

24'  
66



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL CRUCE  
DE UN COLECTOR EN UN AVENIDA IMPORTAN-  
TE EN LA CIUDAD DE MEXICO.

## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A:

JUAN RAFAEL FERNANDEZ ZARCO



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

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

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

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

## INDICE

Capítulo	Página
I.-INTRODUCCION.....	1
II.-ANTECEDENTES DEL DESVIO COLECTOR 10.....	4
II.1.-Antecedentes.....	5
II.2.-Causas del Desvío.....	10
II.3.-Descripción del Desvío.....	10
III.-DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS	
CONSTRUCTIVOS.....	21
III.1.-Localización del Tubo Hincado.....	26
III.2.-Caja de Disparo.....	32
III.2.1.-Excavación, Ademe y Apuntala- miento.....	32
III.2.2.-Plantilla.....	38
III.2.3.-Estructura de Atraque.....	38
III.3.-Tubo Hincado.....	40
III.3.1.-Características Generales del Tubo por Hincar.....	40
III.3.2.-Proceso de Hincado.....	42
III.3.3.-Cheques Topográficos.....	56

III.3.4.-Revestimiento Definitivo.....	70
III.4.-Pozos Caja.....	78
III.5.-Relleno.....	81
IV.-COSTOS Y PRESUPUESTO.....	82
V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
 BIBLIOGRAFIA.....	 100

CAPITULO I

**INTRODUCCION**

## CAPITULO I.-INTRODUCCION.

Al ir avanzando la excavación y tendido de tubería a cielo abierto de un Colector, puede llegar a presentarse el caso de tener que cruzar una calle de primera importancia o una Avenida con gran afluencia de tránsito de vehículos en la ciudad de México.

En los cruces, del desvío del Colector 10 con la Av. Dr. Vértiz y con la Av. Lázaro Cárdenas (Eje Central) se presenta esta situación, siendo el cruce con esta última avenida, el que nos servirá como modelo para describir los procedimientos constructivos utilizados en este tipo de obras.

Por lo tanto, con el propósito de evitar la interrupción del tránsito de vehículos que circulan por esta Avenida que forma parte básica en la vialidad de nuestra ciudad, el Colector que se instalara en este sitio no se tendera a cielo abierto, si no que estará constituido por un tubo de acero hincado en el terreno que funcionará como revestimiento primario. Una vez hincado, el revestimiento definitivo lo constituirá un muro de concreto armado, colado en toda el área perimetral interior del tubo de acero.

El presente trabajo, tratará de mostrar uno de los procedimientos más novedosos utilizados en la construcción de colectores que cruzan avenidas importantes en la ciudad de México.

La tesis se dividió, para su desarrollo, como a continuación se indica:

En el capítulo II, se mencionan aspectos importantes de las obras inducidas del Metro, también se dan las carac-

terísticas generales de la línea 9 del Metro y de la cuarta etapa de ampliación; se tratan las causas del desvío del Colector 10, así como la descripción y localización de éste.

El capítulo III, menciona la importancia de los estudios de mecánica de suelos, presenta la localización del tubo hincado y describe los diversos procedimientos constructivos utilizados para lograr el cruce del colector, ayudándonos para ello con varias figuras y con una secuencia fotográfica de los procedimientos y estructuras, además se presentan los chequeos topográficos tomados durante la ejecución del hincado y unas gráficas comparativas de la dirección, real y de proyecto del tubo hincado.

Posteriormente, en el capítulo IV, se muestra el presupuesto y el costo que causó la construcción del tubo hincado.

Finalmente, en el capítulo V, presento mis conclusiones y recomendaciones personales.

CAPITULO II

**ANTECEDENTES DEL DESVIO COLECTOR 10**

## CAPITULO II.-ANTECEDENTES DEL DESVIO COLECTOR 10.

### II.1.-Antecedentes:

El desvío del Colector 10 constituye una obra inducida en la construcción de la línea 9 del Metro, y como definición de obra inducida tenemos: "Conjunto de Actividades Programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan para llevar a cabo la construcción de una obra determinada, en este caso el Metro, las cuales se pueden desarrollar en forma independiente o paralela a la obra".

Entre las instalaciones que pueden representar una interferencia tenemos: predios de propiedad particular, federal o ejidal, instalaciones hidráulicas, instalaciones de alumbrado público, semáforos, energía eléctrica, teléfonos, petróleo, gas, cablevisión, instalaciones ferroviarias, especies vegetales, etc...

La manera para determinar cuando una instalación representa una Obra Inducida en general es la siguiente:

Definido un primer trazo o anteproyecto del Metro se realizan recorridos para verificar aquello que pueda afectar los trabajos, asimismo, se proporcionan estos primeros datos a aquellas Dependencias u Organismos que controlan o puedan intervenir en la solución de las Obras Inducidas, para que sobre los planos del trazo vacíen toda su información y así tener un programa general de los elementos que integran una interferencia.

Conociendo estos datos es factible revisar los anteproyectos con relación a la ruta elegida y realizar una primera evaluación de los alcances económicos de las Obras Inducidas, en su caso se podrán reanalizar los proyectos contemplados para efectuar las modificaciones pertinentes.

El procedimiento que se sigue con las Dependencias y Orga-

nismos es el siguiente:

Una vez conocido el proyecto para la construcción del Metro, se detectan las interferencias a lo largo del trazo y se solicita a cada uno de los organismos la elaboración del proyecto respectivo.

En base al programa de construcción, se generan órdenes de trabajo para el retiro de las interferencias en base a los proyectos ya elaborados.

En general las dificultades que se presentan en la elaboración de los proyectos, es el respetar las especificaciones de los diversos sistemas.

El trazo del Metro, en cualquiera de sus soluciones, encuentra interferencia con las redes hidráulicas existentes que forman parte de la infraestructura de nuestra ciudad.

Las calles o avenidas que presentan mayor continuidad alojan en ellas las tuberías más importantes de la ciudad y con frecuencia coinciden con el trazo de nuevas líneas del Metro. La infraestructura hidráulica se ha trazado preferentemente en camellones o ejes de vialidad y las condiciones del Metro obligan a acupar estos mismos lugares.

Actualmente, el Departamento del Distrito Federal opera tuberías para agua potable en diámetros de 10, 15 y 30 cm.

(4", 6" y 12") en la red secundaria y 50, 91 y 122 cm. (20",

36" y 48") en la red principal. En cuanto al drenaje, los

diámetros comunes son 30, 38 y 45 cm. en atarjeas, 60, 76 y

91 cm. en subcolectores, 107, 122, 152, 183, 213, 244 y 305 cm.

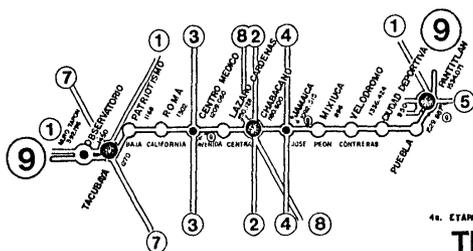
en colectores. Todas éstas, en mayor o menor importancia,

han interferido con las obras de la segunda, tercera y cuarta etapas de ampliación del Metro.

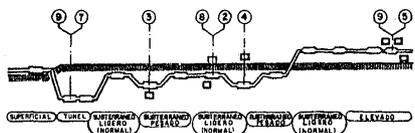
La interferencia de tuberías municipales con el trazo del Metro, puede ser longitudinal o transversal, en nuestro caso

la interferencia del Colector 10 fué longitudinal con el

eje de trazo de la línea 9 del Metro.



4a. ETAPA OBSERVATORIO-PANTITLAN  
**TRAZO**



**PERFIL** FIG. 1

INFORMACION TECNICA			
LONGITUD DE SERVICIO	14,234.614 m	Nº DE ESTACIONES	15
LONGITUD TOTAL	16,460.881 m	DE PASO	7
LONGITUD 4a ETAPA	16,460.881 m	DE TRANSBORDO	6
ENLACE CON LINEA 3	590.000 m		
ENLACE CON LINEA 5	424.000 m		
ENLACE CON LINEA 8	289.000 m		

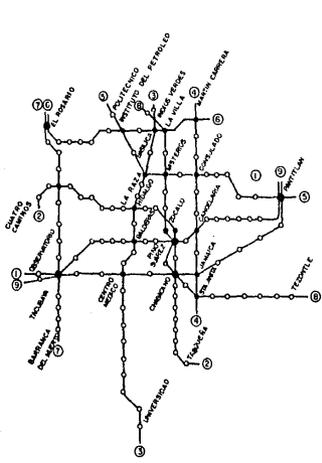
SIMBOLOGIA	
	ESTACION DE PASO
	ESTACION DE TRANSBORDO
	ENLACE
	DISTANCIAS GRAFICAS
	TRIPLE TRANSBORDO

observatorio  
pantitlan  
**LINEA 9**

En la figura 1, podemos observar el trazo y el perfil de la línea 9 del Metro con sus características más importantes y es precisamente entre las estaciones de Centro Médico y Chabacano en donde se localiza el desvío del Colector 10.

