6.1 ACERO DE REFUERZO.		
Var. Ø No. 12		KG
Var. Ø No. 10		KG
Var. Ø No. 8		KG
Var. Ø No. 6	113,370.00	KG
Var. Ø No. 4	30,730.00	KG
SUMA	<u>144,100.00</u>	KG
6.2 CIMBRA DESLIZANTE		
Armadura	300.00	KG
Triplay	36.00	HOJAS
Barniz protector	120.00	LTO
Tubería 4" (Troquelamiento)	20.00	PZA
6.3 CONCRETO.		
F'c = 250 kg/cm ²	1,743.00	M3
Curacreto	750.00	LTO.





CALCULO DEL VOLUMEN DE CONCRETO EN LOSA DE FONDO



$$V1 = 0.80 \times 15.00 \times 150.00 = 1.800.00 \text{ M}^3$$



DETALLE 1

$$V2 = 0.40 \times 0.60 \times 150.00 = 36.00 \times 2.00 = 72.00 \text{ M}^3$$

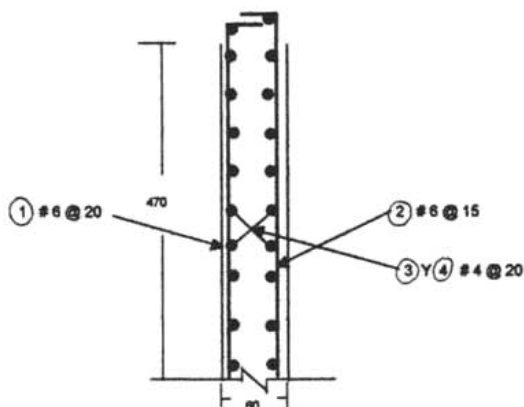
$$V3 = \frac{0.40}{2.00} \times 2.00 \times 150.00 = 60.00 \times 2.00 = 120.00 \text{ M}^3$$

$$\text{SUMA} = 1.800.00 + 72.00 + 120.00 = 1.992.00 \text{ M}^3$$

PARA LAS LOSAS LATERALES:

$$V = 0.40 \times 22.50 \times 40.00 = 360.00 \times 2.00 = 720.00 \text{ M}^3$$

$$V \text{ TOTAL} = 1.992.00 + 720.00 = 2.712.00 \text{ M}^3$$



CUANTIFICACION DE ACERO Y CONCRETO EN MURO ESTRUCTURAL

ACERO - CONCRETO

TIPO	#	@	CROQUIS	TRASLAPE	LONG/PZA	No. PZAS	LONG TOT	KG/MT	W TOT	OBSERVACIONES
1	6	20			7.70	5	38.50	2.250	86.63	
2	6	15			5.70	7	39.90	2.250	89.78	
3	4	20			1.00	24	24.00	0.996	23.90	
4	4	20			1.00	24	24.00	0.996	23.90	
TOTAL =									224.21	KG

4 47.81

= 30.73 TON

6 176.40

= 113.37 TON

ACERO:

224.21 X 618 M = 138,560.54 KG = 138.56 TON + 4% DESP. = 144.10 TON

CONCRETO:

0.60 X 4.70 X 618 = 1,742.76 M3

III.2.3 RELACIÓN DE MANO DE OBRA (ESTACIÓN) CUADRILLAS.

1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.	PERSONAL REQ.
1.1 TRAZO.	
Topógrafo.	0.50
Auxiliares topógrafo.	2.00
Cadeneros.	1.50
2.- BROCALES.	
2.1 EXCAVACIÓN.	
Sobrestante.	0.187
Cabo.	0.825
Of. albañil.	1.00
Of. perforista.	2.00
Ayudante general.	2.50
Cadenero	1.50
2.2 ACERO DE REFUERZO	
Sobrestante.	0.50
Cabo.	0.825
Of. herrero.	4.00
Ayudante general.	2.50
2.3 CIMBRA.	
Sobrestante.	0.33
Cabo.	0.825
Of. Carpintero.	4.00
Ayudante general.	2.50
2.4 CONCRETO.	
Sobrestante.	0.187
Cabo.	0.825
Of. albañil.	1.00
Vibradorista	2.00
Ayudante general.	2.50
3.- MURO MILAN.	
3.1 FABRICACIÓN DE LODO BENTONITICO.	
Op. maquinaria mayor.	1.00
Op. maquinaria menor.	1.00
Of. tubero.	2.00
Op. vehículo (pipa).	1.00

Of. plomero.	2.00
Ayudante general.	3.20
3.2 HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO	
Sobrestante.	0.50
Cabo.	0.80
Of. herrero.	8.00
Of. soldador.	2.00
Ayudante general.	3.20
3.3 EXCAVACIÓN.	
Sobrestante.	0.75
Cabo.	0.80
Op. maquinaria mayor.	1.00
Op. vehículo (pípa).	1.00
Of. albañil.	2.00
Ayudante general.	3.20
3.4 COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.	
Sobrestante de maniobras.	0.50
Cabo.	0.80
Op. maquinaria mayor.	1.00
Of. maniobrista.	2.00
Ayudante general.	3.20
3.5 CONCRETO.	
Sobrestante.	0.37
Cabo.	0.80
Of. albañil.	2.00
Of. maniobrista.	2.00
Op. maquinaria mayor.	1.00
Op. maquinaria menor.	1.00
Ayudante general.	3.20
4.- EXCAVACIÓN DE NÚCLEO.	
4.1 BOMBEO.	
Of. electricista	2.00
Op. sistemas.	2.00
Of. plomero.	2.00
Of. soldador.	2.00
Of. tubero.	2.00
4.2 EXCAVACIÓN.	
Op. maquinaria mayor.	2.00

Sobrestante.	0.38
Cabo.	0.82
Riatero.	1.00
Topógrafo.	0.50
Cadenero.	1.50
4.3 TROQUELAMIENTO.	
Sobrestante maniobrista.	0.50
Cabo.	0.82
Op. maquinaria mayor.	2.00
Of. maniobrista.	4.00
Of. soldador.	4.00
Op. maquinaria menor.	2.00
Perforista.	2.00
Ayudante general.	8.00
4.4 AFINE DE TALUDES (PLANTILLA).	
Sobrestante.	0.38
Cabo.	0.82
Of. albañil.	2.00
Ayudante general.	12.00
5.- LOSA DE FONDO.	
5.1 ACERO DE REFUERZO.	
Op. maquinaria mayor.	1.00
Sobrestante.	0.50
Cabo.	0.82
Of. fierro.	14.00
Topógrafo.	0.50
Cadenero.	1.50
Of. soldador.	2.00
Of. plomero.	1.00
Of. tubero.	1.00
Ayudante general.	10.00
5.2 CIMBRA.	
Sobrestante.	0.33
Cabo.	0.82
Of. Carpintero.	6.00
Ayudante general.	6.00
5.3 CONCRETO.	
Op. maquinaria mayor.	1.00
Sobrestante.	0.375

Cabo.	0.82
Of. albañil.	4.00
Of. electricista.	2.00
Vibradorista.	3.00
Ayudante general.	10.00

6.- MUROS ESTRUCTURALES / TABLERO DE 6 M.

6.1 ACERO DE REFUERZO.

Sobrestante.	0.50
Cabo.	0.86
Of. fierro.	8.00
Topógrafo.	0.50
Cadeneros.	1.50
Of. soldador.	4.00
Op. maquinaria mayor.	1.00
Ayudante general.	6.00

6.2 CIMBRA DESLIZANTE.

Sobrestante.	0.33
Op. maquinaria mayor.	1.00
Of. maquinaria menor.	2.00
Of. perforista.	4.00
Of. soldador.	2.00
Cabo.	0.86
Of. maniobrista.	4.00
Of. Carpintero.	6.00
Ayudante general.	6.00

6.3 CONCRETO.

Sobrestante.	0.38
Cabo.	0.86
Of. albañil.	4.00
Of. electricista.	2.00
Of. plomero.	1.00
Vibradorista.	3.00
Ayudante general.	6.00

III.2.4 RELACIÓN DE EQUIPO POR CONCEPTO (ESTACIÓN).