El Metro es una obra de infraestructura de considerable magnitud y actualmente es la columna vertebral del transporte colectivo de la ciudad de México. Al finalizar la cuarta etapa la red del sistema de transporte colectivo Metro, contará con una longitud total de 162.497 Km., con una longitud total de servicio de 144.622 Km. y con un total de 144 estaciones, que formarán parte de una cuadrícula citadina que irá cubriendo progresivamente el área urbana de nuestra ciudad; dicha red está contemplada dentro del Plan Maestro del Metro que forma parte del Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal, que es ejecutado a través de la Dirección y Coordinación de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) y cuyo objetivo principal consiste en la implantación de un sistema integral y coordinado de transportación, orientado por una clara política social que garantice la prestación de un servicio eficiente de transporte. Para tal efecto considera la reducción del uso del automóvil, haciendo deseable y posible el uso del transporte colectivo y desalentando el del primero.

En la figura 2, podemos observar la red del sistema Metro hasta la cuarta etapa.



N. DE LINEA	LONGITUD (Km)	N. DE ESTACIONES
1	19.115.064	20
2	23.418.002	24
3	23.600.871	21
4	10.711.998	10
5	13.676.082	13
6	13.947.803	11
7	16.763.645	14
8	20.797.928	18
9	16.460.681	13
<b>TOTAL</b>	<b>162.498.974</b>	
<b>No. TRANSBORDOS</b>	<b>20</b>	

FIG. 2

**SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO**  
**RED DEL SISTEMA HASTA 4a. ETAPA** SEPTIEMBRE 1984

## II.2.-Causas del Desvío:

La principal causa que origino el desvío del Colector 10, fué la interferencia longitudinal en algunas zonas con el cajón de la línea 9 del Metro, pero también debido a que el anterior colector tenía un mal funcionamiento hidráulico (azolves, aumento en la fricción, disminución del gasto), causado por contrapendientes que se formaron por los asentamientos del terreno, estas contrapendientes se determinaron a partir de un levantamiento topográfico para sacar el perfil que tenía el colector en la actualidad. Basandose en las causas anteriores se decidió reubicar el Colector 10 con una pendiente constante y así mejorar su funcionamiento hidráulico.

Hay que hacer mención de que algunos tramos del colector anterior, seguirán funcionando, pero taponado en ciertas partes con objeto de captar las aportaciones de algunas atarjeas y posteriormente descargarlas en el colector que se está reubicando.

## II.3.-Descripción del Desvío:

Con el fin de facilitar la descripción del desvío del Colector 10, lo podemos dividir en tres zonas; cada una de las cuales se localiza en su respectivo plano y siendo las siguientes:

- a) Tramo Centro Médico-Lázaro Cárdenas  
     Subtramo Centro Médico-Dr. Vértiz  
     Plano No. 84-OH-100954-III-3-168P
- b) Estación Lázaro Cárdenas  
     Plano No. 84-OH-100905-III-4-169P

c) Tramo Lázaro Cárdenas-Chabacano  
Subtramo Bustillos-5 de Febrero  
Plano No. 84-OH-100955-III-1-170P

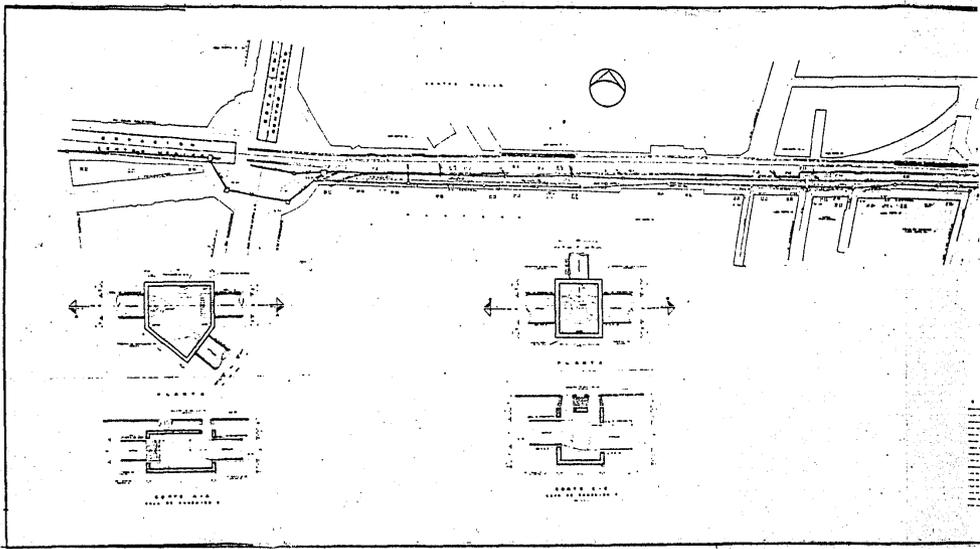
a) Tramo: Centro Médico-Lázaro Cárdenas  
Subtramo: Centro Medico-Dr. Vértiz:

Como es posible observar en el plano 84-OH-100954-III-3-168P anexo, el punto inicial del desvío del Colector 10 se localiza en la Avenida Central a la altura de la Avenida Cuauhtémoc, mediante la Caja de Conexión 3 (C.C.3) la cual, encauza las aguas negras a su nuevo curso por el colector reubicado.

En todo este tramo del desvío el colector se localiza en la Av. Central, el sentido de escurrimiento es de Oeste a Este, el diámetro interior del colector es de 1.52 m y la pendiente es de 0.3 milésimas constante.

A 72.71 m de la C.C.3 sobre la Av. Central, se encuentra la Caja de Conexión 2 (C.C.2) en donde se une al colector 10 el gasto de un colector de 1.07 m de diámetro interior. De la C.C.2 a la Caja de Conexión 4 (C.C.4) localizada en el cruce de la Av. Central y la calle Nicaragua, hay una distancia de 327.36 m y se cuenta con cuatro pozos caja. Siguiendo el sentido de escurrimiento, de la C.C.4 hasta el último pozo caja de este plano hay una distancia de 227.19 m, en el cruce del colector con la Av. Dr. Vértiz se utilizo el procedimiento de tubo hincado, para no suspender o desviar el paso de vehículos, así mismo se cuenta con cinco pozos caja, dos de los cuales constituyen la caja de disparo y la caja de llegada respectivamente, de la tubería hincada.

En resumen, este primer tramo del desvío tiene una longitud de 627.26 m; todos los detalles del desvío del colector 10 y solución de atarjeas en este tramo, se pueden observar en su respectivo plano.





**b) Estación Lázaro Cárdenas:**

Podemos ver en el plano No. 84-OH-100905-III-4-169P, que debido a la Estación Lázaro Cárdenas vamos a tener un desvío por las calles aledañas a la del eje de trazo del Metro línea 9 y es en este tramo en donde vamos a encontrar la zona de cruce del colector 10 con la Av. Lázaro Cárdenas, utilizándose para tal efecto el procedimiento constructivo de Tubo Hincado, con el objeto, de no suspender o desviar el paso de vehículos por dicha Avenida que forma parte básica en la vialidad de nuestra ciudad, es específicamente este cruce el que le da título y tema a la tesis, el cual estudiaremos con detalle en el siguiente capítulo.

Siguiendo el sentido de escurrimiento; del primer pozo caja que aparece en el plano, a 97.93 m hacia el Este encontramos la Caja de Conexión 1 (C.C.1) en donde se conecta al colector 10 un colector de 1.07 m de diámetro interior y hasta aquí el colector trae una pendiente de 0.3 milésimas.