1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.	CANTIDAD	UNIDAD
1.1 EQUIPO DE TOPOGRAFIA.		
Tránsito.	2.00	PZAS
Nivel.	2.00	PZAS
Estadal.	2.00	PZAS
Plomadas	3.00	PZAS
Cintas.	3.00	PZAS
2.- BROCALES.		
2.1 EXCAVACIÓN.		
Compresor 365	0.25	PZA
Rompedoras.	2.00	PZAS
2.2 ACERO DE REFUERZO		
Cortadora.	0.50	PZA
2.3 CIMBRA.		
Sierra mecánica.	1.00	PZA
2.4 CONCRETO.		
Vibradores.	2.00	PZAS
Aspersores.	1.00	PZA
3.- MURO MILAN.		
3.1 FABRICACIÓN DE LODO BENTONITICO.		
Pipa de 6 m3.	1.00	PZA
Tolva con mezcladora o bacha de 3 motores de alta vel.	1.00	PZA
Bomba de lodos.	2.00	PZAS
Válvulas y tubería.	1.00	LOTE
Tanques de almacenamiento.	6.00	PZAS
Plataforma para vaciado de bentonita.	1.00	PZA
3.2 HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO		
Cortadora.	0.50	PZA
Dobladora.	1.00	PZA
Equipo de corte.	0.50	PZA
Herramienta menor.	1.00	LOTE
3.3 EXCAVACIÓN.		
Draga LS-108.	1.00	PZA
Cargador frontal.	0.50	PZA
Equipo guiado (Casagrande).	1.00	PZA
Pipa de 6 m3.	1.00	PZA

	Bomba para lodos	1.50	PZA
	Pescado o una sonda.	1.00	PZA
3.4	COLADO DE MURO MILAN.		
	Grúa hidráulica autopropulsada	1.00	PZA
	Malacate.	2.00	PZAS
	Equipo de soldadura.	0.50	JUEGO
	Gatos hidráulicos.	3.00	JUEGO
	Marcos metálicos.	2.00	JUEGO
	Tolvas.	2.00	JUEGO
	Tubería tremi.	3.00	JUEGO
4.-	EXCAVACIÓN DE NÚCLEO.		
4.1	BOMBEO (ABATIMIENTO FREATICO).		
	Planta de bombeo	1.00	SISTEMA
4.2	EXCAVACIÓN.		
	Draga LS-108.	0.50	PZA
	Cargador frontal.	0.50	PZA
	Bomba de lodos.	0.50	PZA
	Bomba eléctrica.	1.00	PZA
	Almeja de 1 ó 1 ¼ y de 3 yd3.	0.50	PZA
4.3	TROQUELAMIENTO.		
	Grúa hidráulica autopropulsada.	0.50	PZA
	Compresor 365.	0.50	PZA
	Rompedoras.	2.00	PZA
	Gatos hidráulicos.	4.00	PZAS
	Equipo de soldadura eléctrica.	0.50	PZA
	Equipo de soldadura autógena.	0.50	PZA
4.4	AFINE DE TALUDES.		
	Draga (extracción de material).	0.50	PZA
	Almeja.	0.50	PZAS
4.5	PLANTILLA		
	Trompa de elefante.	1.00	PZA
	Canalón o similar.	1.00	PZA
5.-	COLADO DE LOSA DE FONDO.		
5.1	ACERO DE REFUERZO.		
	Grúa hidráulica auto propulsada.	0.50	PZA
	Bomba eléctrica.	1.00	PZA
	Cortadora.	0.50	PZA
	Dobladora.	1.00	PZA
	Equipo de corte.	0.50	PZA
	Equipo de soldadura.	0.50	PZA
5.2	CIMBRA.		

5.3 COLOCACIÓN DE CONCRETO.

Grúa hidráulica auto propulsada.	0.50	PZA
Rompedora.	1.00	PZA
Vibrador eléctrico.	4.00	PZA
Vibradores neumáticos.	1.00	PZA
Aspersores.	1.50	PZA
Tolva con mezcladora.	1.00	PZA
Canalones o trompa de elefante.	1.00	PZA

6.- MUROS ESTRUCTURALES.

6.1 ACERO DE REFUERZO.

Grúa hidráulica auto propulsada.	0.25	PZA
Cortadora.	0.50	PZA
Dobladora.	1.00	PZA
Equipo de corte.	0.50	PZA
Equipo de soldadura eléctrica.	0.50	PZA

6.2 CIMBRA DESLIZANTE.

Grúa hidráulica auto propulsada.	0.25	PZA
Compresor 365.	0.125	PZA
Rompedoras.	1.50	PZA
Equipo de soldadura eléctrica.	1.00	PZA
Equipo de corte.	1.00	PZA
Equipo de soldadura autógena.	0.50	PZA

6.3 COLADO DE MUROS.

Compresor 365.	0.125	PZA
Rompedoras.	1.50	PZA
Vibrador eléctrico.	4.00	PZA
Vibradores neumáticos.	1.00	PZA
Aspersores.	1.50	PZA

LINEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

CONTROL DE MANO DE OBRA

FRENTE: _____ ESTACIÓN TIPO: _____

(RESUMEN)

CATEGORIA	BROCALES			M. MILAN			EXCAVACIÓN			PLANTILLA			LOSA FONDO			MURO ESTRUCTURAL			TOTALES				
	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.		
A)																							
SOBRESTANTE	1.20			1.62			0.38			0.38			1.21			1.21			6.00				
SOBRESTANTE MANIOB.				0.50															1.00				
CABO	3.30			3.20			1.64			0.82			2.46			2.58			14.00				
OF. ALBAÑIL	2.00			4.00						2.00			4.00			4.00			16.00				
OF. CARPINTERO	4.00												6.00			6.00			16.00				
OF. FIERRERO	4.00			8.00									14.00			8.00			34.00				
OF. PERFORISTA	2.00						2.00									4.00			8.00				
OF. MANIOBRISTA				4.00			4.00									4.00			12.00				
VIBRADORISTA	2.00												3.00			3.00			8.00				
AYUD GENERAL	10.00			16.00			8.00			12.00			26.00			18.00			90.00				
CADENERO	1.50						1.50						1.50			1.50			6.00				
OF. SOLDADOR				2.00			6.00						2.00			6.00			16.00				
OF. PLOMERO				2.00			2.00						1.00			1.00			6.00				
OF. TUBERO				2.00			2.00						1.00			1.00			6.00				
OF. ELECTRICISTA							2.00						2.00			2.00			6.00				
OP. SISTEMAS							2.00												2.00				
RIATERO							1.00												1.00				
SUMA:	30.00			43.32			33.02			15.20			64.17			62.29			248.00				
B) MAQUINARIA																							
OP. MAQ. MAYOR				4.00			4.00						2.00			2.00			12.00				
OP. MAQ. MENOR				2.00			2.00									2.00			6.00				
OP. VEHICULO				2.00															2.00				
SUMA:				8.00			6.00						2.00			4.00			20.00				
C) TALLER MECÁNICO																							
SOBRESTANTE				1.00			1.00						1.00			1.00			4.00				
CABO MAEST. MEC.				2.00			2.00						1.00			1.00			6.00				
OF. MEC. DIESEL				2.00			2.00						1.00			1.00			6.00				
OF. MEC. GASOLINA				2.00			2.00						1.00			1.00			6.00				
OF. MEC. DE AIRE				2.00			1.00						1.00			1.00			5.00				
OF. ELECTROMECAINICO				2.00			2.00						1.00			1.00			6.00				
SUMA:				11.00			10.00						6.00			6.00			33.00				
TOTAL:	30.00			62.32			49.02			15.20			72.17			72.29			301.00				

LÍNEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

EQUIPO MAYOR

FRENTE: _____ ESTACIÓN TIPO: _____

(RESUMEN)

CATEGORIA	BROCALES	M. MILAN	EXC. NUCLEO	LOSA DE FONDO	MURO BSTRUC.	TOTALES
CARGADOR FRONTAL		0.50	0.50			1.00
DRAGA LS-108		1.00	1.00			2.00
GRUA HIDRAULICA AUTOPROPULSADA		1.00	0.50	1.00	0.50	3.00
COMPRESOR 365	0.25		0.50		0.25	1.00

LINEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

EQUIPO MENOR

FRENTE: _____ ESTACIÓN TIPO: _____

(RESUMEN)

CATEGORIA	BROCALES	M. MILAN	EXC NUCLEO	LOSA DE FONDO	MURO ESTRU.	TOTALES
CORTADORA	0.50	0.50		0.50	0.50	2.00
SIERRA MEC.	1.00					1.00
VIBRADORES ELÉC.	2.00			4.00	4.00	10.00
BOMBAS LODO		3.50	0.50			4.00
DOBLADORA		1.00		1.00	1.00	3.00
PIPAS		2.00				2.00
TOLVA MEZCLADORA		3.00		1.00		4.00
EQ. DE CORTE		0.50	0.50	0.50	1.50	3.00
EQ. QUIADO		1.00				1.00
MALACATES		2.00				2.00
PLANTA DE SOLDAR		0.50	0.50	0.50	1.50	3.00
ROMPEDORAS	2.00		2.00	-1.00	3.00	8.00
ASPERORES	1.00			1.50	1.50	4.00
VIBRADORES NEUM.				1.00	1.00	2.00
BOMBAS ELÉCTRICAS 1"			1.00	1.00		2.00
BOMBAS PARA PORTA POWER		3.00	4.00			7.00
PORTA POWER		3.00	4.00			7.00
EQ. TOPOGRAFIA	0.50		0.50	0.50	0.50	2.00
ALMEJA			1.00			1.00

LINEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

TABLA DE RENDIMIENTO PROMEDIO DE ACTIVIDADES

FRENTE: _____ ESTACIÓN TIPO: _____

CONCEPTO		UNIDAD	VOLUMEN TOTAL	LONGITUD	TOTALES
BROCALES	EXCAVACIÓN	ML		500.00	10.00
	ACERO DE REF.	M3	760.00		
	CONCRETO	TON	12.00		
MURO MILAN	CONCRETO	M3	300.00	500.00	2.00
	EXCAVACIÓN	M			
	ACERO DE REF.	M3	3,600.00		
BOMBEO	CONCRETO	TON	421.00	600.00	4.00
	INSTALACIÓN	M			
	PZAS	PZAS	87.00		
EXCAVACIÓN DE NUCLEO	CONCRETO	M3	3,326.00	6.00	750.00 (5.00 M)
	EXCAVACIÓN	M3	35,000.00		
	(ETAPAS 6X15) PLANTILLA Fc=100	M3	900.00		
LOSA DE FONDO	CONCRETO	M3	340.00	618.00	5.00
	ACERO	M			
	CONCRETO	TON	335.00		
MURO ESTRUCTURAL	CONCRETO	M3	2,712.00	618.00	5.00
	ACERO	M			
	CONCRETO	TON	144.00		
		M3	1,743.00		

PROGRAMA GENERAL DETALLADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TITACIÓN DEL MIXTRO SUBTERRANEO

VOL.	U	CONCEPTO	MES SEM	1				2				3				4				5				6				7				8				9				10				11				12			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
		TRAZO Y NV		[Barra]																																															
500	M	BROCALES	10 MT	[Barra]																																															
780	M3	EXCAVACIÓN		[Barra]																																															
12	TON	ACERO		[Barra]																																															
M2		CIMBRA		[Barra]																																															
300	M3	CONCRETO		[Barra]																																															
84	PZA	MURO MILAR	2 PZAT	[Barra]																																															
3.800	M3	EXCAVACIÓN		[Barra]																																															
421	TON	ARMADO		[Barra]																																															
		JUNTAS Y TAPONES		[Barra]																																															
3.328	M3	CONCRETO		[Barra]																																															
87	PZA	BOMBEO	4 PZAD	[Barra]																																															
		EXCAVACIÓN		[Barra]																																															
		INSTALACIÓN		[Barra]																																															
35	PZA	EXC. NUCLEO Y LOBA DE FONDO	4 MT	[Barra]																																															
230	M	BOMBEO		[Barra]																																															
35.000	M3	EXCAVACIÓN		[Barra]																																															
24	PZA	TALUDES Y TROQUELES		[Barra]																																															
		APINE Y PLANTILLA		[Barra]																																															
330	TON	ARMADO EN LOBA		[Barra]																																															
		TAPONES		[Barra]																																															
2.712	M3	COLADO Y CURADO		[Barra]																																															
816	M	MURO ESTRUCTURAL	4 MD	[Barra]																																															
144	TON	ARMADO		[Barra]																																															
	M2	CIMBRA		[Barra]																																															
1.743	M3	COLADO		[Barra]																																															
	M2	CURADO		[Barra]																																															

III.3 PROGRAMACIÓN DE UN TRAMO TIPO.

Para efecto de solucionar el tráfico terrestre de vehículos automotores, peatonal y de vías importantes sin que estas sufran modificaciones con la futura circulación del transporte colectivo "METRO", se determino la construcción del cajón subterráneo, el cual nos garantizará un sinnúmero de beneficios como son: Tráfico fluido, desvíos innecesarios de arterias importantes etc., sin alterar el esquema urbano inicial, así mismo se evita crear división en el sistema social como es el caso de la alternativa superficial. Además, según las características del suelo en la Ciudad de México es el procedimiento más aceptable.

En el ejemplo que nos ocupa, determinaremos las características y situaciones relevantes para la conformación de nuestros datos.

Los principales elementos de éste procedimiento, estarán compuestos por un cajón estructural de concreto armado a todo lo largo del trazo y sé

complementara con construcciones adicionales tales como subestaciones, cárcamos, galerías de ventilación y puestos de rectificación, los cuales no se encuentran programados en el ejemplo.

La geometría del cajón puede variar en su sentido horizontal ya que existen subtramos donde se alojan hasta cuatro vías siendo el mínimo de dos vías. En el sentido vertical la variación esta sujeta a las características estructurales de la zona, dependiendo de estos tendrá galibos mayores al especificado. La profundidad de desplante del cajón es variable, siendo de 8.00 mts. hasta 16.00 mts. de profundidad y su longitud total es aproximadamente de 1,000.00 mts., el proceso constructivo del cajón subterráneo estará compuesto por trabajos preliminares como son:

Demolición de afectaciones, verificación de interferencias ("Calas"), desvíos provisionales y definitivos de las mismas. Para poder tener una obra controlada y obtener resultados satisfactorios, se procederá a realizar una programación adecuada tanto de recursos como de materiales por ejecutar así como las cantidades de los conceptos que en ella intervienen como son: Brocal que tendrá una longitud de 1,000 mts. y se construirá paralelamente y en simetría con respecto al eje del metro.

Los muros tablestaca serán de un total de 332 piezas y estos se encontraran alojados a lo largo del trazo del eje del metro, construyéndose alternadamente y que en lo subsecuente nos servirá como elementos de contención para la construcción.

La excavación del núcleo se realizará con un equipo mecánico desde la superficie, de modo que sea posible realizar maniobras dentro de la misma y de tener una forma segura entre los troqueles ya colocados, las etapas de excavación serán de una longitud de 6.00 mts. y a todo lo ancho del cajón (9.10 mts.).

Una vez que se alcanzó el fondo de la excavación se procederá al colado de una plantilla de concreto pobre con un ancho igual al del cajón, posteriormente se comenzará al armado y colado de la losa, que tendrá en sus extremos 55 cms. y en el centro de 60 cms. de espesor; 24 horas después de haber colado la losa de fondo se procederá al armado, cimbrado y colado del muro estructural. En esta actividad se remarca la importancia de la cimbra que será la base de la estructura metálica, (tableros) forrados con hojas de triplay, el cual tendrá las dimensiones de 6.00 x 5.00 mts., al termino de esto se

procederá a la colocación de las tabletas precoladas y luego por ultimo el firme de compresión (losa superior) para la restitución de las vialidades.