A partir de la C.C.1 la pendiente del colector va a ser de 0.27 milésimas y el diámetro interior sigue siendo de 1.52 m. De la C.C.1 a la Caja de Deflexión 14' (C.D.14') hay una distancia de 146.76 m y el tendido es sobre la Av. Central encontrándose en su recorrido dos pozos caja. Por medio de las Cajas de Deflexión C.D.14' y C.D.13 se cambia el sentido hacia el Sur por la calle de Dr. Barragan, habiendo una separación de 20.14 m entre las dos cajas mencionadas.

Ahora el desvío prosigue por la calle de Dr. Barragan hasta encontrar las Cajas de Deflexión C.D.12 y C.D.11 que nos cambian el sentido hacia el Este por la calle de Dr. Bolaños Cacho; de la C.D.13 a la C.D.12 hay una distancia de 129.40 m y de la C.D.12 a la C.D.11 hay 9.24 m.

El colector sigue por las calles de Dr. Bolaños Cacho y J. Medina (estas calles son continuación una de otra y cambian de nombre al cruzar el Eje Central Lázaro Cárdenas) cambiando de dirección hacia el Norte por la calle E. Granados por medio de las Cajas de Deflexión C.D.8 y C.D.7', de la C.D.11 a la C.D.8 hay una distancia de 256.73 m y en este tramo encontramos el cruce con el Eje Central Lázaro Cárdenas donde se utilizo el procedimiento de hincado ya mencionado, así mismo nos encontramos con cuatro pozos caja, dos de los cuales constituyen la caja de disparo y la caja de llegada, respectivamente situadas a uno y otro lado del Eje Central Lázaro Cárdenas y que forman parte de la tubería hincada. De la C.D.8 a la C.D.7' hay que recorrer 7.19 m para lograr el cambio de dirección.

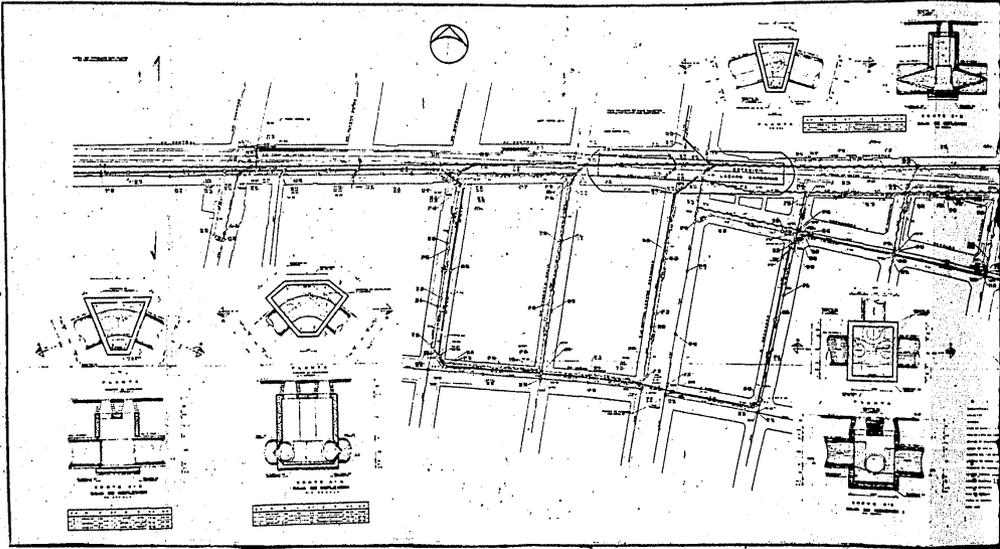
Hacia el Norte por la calle E. Granados sigue su curso el colector hasta encontrar las Cajas de Deflexión C.D.6' y C.D.5 que lo cambian de dirección hacia el Este por la calle de Hernández y Davalos, la distancia que hay entre la C.D.7' y la C.D.6' es de 129.53 y la de C.D.6' y C.D.5 es de 14.30 m.

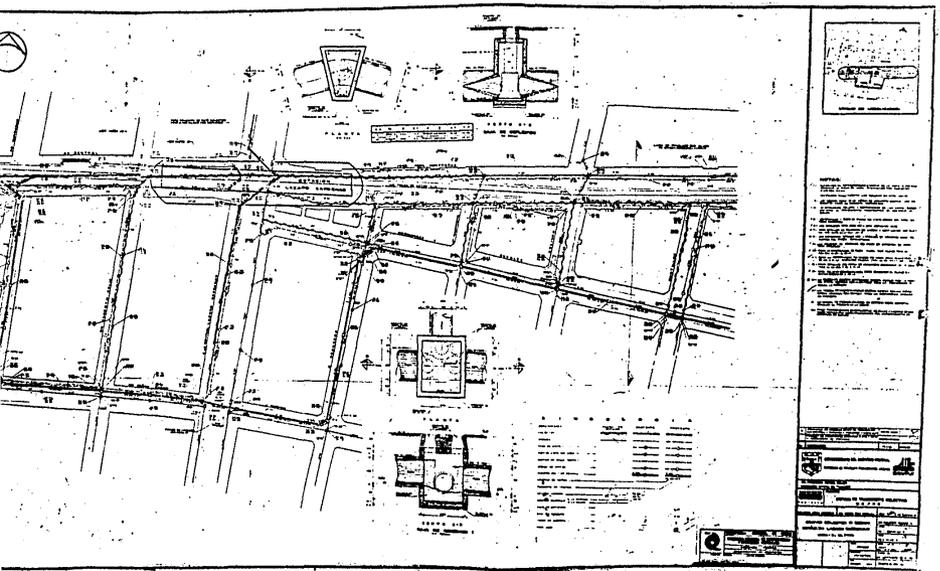
Ahora el desvío prosigue hacia el Este por la calle de Hernández y Davalos deteniendonos en el tercer pozo caja que se encuentra sobre dicha calle, entre las calles de Bolivar y Bustillos (debido a que ahí se encuentra la línea de traslape con el otro plano), la distancia de la C.D.5 al tercer pozo caja es de 191.72 m.

En resumen, este segundo tramo del desvío tiene una longitud de 1002.94 m, todos los detalles del desvío del colector y atarjeas en este tramo, se pueden consultar en el plano correspondiente. Así mismo en este plano se puede observar que sobre la calle de Jose Peón Contreras, a la altura de M. Navarrete, el antiguo colector se dejara fun-

cionando pero taponado hacia el Oeste, con objeto de captar las aportaciones de algunas atarjeas y posteriormente descargarlas en el colector que se está reubicando.

A continuación anexo el plano correspondiente al anterior tramo ya descrito.





c)Tramo: Lázaro Cárdenas-Chabacano

Subtramo: Bustillos-5 de Febrero:

Basandonos en el plano No. 84-OH-100955-III-1-170P la descripción del plano es la siguiente:

Partiendo del pozo caja que se encuentra entre las calles de Bolivar y Bustillos, el desvío del colector 10 prosigue hacia el Este por la calle de Hernández y Davalos hasta llegar a las Cajas de Deflexión C.D.4 y C.D.3 que lo cambian de dirección y de diámetro hacia el Norte por la calle de 5 de Febrero, del pozo caja mencionado a la C.D.4 el colector recorre una distancia de 428,52 m pasando por diez pozos caja, manteniendo una pendiente de 0.27 milésimas y un diámetro interior de 1.52 m.

En la C.D.4 el colector 10 aumenta su diámetro interior a 1.83 m debido a los diferentes gastos que se le vienen sumando al irsele conectando varias atarjeas y colectores en su trayecto.

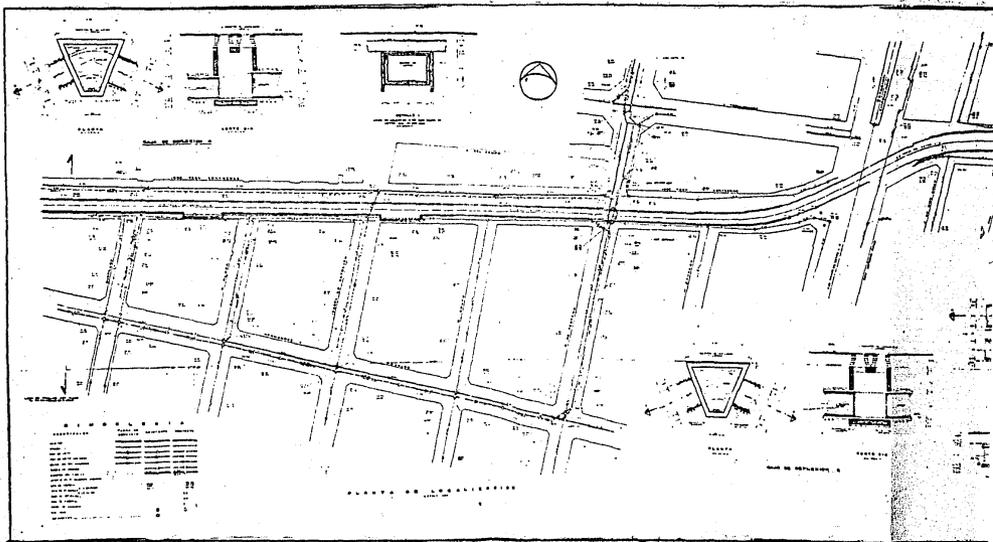
De la C.D.4 a la C.D.3 hay una distancia de 18.31 m manteniéndose ya el diámetro de 1.83 m.