A continuación se mencionan los conceptos más importantes que intervienen en el procedimiento constructivo:

III. 3.1 RELACIÓN DE CONCEPTOS DE OBRA POR EJECUTAR (TRAMO)

	UNIDAD
1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.	
2.- BROCALES / ML.	
2.1 Excavación.	(M3)
2.2 Acero de refuerzo.	(KG)
2.3 Cimbra.	(M2)
2.4 Concreto.	(M3)
3.- MURO MILAN / PZA DE 6 M.	
3.1 Fabricación de lodo bentonítico.	(M3)
3.2 Habilitado de acero de refuerzo.	(KG)
3.3 Excavación.	(M3)
3.4 Colocación de acero de refuerzo.	(KG)
3.5 Concreto.	(M3)
4.- EXCAVACIÓN DE NÚCLEO / ETAPAS DE 8 M.	
4.1 Bombeo.	(M3)
4.2 Excavación.	(M3)
4.3 Troquelamiento.	(PZA)
4.4 Afine de taludes.	(LOTE)
4.5 Plantilla.	(M3)
5.- LOSA DE FONDO / ETAPAS DE 8 M.	
5.1 Acero de refuerzo.	(KG)
5.2 Cimbra.	(M2)
5.3 Concreto.	(M3)
6.- MUROS ESTRUCTURALES / TABLERO DE 6 M.	
6.1 Acero de refuerzo.	(KG)
6.2 Cimbra deslizante.	(TABLERO)
6.3 Concreto.	(M3)

III. 3.2 RELACIÓN DE MATERIALES POR CONCEPTO (TRAMO)

1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.	CANTIDAD	UNIDAD
2.- BROCALES / ML.		
2.1 EXCAVACIÓN.	18.24	M3
2.2 ACERO DE REFUERZO.		
Var. Ø No. 3.	240.62	KG
2.3 CIMBRA (SE CONSIDERAN 2,000.0 M. P/ 32 USOS)		
Triplay.	24.00	PZA
Barrote	60.00	PZA
Polin.	30.00	PZA
2.4 CONCRETO.		
F'c = 150 kg/cm ²	6.96	M3
Curacreto	14.00	LTO
3.- MURO MILAN / PZA DE 6 M.		
3.1 FABRICACIÓN DE LODO BENTONITICO.		
Bentonita.	4,752.00	KG
3.2 HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO.		
Var. Ø No. 6	2,069.72	KG
Var. Ø No. 5	715.42	KG
Var. Ø No. 4	307.12	KG
SUMA	<u>3,092.26</u>	KG
3.3 EXCAVACIÓN	63.36	M3
Colocación lodo bentonitico	47,520.00	LTO
Colocación juntas de colado	4.00	PZA
Banda de P.V.C.	32.00	ML
3.4 COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.	3,092.26	KG
3.5 CONCRETO.		
F'c = 150 kg/ cm ²	63.36	M3
4.- EXCAVACIÓN DE NUCLEO / ETAPAS DE 6 M.		
4.1 BOMBEO.	267.54	M3
4.2 EXCAVACIÓN.	267.54	M3
4.3 TROQUELAMIENTO.		
Troqueles.	24.00	PZA
Quesos.	48.00	PZA
Estrobos.	144.00	ML
4.4 AFINE DE TALUDES.	90.72	M2
4.5 PLANTILLA.		
Concreto F'c = 100 gk/ cm ²	10.92	M3

5.- LOSA DE FONDO / ETAPAS DE 8 M.

5.1 ACERO DE REFUERZO.

Var. Ø No. 6	2,214.89	KG
Var. Ø No. 4	509.92	KG
SUMA	<u>2,724.81</u>	KG
Tubo dren P.V.C. de 8" Ø	12.00	ML

5.2 CIMBRA

Polin	30.00	PIE-TABLON
Tablón	20.00	PIE-TABLON
Banda P.V.C.	21.10	ML

5.3 CONCRETO.

F'c=150 kg/cm ²	40.04	M3
Curacreto	12.00	LTO.

6.- MUROS ESTRUCTURALES / TABLERO DE 6 M.

6.1 ACERO DE REFUERZO.

Var. Ø No. 6	1,530.90	KG
Var. Ø No. 4	573.72	KG
SUMA	<u>2,104.62</u>	KG

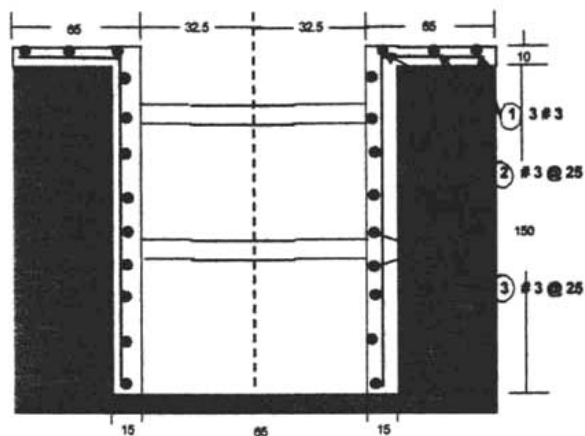
6.2 CIMBRA DESLIZANTE

Armadura	120.00	KG
Triplay	1.20	HOJAS
Barniz protector	80.00	LTO
Tubería 4" (Troquelamiento)	12.00	PZA

6.3 CONCRETO.

F'c = 250 kg/cm ²	39.48	M3
Curacreto	14.00	LTO.

CORTE TÍPICO DE UN BROCAL



ACERO - CONCRETO

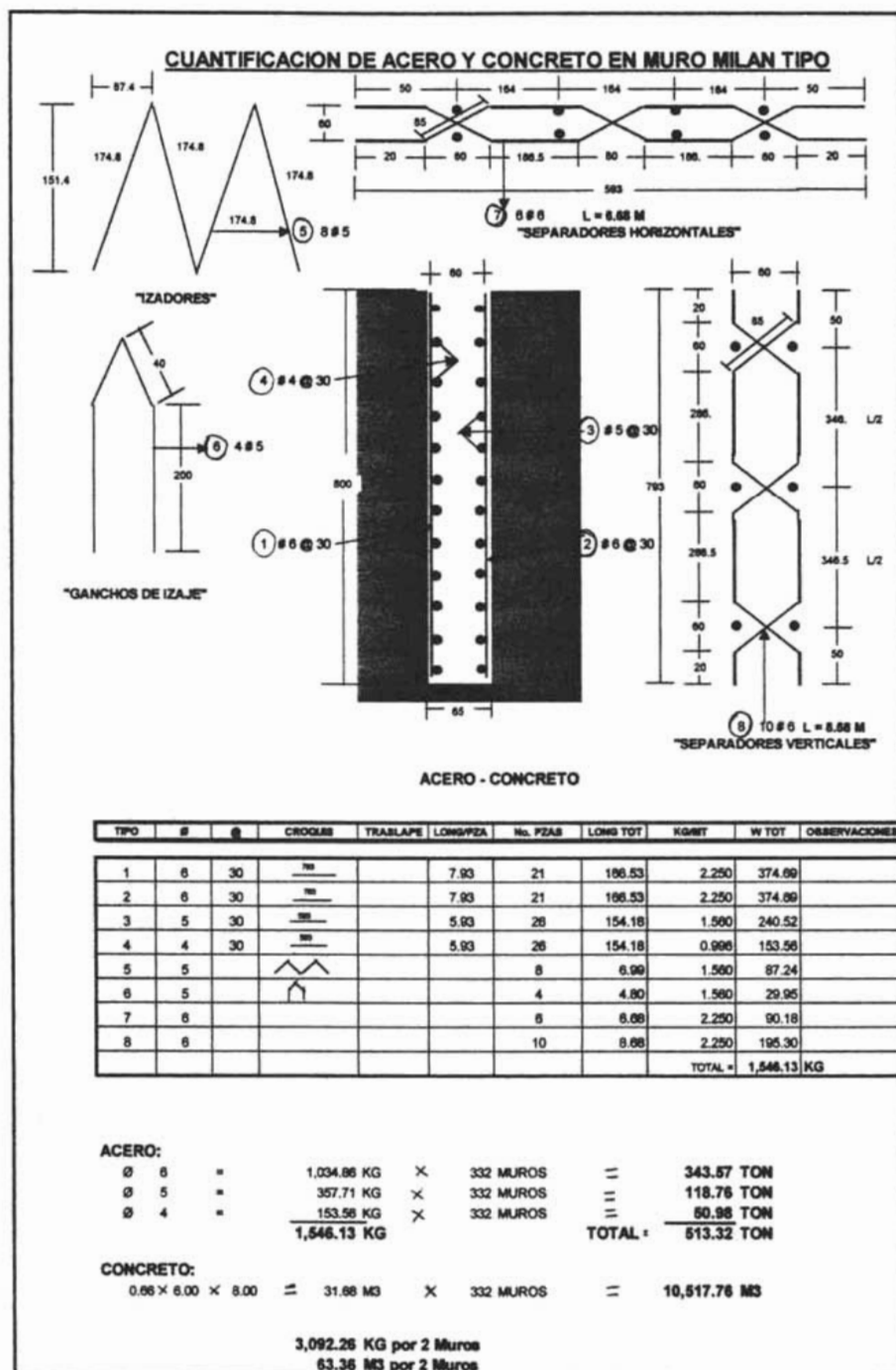
TIPO	#	@	CROQUIS	TRASLAPE	LONG/PZA	No. PZAS	LONG TOT	KG/MT	W TOT	OBSERVACIONES
1	3				6.00	3	18.00	0.557	10.03	
2	3	25			2.25	24	54.00	0.557	30.08	
3	3	25			6.00	6	36.00	0.557	20.05	
								TOTAL =	60.16	KG

TOTAL DE ACERO = $60.16 \times 4 \text{ L} = 240.62 \text{ KG/PZA DE 6 M.}$

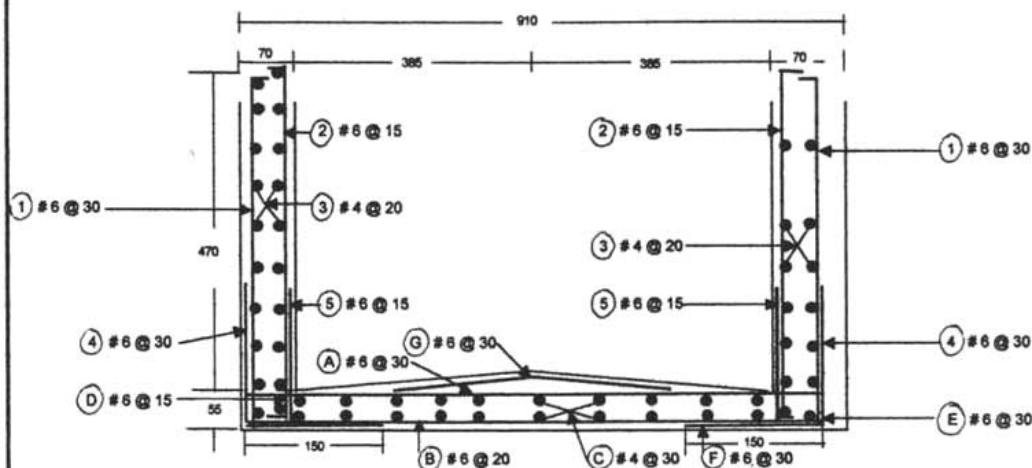
CONCRETO:

$$\begin{aligned}
 0.65 \times 0.10 \times 6.00 &= 0.39 \text{ M}^3 \\
 1.50 \times 0.15 \times 6.00 &= 1.35 \text{ M}^3 \\
 &= 1.74 \text{ M}^3
 \end{aligned}$$

TOTAL DE CONCRETO = $1.74 \times 4 \text{ L} = 6.96 \text{ M}^3/\text{PZA DE 6 M.}$



CUANTIFICACION DE ACERO Y CONCRETO DE UNA LOSA DE FONDO Y MUROS EN 1.00 M



LOSA:

TIPO	Ø	Ø	CROQUIS	TRABLAPE	LONG/PZA	No. PZAS	LONG TOT	KG/MT	W TOT	OBSERVACIONES
A	6	30			10.00	3	30.00	2.250	87.50	
B	6	20			10.00	5	50.00	2.250	112.50	
C	4	30			1.00	64	64.00	0.996	63.74	
D	6	15			1.15	12	13.80	2.250	31.05	
E	6	30			0.50	6	3.00	2.250	6.75	
F	6	30			1.50	6	9.00	2.250	20.25	
G	6	30			5.75	3	17.25	2.250	38.81	
								TOTAL =	340.61	KG/ML

Ø 6 276.86 KG/ML

Ø 4 63.74 KG/ML

MURO:

TIPO	Ø	Ø	CROQUIS	TRABLAPE	LONG/PZA	No. PZAS	LONG TOT	KG/MT	W TOT	OBSERVACIONES
1	6	30			5.35	6	32.10	2.250	72.23	
2	6	15			5.35	12	64.20	2.250	144.45	
3	4	20			1.00	96	96.00	0.996	95.62	
4	6	30			0.95	6	5.70	2.250	12.83	
5	6	15			0.95	12	11.40	2.250	25.65	
								TOTAL =	350.77	KG/ML

Ø 6 255.15 KG/ML

Ø 4 95.62 KG/ML

ACERO:

DEL # 6 = $276.86 \times 255.15 = 532.01 \text{ KG/ML} \times 1,000.00 = 532.01 \text{ TON} + 4\% \text{ DESP.} = 553.29 \text{ TON}$

DEL # 4 = $63.74 + 95.62 = 159.36 \text{ KG/ML} \times 1,000.00 = 159.36 \text{ TON} + 4\% \text{ DESP.} = 165.73 \text{ TON}$

CONCRETO:

LOSA: $- 0.55 \times 9.10 \times 1,000.00 = 5,005.00 \text{ M}^3$

MUROS: $- 0.70 \times 4.70 \times 2,000.00 = 6,580.00 \text{ M}^3$

TOTAL = $11,585.00 \text{ M}^3$

DEL # 6 = $4,256.10 \text{ ETAPAS DE 8 M.}$

DEL # 4 = $1,274.88 \text{ ETAPAS DE 8 M.}$

$5,530.98 \text{ ETAPAS DE 8 M.}$

III.3.3 RELACIÓN DE MANO DE OBRA (TRAMO) CUADRILLAS.

1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.

PERSONAL REQ.

1.1 TRAZO.

Topógrafo.	2.00
Auxiliares topógrafo.	2.00
Cadeneros.	6.00

2.- BROCALES.

2.1 EXCAVACIÓN.

Sobrestante.	0.125
Cabo.	0.25
Of. albañil.	2.00
Of. perforista.	2.00
Ayudante general.	4.00
Cadenero.	1.50
Op. Maquinaria mayor.	0.33

2.2 ACERO DE REFUERZO

Sobrestante.	0.25
Cabo.	0.50
Of. fierro.	2.00
Ayudante general.	2.00

2.3 CIMBRA.

Sobrestante.	0.50
Cabo.	1.00
Of. Carpintero.	2.00
Ayudante general.	2.00

2.4 CONCRETO.

Sobrestante.	0.125
Cabo.	0.25
Of. albañil.	2.00
Vibradorista	1.33
Ayudante general.	4.00

3.- MURO MILAN.

3.1 FABRICACIÓN DE LODO BENTONITICO.

Op. maquinaria mayor.	2.00
Op. maquinaria menor.	2.00
Op. vehículo (pipa).	2.00
Op. planta lodos.	2.00
Ayudante general.	4.00

3.2 HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO

Sobrestante.	0.25
Cabo.	0.50
Of. fierro.	6.00

	Of. soldador.	2.00
	Ayudante general.	6.00
3.3	EXCAVACIÓN.	
	Sobrestante.	0.125
	Cabo.	0.25
	Op. maquinaria mayor.	1.00
	Op. vehículo (pipa).	2.00
	Of. albañil.	2.00
	Ayudante general.	4.00
3.4	COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.	
	Sobrestante de maniobras.	0.50
	Cabo.	0.67
	Op. maquinaria mayor.	0.34
	Of. maniobrista.	2.67
	Ayudante general.	1.33
3.5	CONCRETO.	
	Sobrestante.	0.125
	Cabo.	0.25
	Of. albañil.	2.00
	Op. maquinaria menor.	2.00
	Ayudante general.	4.00
4.-	EXCAVACIÓN DE NÚCLEO.	
4.1	BOMBEO.	
	Op. sistemas.	2.00
4.2	EXCAVACIÓN.	
	Op. maquinaria mayor.	1.00
	Sobrestante.	0.79
	Cabo.	0.25
	Of. Albañil.	2.00
	Cadenero.	1.50
	Ayud. general.	4.00
4.3	TROQUELAMIENTO.	
	Sobrestante maniobrista.	0.50
	Cabo.	0.67
	Op. maquinaria mayor.	0.66
	Of. maniobrista.	2.67
	Of. soldador.	4.00
	Of. perforista.	4.00
	Ayudante general.	1.33
4.4	AFINE DE TALUDES PLANTILLA.	
	Sobrestante.	0.13
	Cabo.	1.25
	Of. albañil.	4.00

	Ayudante general.	6.00
5.-	LOSA DE FONDO.	
5.1	ACERO DE REFUERZO.	
	Sobrestante.	0.25
	Cabo.	0.50
	Of. fierro.	6.00
	Ayudante general.	6.00
5.2	CIMBRA.	
	Sobrestante.	0.50
	Cabo.	1.00
	Of. Carpintero.	4.00
	Ayudante general.	4.00
5.3	CONCRETO.	
	Sobrestante.	0.125
	Cabo.	0.25
	Of. albañil.	4.00
	Cadenero.	1.50
	Vibradorista.	1.33
	Ayudante general.	4.00
6.-	MUROS ESTRUCTURALES / TABLERO DE 6 M.	
6.1	ACERO DE REFUERZO.	
	Sobrestante.	0.25
	Cabo.	0.50
	Of. fierro.	2.00
	Cadenero.	1.50
	Ayudante general.	2.00
6.2	CIMBRA DESLIZANTE.	
	Sobrestante.	0.33
	Op. maquinaria mayor.	0.67
	Of. perforista.	2.00
	Of. soldador.	2.00
	Cabo.	0.66
	Of. maniobrista.	2.66
	Of. Carpintero.	4.00
	Ayudante general.	1.34
6.3	CONCRETO.	
	Sobrestante.	0.125
	Cabo.	0.25
	Of. albañil.	4.00
	Vibradorista.	1.34
	Ayudante general.	4.00

III.3.4 RELACIÓN DE EQUIPO POR CONCEPTO (TRAMO).