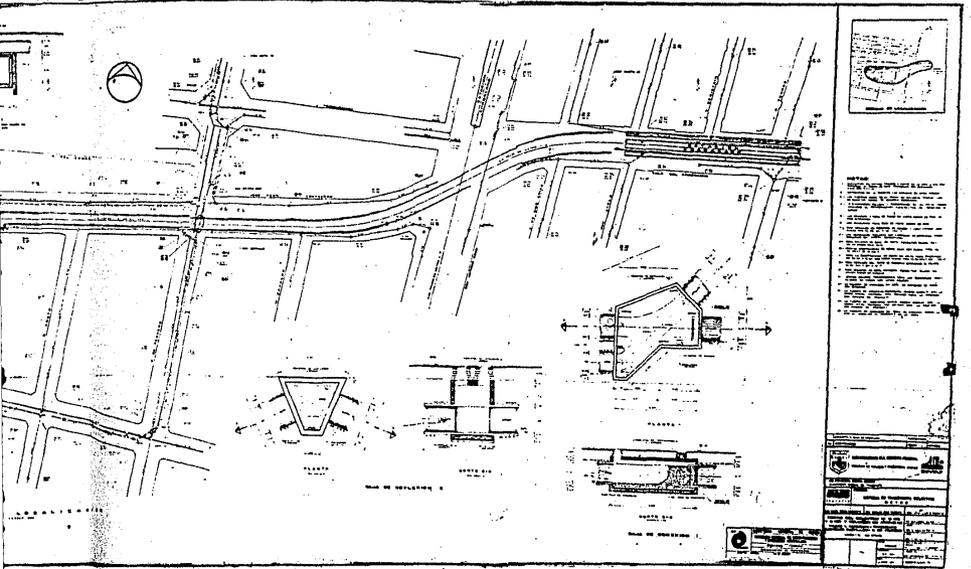
Ahora el colector sigue hacia el Norte por la calle de 5 de Febrero hasta llegar a la Caja de Conexión 1 (C.C.1) localizada en el cruce de 5 de Febrero con la calle J. Torquemada, en donde finaliza el desvío del colector 10. De la C.D.3 a la C.C.1 hay una distancia de 225.25 m, el diámetro interior del colector es de 1.83 m, la pendiente es de 0.27 milésimas y en este tramo hay un cruce del colector con el cajón del Metro, el cual se puede observar en el plano (detalle 1), así mismo en el recorrido de esa distancia se cuenta con tres pozos caja.

También se observa que el antiguo colector sigue funcionando, siguiendo longitudinalmente hacia el Este la calle

de Jose Peón Contreras, teniendo un diámetro interior de 1.52 m hasta llegar a una Caja de Expansión (C.E.) localizada en el cruce de Jose Peón Contreras y 5 de Febrero, donde cambia de dirección hacia el Norte por la calle de 5 de Febrero y aumenta su diámetro interior a 2.13 m hasta llegar a la misma C.C.1 en donde se reúnen el colector antiguo y el desviado.

En resumen, este tercer y último tramo del desvío, tiene una longitud de 672.08 m, todos los detalles del desvío del colector y atarjeas en este tramo se pueden consultar en el plano correspondiente.





- NOTES**
1. ALL DIMENSIONS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
  2. THE CONTRACTOR SHALL BE RESPONSIBLE FOR OBTAINING ALL NECESSARY PERMITS AND APPROVALS FROM THE LOCAL AUTHORITIES.
  3. THE CONTRACTOR SHALL MAINTAIN ACCESS TO ALL ADJACENT PROPERTIES AT ALL TIMES.
  4. THE CONTRACTOR SHALL PROTECT ALL EXISTING UTILITIES AND STRUCTURES.
  5. THE CONTRACTOR SHALL MAINTAIN ADEQUATE DRAINAGE THROUGHOUT THE PROJECT.
  6. THE CONTRACTOR SHALL MAINTAIN ADEQUATE EROSION CONTROL MEASURES.
  7. THE CONTRACTOR SHALL MAINTAIN ADEQUATE SAFETY MEASURES THROUGHOUT THE PROJECT.
  8. THE CONTRACTOR SHALL MAINTAIN ADEQUATE RECORDS OF ALL WORK DONE.
  9. THE CONTRACTOR SHALL MAINTAIN ADEQUATE COMMUNICATIONS WITH THE CLIENT AND LOCAL AUTHORITIES.
  10. THE CONTRACTOR SHALL MAINTAIN ADEQUATE QUALITY CONTROL MEASURES.

PROJECT INFORMATION	
Project Name:	ROAD IMPROVEMENT PROJECT
Client:	MUNICIPALITY OF [LOCATION]
Contract No.:	[CONTRACT NUMBER]
Scale:	1:500
Date:	[DATE]
Drawn by:	[DRAWN BY]
Checked by:	[CHECKED BY]
Approved by:	[APPROVED BY]

Haciendo un resumen total del desvío del Colector 10, constituido básicamente por las tres zonas ya descritas anteriormente, tenemos:

Longitud total del desvío-----		2302.28 m
Conducción con tubería de	$\left\{ \begin{array}{l} 1.52 \text{ m } \emptyset \\ 1.83 \text{ m } \emptyset \end{array} \right.$	1998.59 m
concreto reforzado-----		243.56 m
Conducción con tubería de acero 1.72 m $\emptyset$ revestida de concreto reforzado-----		60.13 m
Pozos Caja-----		34
Cajas de Conexión-----		5
Cajas de Deflexión-----		10

**CAPITULO III**

**DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS**

### CAPITULO III.-DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

Para llevar a cabo el tubo hincado mencionado en los capítulos anteriores, fué necesario aplicar diversos procedimientos de construcción, cada uno de ellos adaptado a las características propias de la obra con el objeto de satisfacer las exigencias de la misma, dentro del marco de limitaciones que se tienen al trabajar en una obra de este tipo.

Antes de empezar a describir los procedimientos constructivos es necesario señalar la importancia que los estudios de mecánica de suelos tienen sobre estos.

Es necesario contar tanto en la etapa de proyecto como durante la ejecución de la obra, con datos firmes, seguros y abundantes respecto al suelo con el que se está tratando. El conjunto de estos datos debe llevar al proyectista a adquirir una concepción razonablemente exacta de las propiedades físicas del suelo que hayan de ser consideradas en su análisis.

En realidad es en el laboratorio de Mecánica de Suelos en donde el proyectista ha de obtener los datos definitivos para su trabajo; primero, al realizar las pruebas de clasificación ubicará en forma correcta la naturaleza del problema que se le presenta y de esta ubicación podrá decidir, como segunda fase, las pruebas más adecuadas que requiere su problema particular, para definir las características de deformación y resistencia a los esfuerzos en el suelo con que haya de laborar.