1.- TRAZO Y NIVELACIÓN.	CANTIDAD	UNIDAD
1.1 EQUIPO DE TOPOGRAFIA.		
Tránsito.	2.00	PZAS
Nivel.	2.00	PZAS
Estadal.	2.00	PZAS
Plomadas	3.00	PZAS
Cintas.	3.00	PZAS
2.- BROCALES.		
2.1 EXCAVACIÓN.		
Cargador frontal.	0.33	PZA
Compresor.	0.33	PZA
Rompedoras.	2.00	PZAS
2.2 ACERO DE REFUERZO		
Cortadora.	0.25	PZA
Equipo de corte.	0.20	PZA
Dobladora.	0.25	PZA
2.3 CIMBRA.		
Sierra mecánica.	1.00	PZA
2.4 CONCRETO.		
Vibrador eléctrico.	1.00	PZA
Vibrador neumático.	1.00	PZA
Aspersores.	1.00	PZA
3.- MURO MILAN.		
3.1 FABRICACIÓN DE LODO BENTONITICO.		
Pipa de 6 m3.	2.00	PZAS
Tolva con mezcladora o bacha de 3 motores de alta vel.	1.00	PZA
Bomba lodos.	1.00	PZA
Válvulas y tubería.	1.00	LOTE
Tanques de almacenamiento.	6.00	PZAS
Plataforma para vaciado de bentonita.	1.00	PZA
3.2 HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO		
Cortadora.	0.25	PZA
Dobladora.	0.25	PZA
Equipo de corte.	0.20	PZA
Planta de soldar.	1.00	PZA
3.3 EXCAVACIÓN.		
Draga LS-108.	1.00	PZA

Cargador frontal.	0.33	PZA
Equipo guiado (Casagrande).	1.00	PZA
Pipa de 6 m ³ .	2.00	PZAS
Bomba para lodos	1.00	PZA
Pescado o una sonda.	1.00	PZA
3.4 COLADO DE MURO MILAN.		
Grúa hidráulica auto propulsada.	0.50	PZA
Malacate.	2.00	PZAS
Marcos metálicos.	2.00	JUEGO
Tolva con mezcladora.	2.00	JUEGO
Tubería tremi.	3.00	JUEGO
4.- EXCAVACIÓN DE NÚCLEO.		
4.1 BOMBEO (ABATIMIENTO FREÁTICO).		
Planta de bombeo	1.00	SISTEMA
4.2 EXCAVACIÓN.		
Draga LS-108.	0.75	PZA
Cargador frontal.	0.33	PZA
Bomba eléctrica.	1.00	PZA
Almeja de 1 ó 1 ¼ y de 3 yd ³ .	0.50	PZA
4.3 TROQUELAMIENTO.		
Grúa Hidráulica auto propulsada.	0.50	PZA
Compresor 365.	0.33	PZA
Rompedoras.	2.00	PZAS
Bomba para porta power.	2.00	PZAS
Equipo de soldadura eléctrica.	2.00	PZAS
Equipo de corte.	1.20	PZA
4.4 AFINE DE TALUDES.		
Draga (extracción de material).	0.25	PZA
Almeja.	0.50	PZAS
4.5 PLANTILLA		
Trompa de elefante.	1.00	PZA
Canalón o similar.	2.00	PZA
5.- COLADO DE LOSA DE FONDO.		
5.1 ACERO DE REFUERZO.		
Grúa Hidráulica auto propulsada.	0.50	PZA
Cortadora.	0.25	PZA
Dobladora.	0.25	PZA
Equipo de corte.	0.20	PZA
5.2 CIMBRA.		
5.3 COLOCACIÓN DE CONCRETO.		
Vibrador eléctrico.	1.00	PZA

Vibrador neumático.	1.00	PZA
Canalones o trompa de elefante.	1.00	PZA
Tolva con mezcladora.	1.00	PZA
Aspersores.	1.00	PZA
6.- MUROS ESTRUCTURALES.		
6.1 ACERO DE REFUERZO.		
Cortadora.	0.25	PZA
Dobladora.	0.25	PZA
Equipo de corte.	0.60	PZA
6.2 CIMBRA DESLIZANTE.		
Grúa hidráulica auto propulsada.	0.50	PZA
Compresor 365.	0.34	PZA
Rompedoras.	2.00	PZAS
Equipo de soldadura eléctrica.	1.00	PZA
Equipo de corte.	0.60	PZA
6.3 COLADO DE MUROS.		
Vibrador eléctrico.	1.00	PZA
Vibrador neumático.	1.00	PZA
Tolva y trompa de elefante.	1.00	JUEGO
Aspersores.	1.00	PZA

LINEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

CONTROL DE MANO DE OBRA

FRENTE: _____ INTERTRAMO TIPO: _____

(RESUMEN)

CATEGORIA	BROCALES			M. MLAN			EXCAVACION			PLANTILLA			LOSA FONDO			MURO ESTRUCTURAL			TOTALES					
	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.	REQ.	EXIS.	FALT.			
A)																								
SOBRESTANTE	1.00			0.50			0.79			0.13			0.88			0.71						4.00		
SOBRESTANTE MANIOB.				0.50			0.50															1.00		
CABO	2.00			1.67			0.92			1.25			1.75			1.41						9.00		
OF. ALBAÑIL	4.00			4.00			2.00			4.00			4.00			4.00						22.00		
OF. CARPINTERO	2.00												4.00			4.00						10.00		
OF. FERRERO	2.00			6.00									6.00			2.00						16.00		
OF. PERFORISTA	2.00						4.00									2.00						8.00		
OF. MANIOBRISTA				2.67			2.67									2.66						8.00		
VIRRIDORISTA	1.33												1.33			1.34						4.00		
AYUD. GENERAL	12.00			19.33			3.33			6.00						14.00						64.00		
CADENERO	1.50						1.50						1.50			1.50						6.00		
OF. SOLDADOR				2.00			4.00									2.00						8.00		
OF. PLOMERO																								
OF. TUBERO																								
OP. PLANTA LODOC.				2.00																		2.00		
OP. SISTEMAS							2.00															2.00		
SUMA:	27.83			38.67			23.71			11.38			31.46			21.96						164.00		
B) MAQUINARIA																								
OF. MAQ. MAYOR	0.33			3.34			1.66									0.67						6.00		
OF. MAQ. MENOR				4.00																		4.00		
OP. VEHICULO				4.00																		4.00		
SUMA:	0.33			11.34			1.66						0.00			0.67						14.00		
C) TALLER MECANICO																								
SOBRESTANTE	1.67			1.67			1.67			1.67			1.66			1.66						10.00		
CABO MAEST. MEC.	0.33			0.33			0.33			0.33			0.34			0.34						2.00		
OF. MEC. DIESEL	0.33			0.33			0.33			0.33			0.34			0.34						2.00		
OF. MEC. GASOLINA	0.33			0.33			0.33			0.33			0.34			0.34						2.00		
OF. MEC. DE AIRE	0.33			0.33			0.33			0.33			0.34			0.34						2.00		
OF. ELECTROMECHANICO	0.33			0.33			0.33			0.33			0.34			0.34						2.00		
SUMA:	3.32			3.32			3.32			3.32			3.36			3.36						20.00		
TOTAL:	31.48			53.33			28.69			14.70			36.82			32.99						198.00		

LINEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

EQUIPO MAYOR

FRENTE: _____ INTERTRAMO TIPO: _____

(RESUMEN)

CATEGORIA	BROCALES	M. MILAN	EXC. NUCLEO	LOSA DE FONDO	MURO ESTRU.C.	TOTALES
CARGADOR FRONTAL	0.33	0.33	0.34			1.00
DRAGA LS-108		1.00	1.00			2.00
GRÚA HIDRÁULICA AUTO PROPULSADA		0.50	0.50	0.50	0.50	2.00
COMPRESOR 365	0.33		0.33		0.34	1.00

LINEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

EQUIPO MENOR

FRENTE: _____ INTERTRAMO TIPO: _____

(RESUMEN)

CATEGORIA	BRÓCALES	M. MILAN	EXC NUCLEO	LOSA DE FONDO	MURO ESTRUCC.	TOTALES
CORTADORA	0.25	0.25		0.25	0.25	1.00
SIERRA MEC.	1.00					1.00
VIBRADORES ELÉC.	1.00			1.00	1.00	3.00
BOMBAS LODO		2.00				2.00
DOBLADORA	0.25	0.25		0.25	0.25	1.00
PIPAS		4.00				4.00
TOLVA MEZCLADORA		3.00				3.00
EQ DE CORTE	0.20	0.20	1.20	0.20	1.20	3.00
EQ. GUIADO		1.00				1.00
MALACATES		2.00				2.00
PLANTA DE SOLDAR		1.00	2.00		1.00	4.00
ROMPEDORAS	2.00		2.00		2.00	6.00
ASPERSORES	1.00			1.00	1.00	3.00
VIBRADORES NEUM.	1.00			1.00	1.00	3.00
BOMBAS ELÉCTRICAS 2"			1.00			1.00
BOMBAS PARA PORTA POWER			2.00			2.00
PORTA POWER			2.00			2.00
EQ. TOPOGRAFIA						(LOTS)
ALMEJA			1.00			1.00

LINEA: _____ GERENCIA: _____

GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN

TABLA DE RENDIMIENTO PROMEDIO DE ACTIVIDADES

FRENTE: _____ INTERTRAMO TIPO: _____

CONCEPTO	UNIDAD	VOLUMEN TOTAL	LONGITUD	TOTALES	
BROCALES	ML	2,000.00	2,000.00	10.00	
	EXCAVACIÓN	M3			3,040.00
	ACERO DE REF.	KG			40,100.00
	CONCRETO	M3			1,160.00
MURO MILAN	PZAS	332.00	2,000.00	4.00	
	EXCAVACIÓN	M3			10,560.00
	ACERO DE REF.	KG			513,320.00
	CONCRETO	M3			10,518.00
BOMBEO	M		1,000.00	4.00	
	INSTALACIÓN (POZOS)	PZAS			125.00
EXCAVACIÓN DE NUCLEO	M3	44,590.00	1,000.00	267.54 (6.00 M)	
	EXCAVACIÓN (ETAPAS 6 X 9.10)	M3			267.54
	PLANTILLA Fc=100	M3			1,820.00
LOSA DE FONDO	M		1,000.00	6.00	
	ACERO	KG			340,610.00
	CONCRETO	M3			5,005.00
MURO ESTRUCTURAL	M		2,000.00	6.00	
	ACERO	KG			701,540.00
	CONCRETO	M3			6,580.00

CAPÍTULO IV

MAQUINARIA

CAPITULO IV. MAQUINARIA.

El objetivo de este manual es el de la construcción del metro en la Ciudad de México, para lo cual, es necesario contar con los recursos indispensables que nos permitan desarrollar las funciones necesarias con **Calidad**.

Llamase recursos a los elementos que constituyen la riqueza o la potencia necesaria de una empresa, luego entonces, estamos seguros de que los recursos deben ser de calidad inobjetable.

La maquinaria constituye uno de los recursos más importantes en las obras de construcción, dado que en conjunto con la mano de obra y que es el principal valor, seamos capaces de enfrentar los retos que se presenten, sin importar el grado de dificultad implícito en ellos.

Hablar de maquinaria es hablar de largas horas, por lo extenso e interesante del tema, sin embargo, a continuación se enunciará de manera muy general, aquellos puntos necesarios que se consideren de mayor relevancia para una buena optimización de los activos en este renglón.

La función que desempeña el personal avocado al área de maquinaria, es la de proporcionar a la obra, el equipo indispensable para el desarrollo de sus actividades, estableciendo los esquemas que definan su uso adecuado, óptimo, un buen mantenimiento y una buena rentabilidad.

El equipo para su control, se clasifica en tres grandes tipos a saber: Maquinaria Mayor, Maquinaria Menor y Vehículos.

IV.1 MAQUINARIA MAYOR

Se considerará como maquinaria mayor aquella que reúna las siguientes características:

- * Además que desarrollen su trabajo en forma autónoma y tenga un motor de 50 H. P. o más.

- * Las que requieren de un mantenimiento en base a las horas trabajadas para la mejor conservación de sus conjuntos.

- * Las que tienen un peso mayor de 5 toneladas.

Relación de maquinaria mayor frecuentemente utilizada en las obras del metro.

- 1) Equipo guiado (Casagrande).
- 2) Camión volteo.
- 3) Excavadora sobre orugas.
- 4) Camión grúa.
- 5) Retroexcavadora sobre orugas.
- 6) Retroexcavadora sobre neumáticos.
- 7) Cargador sobre neumáticos.

- 8) Cargador sobre orugas.
- 9) Cargador retro sobre neumáticos.
- 10) Perforadora rotativa autopropulsada.
- 11) Escudo de perforación.
- 12) Compactador autopropulsado Tandem.
- 13) Compactador autopropulsado con neumáticos.
- 14) Compactador mixto.
- 15) Motoconformadora.
- 16) Tractocompactador pata de cabra.
- 17) Martillo vibratorio.
- 18) Martillo piloteador.
- 19) Planta de luz.
- 20) Planta de concreto.
- 21) Planta de cribado.
- 22) Bomba de concreto.
- 23) Malacate.
- 24) Compresor portátil.
- 25) Tractor sobre orugas.
- 25) Grúa Hidráulica.

COMENTARIOS.

- * Existen varios sistemas dentro de la maquinaria como son:

mecánico, eléctrico, hidráulico, neumático y algunas veces se unen formando un sistema entre sí para desarrollar el trabajo para el cual fueron diseñados.

* La mayor parte de la maquinaria mayor utiliza motores accionados por diesel y que son los de mayor potencia y eficacia.

IV.2 MAQUINARIA MENOR.

Se considera como maquinaria menor la que reúne las siguientes características:

- * La que no requiere de un mantenimiento excesivo para su buena conservación.

- * La que no requiere de un operador con experiencia comprobada, para un buen funcionamiento.

- * La que es manuable para su transportación.

Relación de maquinaria menor frecuentemente utilizada en las obras del metro.

- 1) Banda transportadora.
- 2) Bote de arrastre.
- 3) Perforadora neumática.
- 4) Rompedora de pavimento.
- 5) Bailarina neumática.
- 6) Rodillo vibratorio.
- 7) Compactadora de placa.
- 8) Revolvedora de concreto.
- 9) Tolva de agregados.

- 10) Vibrador de gasolina.
- 11) Vibrador de pared.
- 12) Vibrador eléctrico.
- 13) Vibrador neumático.
- 14) Sopleteador de aire.
- 15) Convertidor eléctrico.
- 16) Sierra.
- 17) Grúa camión plataforma.
- 18) Almeja.
- 19) Planta de bentonita.
- 20) Lanzadora de concreto.
- 21) Bomba de gusano.
- 22) Cortadora de block.
- 23) Malacate.
- 24) Montacargas.
- 25) Tarraja.
- 26) Dobladora de varilla.
- 27) Cortadora de varilla.
- 28) Cabeceadora.
- 29) Soldadora.
- 30) Equipó de lubricación.
- 31) Bomba para lodos.

32) Bomba centrífuga.

33) Bomba sumergible.

34) Ventilador túnel.

COMENTARIOS.

* Existen diferentes tipos de maquinaria menor, los cuales están accionados por motores a gasolina, eléctricos, mecánicamente ó por aire (neumáticos).

IV.3 VEHICULOS.