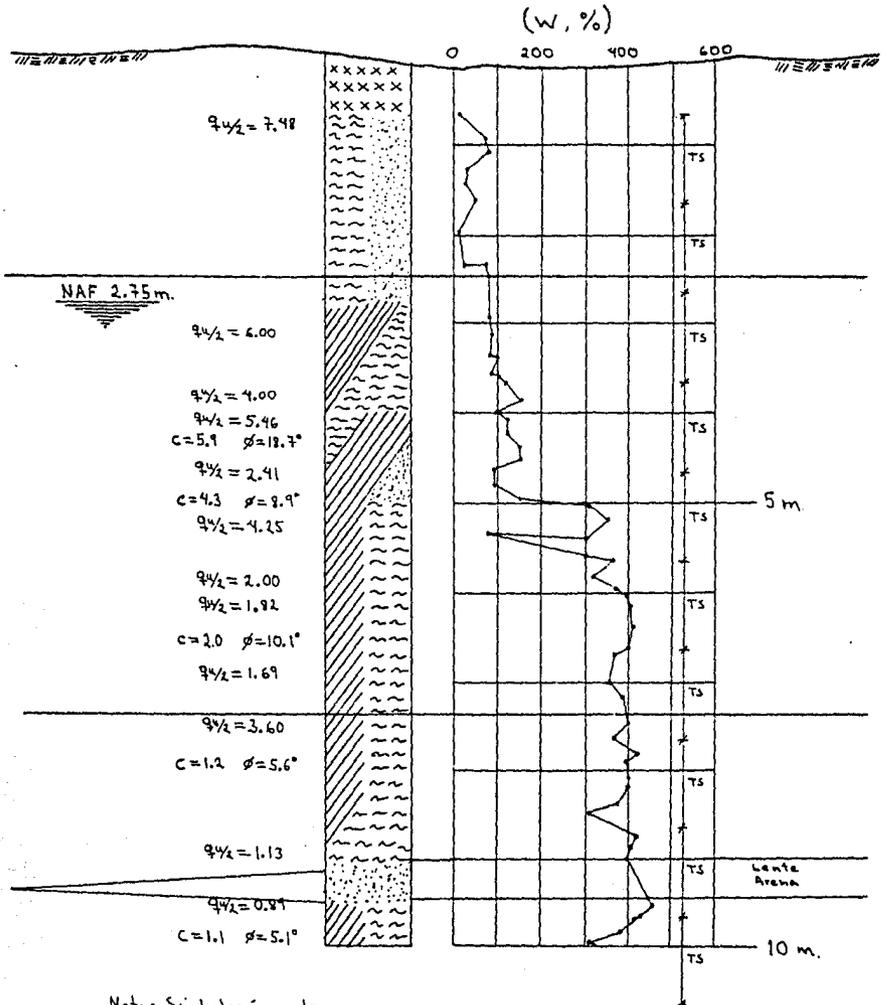
Pero para llegar en el laboratorio a unos resultados razonablemente confiables es preciso cumplir en forma adecuada una etapa previa e imprescindible: la obtención de

las muestras de suelo apropiadas para la realización de las correspondientes pruebas.

De esta manera para el análisis de nuestra obra, se utilizó el sondeo más cercano existente (S9-26), el cual se localiza a un lado del eje en donde va a quedar la Estación Lázaro Cárdenas de la línea 9 del Metro. Este sondeo es de los llamados definitivos, las muestras inalteradas se obtuvieron hincando a presión tubos muestreadores de pared delgada tipo Shelby, estas muestras se sometieron a una serie de pruebas de laboratorio tales como: análisis granulométricos, ensayos en compresión simple, pruebas para determinar los límites de consistencia, ensayos de compresión triaxial-rápida, etc...

Es así como a partir del sondeo S9-26, se obtuvo el perfil estratigráfico siguiente y dado las características de nuestra obra solo es necesario parte del perfil, de ahí que solo lo ponga hasta una profundidad media de 10 m.

PERFIL S9-26

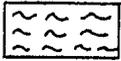


Nota: Simbología en la siguiente hoja.

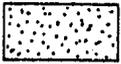
## Simbología:



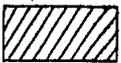
Material de Relleno



Limo



Arena



Arcilla

TS - Tubo Shelby.

W - Contenido de Agua [%]

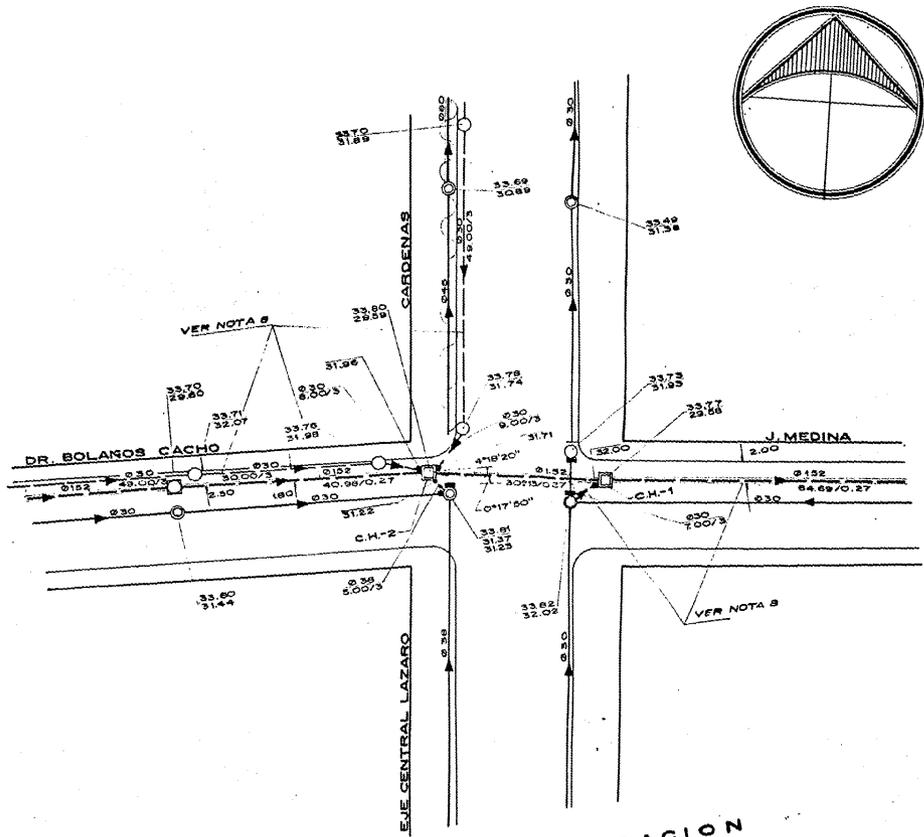
$q_u$  - Resistencia a la Compresión Simple

$q_{u/2}$  - Cohesión [ $\text{Ton}/\text{m}^2$ ]

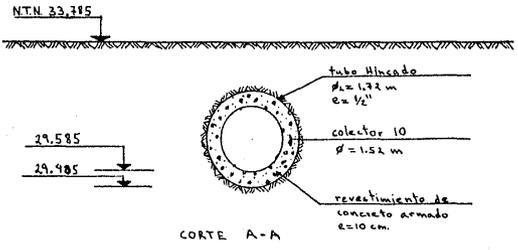
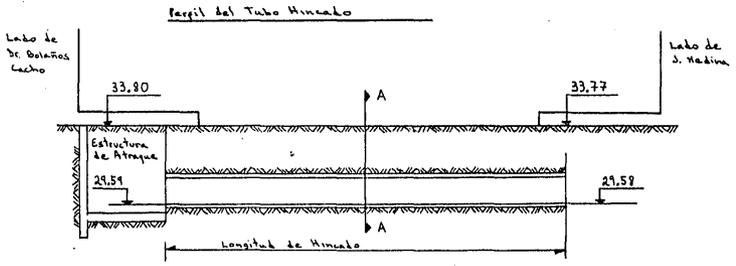
C - Cohesión [ $\text{Ton}/\text{m}^2$ ]

$\phi$  - Angulo de Fricción



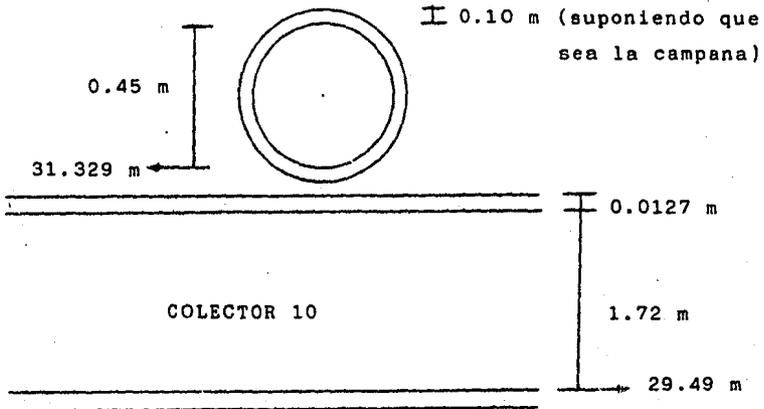


PLANTA DE LOCALIZACION  
 ESC. 1: 500



dibujo esquemático

Antes de empezar a construir la caja de disparo se realizó un levantamiento físico de las posibles interferencias con el colector en el cruce mencionado (figura 3), estas pueden ser líneas de alumbrado de alta tensión, atarjeas, tuberías de agua potable, ductos de semáforos y teléfonos, con el objeto de prever una solución ante una posible interferencia y así no atrasar el programa de la obra. Como se puede ver en la figura 3, el nivel más bajo es el de la atarjea de 0.45 m de diámetro y comparandolo con los niveles del colector tenemos:



Colector	Atarjea	Diferencia
29.4900	31.329	31.2290
+ 1.7200	<u>0.100</u>	<u>31.2227</u>
<u>0.0127</u>	31.229	0.0063 m
31.2227		

Por lo tanto no se interceptan y se libran por 6.3 mm, hay que hacer notar que estó es el resultado teórico, basandonos en los niveles del levantamiento físico y que al estar hincando la tubería es cuando uno se da cuenta de que sí en verdad no hay obstáculos.

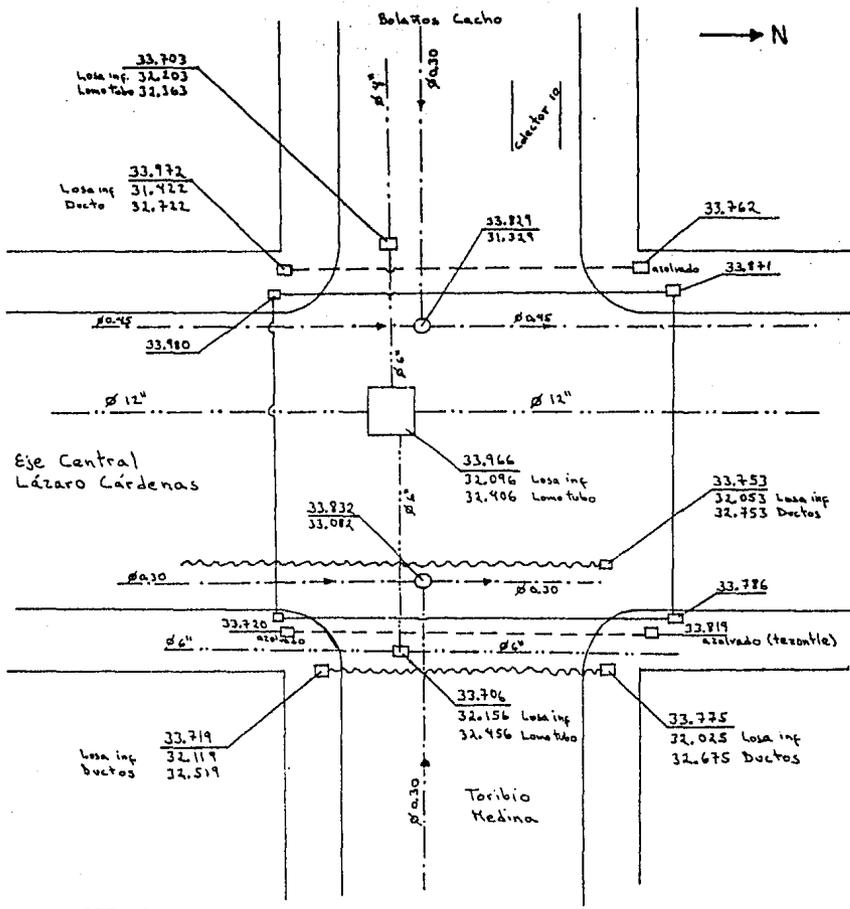


FIG. 3

Croquis de Localización de interferencias del Colector 10 en el cruce de Lázaro Cárdenas y Bolaños Cacho. Los niveles son reales (Campo).