Se considera vehículo toda maquina que reúna las siguientes características:

- * Cuya actividad básica sea la de transporte de personal o de carga.
- * Los que circulen básicamente en las vías públicas.
- * Los que necesitan de un permiso para circular y que son: la calcomanía de la verificación, el engomado de la placa y del pago de la tenencia.

Relación de vehículos frecuentemente utilizados en las obras del metro:

- 1) Automóvil
- 2) Ambulancia.
- 3) Camión para pasaje.
- 4) Camioneta panel.
- 5) Plataforma cama baja.
- 6) Plataforma cama alta.
- 7) Camión de redilas.

- 8) Camión plataforma.
- 9) Pipa para agua.
- 10) Pipa para combustible.
- 11) Camioneta pick-up.
- 12) Camioneta estacas.

Comentarios.

* Existen vehículos de 4, 6 ó más llantas, cerrados completamente o abiertos para el transporte de mano de obra, materiales y de maquinaria ligera o pesada.

* Los vehículos están accionados por motores de diesel o gasolina, dependiendo de las necesidades que tengan que cubrir estos.

COMENTARIOS GENERALES.

- * Toda la maquinaria que cuenta con aditamentos de desgaste como son: cables, balatas, bandas, gatos, mangueras de alta presión, etc., se deberá realizar verificaciones periódicas para evitar un posible accidente.

- * Es importante vigilar las operaciones de la maquinaria ya que se trabaja en condiciones de un alto grado de dificultad, y los operadores no tienen la experiencia suficiente, por lo que se recomienda dar instrucción al operador, así como enseñar los límites operacionales de cada máquina.

- * Algunos operadores desconocen el grado máximo de inclinación para trabajar la pluma de la excavadora y ponen en riesgo la máquina produciendo un accidente fatal.

- * Si se trabaja fuera del límite, el cable de sostén se somete a una tensión que ocasiona rotura inmediata, precipitando la pluma completa.

- * Otro punto importante es el de ponerse de acuerdo con el ingeniero mecánico o civil, para los mantenimientos que se le tengan que realizar a la maquinaria, porque normalmente por necesidades de la obra, el ingeniero civil no permite parar la máquina y esto podría ocasionar un daño mayor.

- * Para cualquier movimiento de la maquinaria que se realice entre los diferentes frentes y tramos, es necesario que se coordine con el departamento de maquinaria, ya que en ocasiones esta ha sufrido descomposturas, ha ocasionado percances y daños a terceros por la negligencia del encargado de la obra..

- * La falta de herramienta y el uso inadecuado de la misma ocasiona pérdidas a la obra y accidentes personales.

- * A la maquinaria en general se le deberá dar el uso adecuado para el que fue diseñado, puesto que se ha utilizado esta misma de una manera incorrecta y por consecuencia ha ocasionado la mayoría de los siniestro y esto repercute en el avance de la obra y en los costos de la misma.

SEGURIDAD.

- * La seguridad del personal del taller mecánico es necesario tenerlo muy en cuenta, puesto que la forma de ser del mecánico, por exceso de confianza y desconocimiento ocasiona la mayoría de los accidentes no previstos. Por tanto enfatizaremos se tenga una doble seguridad para este personal.

- * Es recomendable una orientación al personal de obra, a base de cursos continuos en lo que se refiere a maquinaria, para conocer sus alcances y su capacidad en cuanto a trabajo, ya que existe desconocimiento de las limitaciones de las máquinas y no obtienen el mejor rendimiento de estas, repercutiendo en el avance y en los altos costos de reparación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

CAPITULO V. CONCLUSIONES

De acuerdo con la información recopilada de las especificaciones y del proyecto de construcción de las obras del metro como son las Líneas 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, Línea “A” y “B” se puede destacar los siguientes puntos importantes:

- * Que al realizar este tipo de construcciones se tiene que tomar muy en cuenta la **Calidad** para así evitar fallas, mejor rendimiento, una mayor productividad y así elevar las utilidades para la Empresa en la que estemos prestando nuestros servicios o trabajando.

- * Es muy importante antes de realizar este tipo de construcciones de obras del metro se debe de: planear, organizar y controlar los diversos procedimientos constructivos a lo largo de la obra para así evitar gastos innecesarios que afecten a la utilidad de la empresa al finalizar estas.

- * Este manual ha sido escrito para que las siguientes generaciones de Ingenieros desarrollen sus funciones mas adecuadas y tomen en cuenta los ejemplos que se mencionan aquí, también como situaciones reales de alguna época anterior y que la gente con experiencia corrija a través de los años de construcción los errores que se han presentado y así evitar posteriores fallas.

- * Es también muy importante llevar a cabo todas las indicaciones que se mencionan en las especificaciones y en los planos de construcción de las obras del Metro, tanto al realizar: los brocales, muros milán, excavación de núcleo, muros de acompañamiento y las losas tanto de fondo como las de tapa.

- * Antes de hacer este tipo de construcciones es necesario hacer calas de verificación en el terreno físico, para detectar las posibles instalaciones de: Telmex, compañía de luz y fuerza, hidráulicas y sanitarias, PEMEX y otra que se encuentren, para así desviarlas o protegerlas para no dañarlas y así poder seguir con las actividades de construcción del cajón del metro o esperar que la dependencia a su cargo pueda mover, quitar o desviar estas interferencias

- * Es necesario mencionar que al realizar la excavación de los muros tablestaca o milán, se tiene que hacer un larguillo en el cual se identifiquen el número de estos, para distribuirlos a lo largo del tramo o estación. Esto acarrea un beneficio de conservar un orden en el habilitado, armado y colado de las parrillas para su uso secuencial y así evitar posibles fallas en el procedimiento constructivo y finalmente mantener una correcta secuencia de trabajo en la generación de las estimaciones respectivas.

- * El concreto que se utiliza para el colado de los muros Milán tendrá una suficiente fluidez de revenimiento 18, para que así éste tenga una distribución uniforme en el tablero, su ciclo de colado deberá realizarse de manera pausada para evitar el ahogo del concreto dentro de la trompa, su vaciado será realizado de manera alterno entre cada una de las dos trompas ubicadas en el tablero y así mantener el nivel uniforme a lo largo de éste.

- * Al hacer la excavación de los muros milán es necesario mantener su estabilización con lodo tixotrópico (lodo bentonítico) ya que éste actúa como un gel. El lodo estabilizador debe ser de una suspensión estable de bentonita sodica en agua, debe tener una densidad mayor que la del agua con objeto de que el empuje hidrostático que ejerce sobre las paredes, sea mayor que la de esta. El lodo debe ser vaciado hasta un nivel superior al nivel freático con objeto de generar un gradiente de presión sobre las paredes de la excavación que ayude a detenerlas o mantenerlas estables.

- * La seguridad que se presente en las obras al realizar las actividades de construcción del metro es muy importante, ya que así se evitaría accidentes innecesarios y retrasos de la misma. Al personal de la construcción se le deberán proporcionar todos los aditamentos que sean necesarios para ejecutar todo tipo de actividades. También es necesario mantener en el área de la obra todo tipo de señalamientos restrictivos, para evitar accidentes dentro y fuera de la obra.

- * Es muy importante mantener y conservar una buena limpieza del área de trabajo para elevar los rendimientos y reducir los riesgos.

- * El apuntalamiento de los tableros tablestaca serán fabricados a base de tubería de acero de características determinadas y también de celosía según lo indique el proyecto o especificación, ya que su objetivo es el de ayudar a soportar el empuje del terreno al efectuar el desalojo del material en esa zona.

- * Los muros estructurales de acompañamiento, la losa de fondo, las tabletas prefabricadas y la losa superior son los elementos que conforman el marco total del cajón del metro.

- * Es importante no solo ejecutar la obra de construcción del metro de la Ciudad de México sino también saberla cobrar, ya que experiencias pasadas han dado como resultado de que la obra ya esta en funcionamiento, mientras que el cobro de las estimaciones se han retrasado por diversos motivos innecesarios y que generan discusiones y retraso en los pagos financieros hasta días o meses.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA.

1.- Especificaciones para el proyecto y construcción de las líneas del Metro de la Ciudad de México. Comisión de Vialidad y Transporte Urbano. México 1988 a 1991.

2.- <http://www.ste.df.gob.mx/histoia/tranvias27.html>

3.-<http://www.metro.df.gob.mx/stcmetro/construccion.html>

4.<http://www.df.gob.mx/ciudad/reportaje/metro/index.html>