- Simbología:
- Líneas de alumbrado A.T.
  - - - - - Atarjea
  - ... Agua potable
  - Semaforo
  - ~~~~~ Tel - Méx
  - ← Cota T. N.
  - Cota plantilla (Arra Hid)
  - Cota lomo tubo o ductos.

### III.2.-Caja de Disparo:

Para poder llevar a cabo la instalación de la tubería, es necesario construir una caja de disparo, es decir, una caja en donde se bajaran y colocarán en posición los tramos de tubo para ser hincados y que a su vez contiene y sirve como estructura de atraque.

A continuación se describen los procedimientos que se emplearán para la construcción de dicha caja:

#### III.2.1.-Excavación, Ademe y Apuntalamiento:

La excavación y construcción de la caja de disparo, cuya ubicación y características geométricas se muestran en las figuras 4 y 5, se realizó a cielo abierto, con una estructura de protección perimetral que sirvió como elemento de contención. Dicha estructura requirió el uso de los elementos enumerados a continuación:

- 1.-Viguetas de acero IPR hincadas en el terreno, de 8" X 4" con peso de 19.4 Kg/ml y de 7.5 m de longitud.
- 2.-Tupido de tabloncillos de 2" de espesor.
- 3.-Largueros de madera de 6" X 6".
- 4.-Vigas madres de acero IPR de 8" X 4" con peso de 19.4 Kg/ml.

Una vez que se ha definido en el sitio, el área por excavar se procede a demoler el pavimento con martillos neumáticos y se lleva a cabo una excavación a mano hasta una profundidad de 1.5 m con respecto al nivel del terreno, con la finalidad de detectar la existencia de instalaciones municipales y proporcionarles la protección más adecuada para evitar posibles daños.

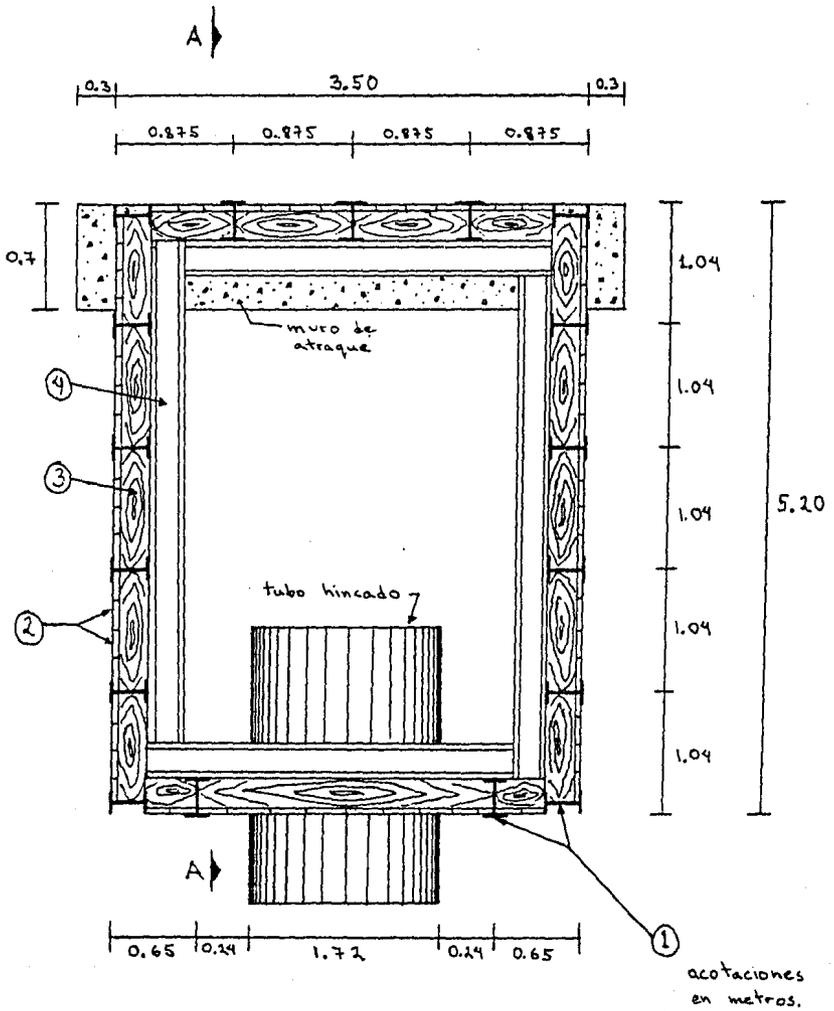
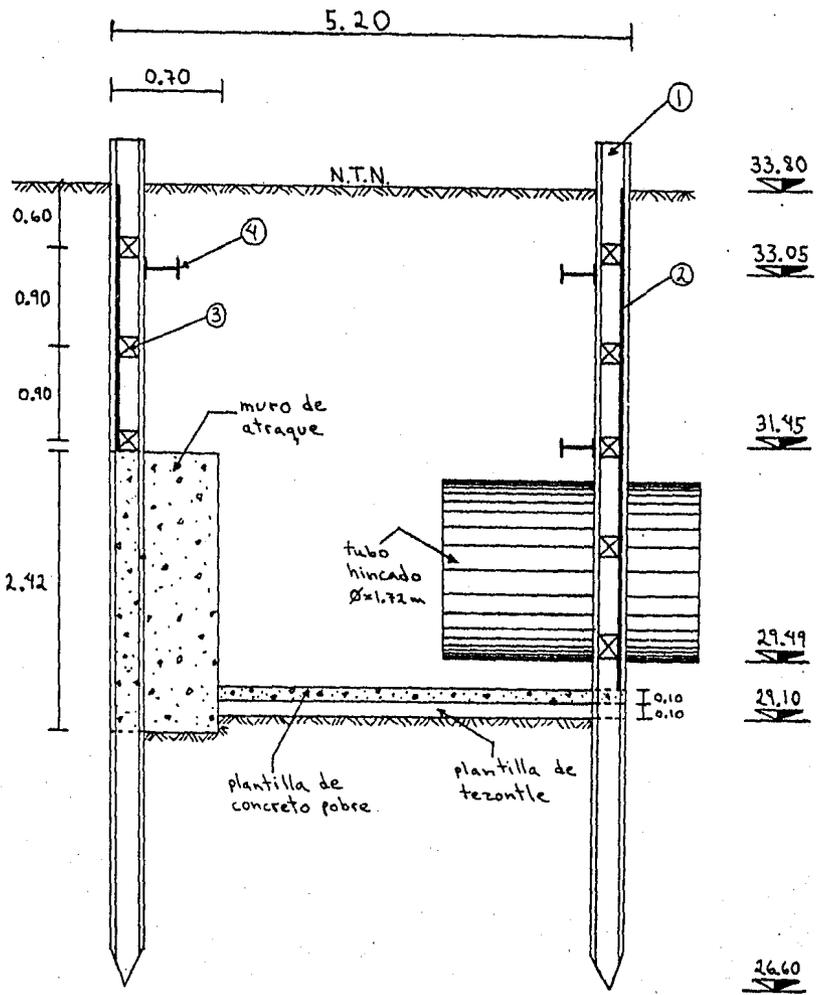


FIGURA 4



acotaciones y elevaciones en metros.

FIGURA 5

A continuación la excavación puede realizarse por medios mecánicos, pero en este caso, toda ella se realizó a mano. Al llegar a los 2.5 m de profundidad se procedió a realizar el hincado de las viguetas de acero IPR de 8"x4" hasta una profundidad aproximada de 2.5 m por abajo de la máxima profundidad de excavación. La separación entre dichas viguetas se puede observar en la figura 4.

El hincado de las viguetas se realizó por medio de una grúa Link Belt Speeder LS-68, que sostiene un martillo de peso y resistencia suficientes para producir el efecto de clavar las viguetas en el terreno mediante el repetido golpeo del extremo superior de las viguetas.

Para un buen hincado es necesario tener señalada la localización de las viguetas y controlar su verticalidad mediante plomadas, así mismo para facilitar la introducción en el terreno, se debe aguzar el extremo inferior de las viguetas.

Puede llegar a presentarse el caso de que existan estratos de materiales que ofrescan una resistencia considerable durante el proceso de hincado de las viguetas, cuando esto suceda se deberán hacer perforaciones previas de 10 cm de diámetro en los sitios señalados para el hincado y a una profundidad suficiente para realizar dicho hincado.

Habiendo terminado de hincar todas las viguetas, se continuo con la excavación a mano en toda el área hasta alcanzar la profundidad de proyecto, teniendo presente que conforme se avanza en dicha excavación se fueron colocando los tablonces de 2" y los largueros de 6"x6" que conforman el ademe entre las viguetas hincadas con anterioridad; los largueros fueron instalados con separaciones de 0.90 m entre ejes.

Las vigas mdrinas se colocan inmediatamente despues de

que su punto de aplicación quede al descubierto, dichas vigas se colocan en todo el perímetro de la excavación, de tal manera que formen marcos de contención, tal como se aprecia en la figura 4.

Además es necesario revisar que exista el debido contacto entre las vigas mdrinas mediante soldadura para conformar los marcos de contención, así mismo entre las vigas hincadas y las vigas mdrinas para que trabaje efectivamente el sistema.

Por otro lado, se encontró el nivel de aguas freáticas NAF aproximadamente a los 2.80 m de profundidad y el agua tuvo que ser controlada y extraída por medio de un pequeño carcamo de bombeo colocado en una esquina de la caja y una bomba eléctrica sumergible de 2" (Foto 1), con el objeto de trabajar sobre una superficie seca.

Así mismo, el material producto de la excavación fué cargado mecánicamente en camiones de volteo que lo evacuaban en el sitio designado como tiro.

En las Fotos 1 y 2 podemos observar el proceso de excavación que se realizó manualmente.

FOTO 1

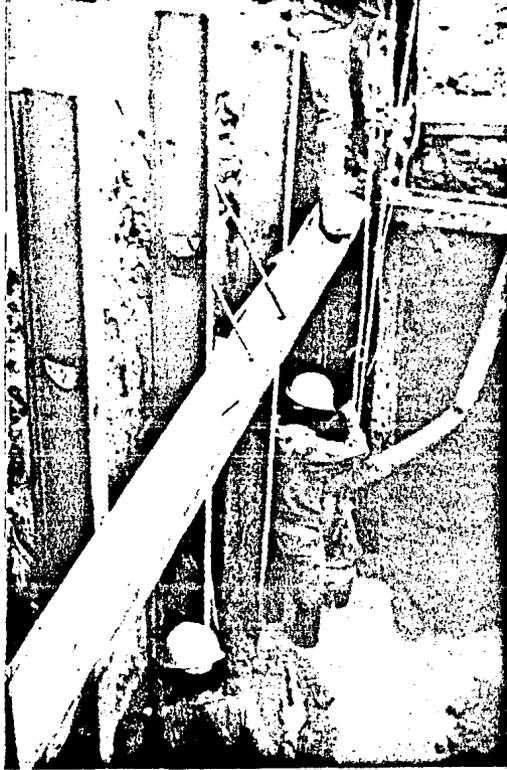


FOTO 2



### III.2.2.-Plantilla:

Una vez que ha sido alcanzada la profundidad de excavación, se procede al afine de está y se coloca una capa de 10 cm de tezontle, con el objeto de proteger del agua el colado de la plantilla, quedando dentro de está capa el pequeño carcamo de bombeo. Inmediatamente despues se hace el colado de la plantilla de concreto pobre de 10 cm de espesor (Figura 5), habiendo dejado previamente las preparaciones necesarias para el armado, cimbrado y colado del muro de atraque.

### III.2.3.-Estructura de Atraque:

Está constituida por un muro de concreto armado, como se puede observar en las figuras 4 y 5, el muro será colado de manera que las vigas hincadas, ubicadas en el respaldo, queden ahogadas en el concreto y formando en conjunto una estructura monolítica.

El armado está constituido por varilla de acero de 3/4", colocada centro a centro a cada 20 cm en ambos sentidos, formando parrillas (Foto 3).

Despues de colocar el armado y la cimbra del muro, se procedió a colarlo con concreto premezclado con las siguientes características:

$$f'c = 250 \text{ Kg/cm.}^2$$

$$T.M.A. = 3/4''$$

$$\text{Revenimiento} = 14 \text{ cm.}$$

Tipo= RR (resistencia rápida 3-7 días)

$$\text{Volumen} = 7 \text{ m.}^3$$

Es importante que en el colado se vaya vibrando el concreto por capas, con el objeto de compactarlo. Una vez que el

muro haya alcanzado la resistencia especificada, se procederá a realizar el hincado de la tubería de acero.



FOTO 3.-Armado y cimbrado del muro de atraque.

### III.3.-Tubo Hincado:

Con el propósito de evitar la interrupción del tránsito de vehículos que circulan por esta zona, el colector que se instalara en este sitio estará constituido por un tubo de acero hincado en el terreno de 1.72 m de diámetro interior, que funcionará como revestimiento provisional. Una vez hincado se colará en su interior la tubería de 1.52 m de diámetro.

El hincado se realizará a una profundidad tal, que una vez colado en su interior el revestimiento definitivo de 10 cm de espesor, se cumplan los niveles de proyecto.

#### III.3.1.-Características Generales del Tubo por Hincar:

El tubo por hincar será de acero A-36 con un diámetro interior de 1.72 m y un espesor de 12.700 mm. (1/2").

La tubería se hincará en tramos de longitud variable, los cuales deberán tener en su interior atiesadores constituidos por una solera de acero de 3"x1/2" y dos ángulos de 2"x2" cuya disposición y separación se indican en la figura 6.

El primer tramo por hincar deberá llevar en el frente, en todo su perímetro exterior una placa de acero soldada de 25 cm. de ancho y 25.4 mm. (1") de espesor tal como se muestra en la figura 6.

Todos los tubos subsecuentes llevarán en el frente en todo su perímetro interior, una placa de acero de 12.7 mm. (1/2") de espesor que servirá de guía para que estos embonen sin holgura en los tramos ya hincados, como se puede observar en la figura 6, la unión definitiva de los tramos se efectuara por medio de soldadura, una vez que se hayan hincado la totalidad de los tubos.



Todos los tramos de tubería por hincar deberán ser cubiertos en su área exterior con tres capas de pintura anticorrosiva.

Con el fin de disminuir la fricción que se genera durante el hincado, todos los tubos antes de hincarse, deberán cubrirse con una capa de grasa en toda su área perimetral exterior o en caso de que sea necesario se inyectara lodo bentonítico.

### III.3.2.-Proceso de Hincado:

Ya habiéndose obtenido la resistencia del muro de concreto y de la losa de fondo, se procedió a bajar a la caja de disparo, la estructura de atraque para los gatos formada por un conjunto de viguetas I-12" livianas dispuestas en la forma en que se indica en la figura 7, está estructura se soldó al muro de concreto, donde previamente se dejarón ahogadas unas placas de acero para soldar y fijar la estructura, la cual transmitira el empuje de los gatos al muro de atraque.

Luego se bajo la mesa que mantiene en posición los gatos y se soldó a las viguetas que conforman el ademe, estas dos estructuras se pusieron centradas en base al eje del tubo que se va a hincar, previamente establecido por los topógrafos.

El hincado se realizara por medio de dos gatos hidráulicos con capacidad de 150 Toneladas y carrera de 0.90 m cada uno. Estos gatos empujaran a los tubos a través de una estructura metálica integrada por viguetas de acero I-12" livianas soldadas a dos placas circulares de 25.4 mm. (1") de espesor, según se presenta esquemáticamente en la figura 8.

# Estructura de Atrache

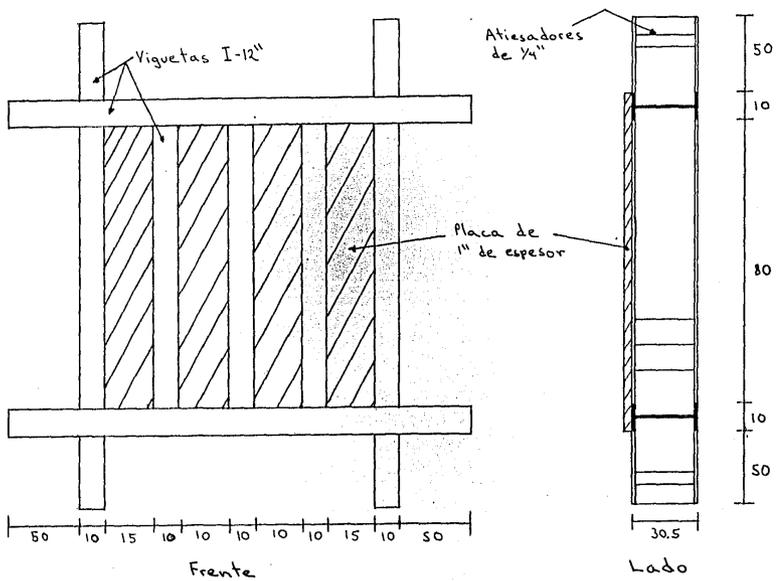


FIGURA 7

acotaciones en cm.

Estrella de Acero

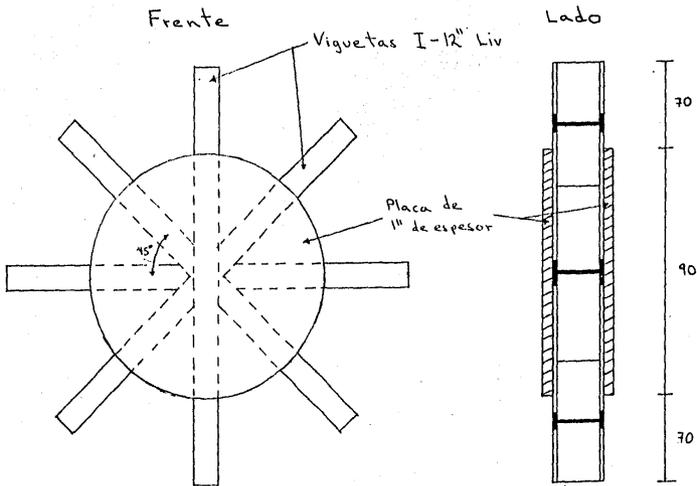


FIGURA 8

Todas estas estructuras, incluyendo los tramos de tubo, se bajarán a la caja de disparo por medio de un brazo denominado Hiab que funciona por medio de gatos hidráulicos y que está montado sobre un camión.

En el nivel de la calle se colocó un malacate y una pluma para malacate con objeto de subir o bajar el material que se extraiga o que se utilice.

Se hizo una guía sobre el terreno para hincar el primer tubo con la ayuda de barretas. Se bajo y colocó el primer tramo de tubo apoyandolo sobre una cama de polines de madera capaz de mantenerlo en posición durante el hincado y se engraso en toda su área exterior para facilitar el hincado. Dado que la carrera de los gatos no es suficiente para hincar la totalidad del tubo, se fabricarán troqueles de diferentes tamaños para que funcionen como extensiones para poder hincar el tubo y así no tener que mover la estructura de atraque. (Ver secuencia de fotos).

Una vez que el primer tubo se encuentra en contacto con el terreno y los gatos esten en su posición definitiva, se coloca la estructura circular que empuja al tubo, así como los troqueles y se inicia el hincado accionando hacia adelante los gatos.

La carrera de los gatos deberá ser controlada con la finalidad de garantizar la correcta dirección de los tubos y la transmisión uniforme de las fuerzas, por ello es necesario revisar constantemente durante este proceso la dirección y pendiente del tubo hincado, como podremos ver más adelante en los chequeos topográficos.

Hay que señalar que la estructura circular no está fija, para poder darle dirección al tubo, ya que está se mueve por medio del brazo Hiab que la sostiene.

Habiendo logrado un avance de 0.90 m de longitud (carrera de los gatos), se retroceden totalmente los gatos para hacer cambio de troqueles, colocando unos más grandes y poder seguir hincando el tubo.

Al concluir cada avance se procederá a retirar el material alojado en el interior del tubo por medios manuales y se izará afuera de la caja con la ayuda del malacate.

Terminado el hincado del primer tubo, se procederá a la colocación del tramo siguiente, repitiendo para éste el mismo proceso de hincado descrito para el primero y así se hará en todos los tramos subsecuentes.

A continuación enumero los tramos de tubo que se fuerón hincando en forma secuencial, con sus respectivas longitudes, haciendo mención de los problemas más importantes que se presentarán durante el hincado de estos:

Tubo 1-----1.58 m

Tubo 2-----1.83 m

Tubo 3-----1.59 m

Tubo 4-----1.67 m

Tubo 5-----1.90 m

Tubo 6-----1.66 m

Tubo 7-----1.81 m

Tubo 8-----1.70 m

Tubo 9-----1.92 m

Tubo 10-----1.63 m

Tubo 11-----1.90 m

Tubo 12-----1.70 m

Tubo 13-----1.83 m

Tubo 14-----1.76 m

Tubo 15-----1.90 m

Tubo 16-----1.58 m

Tubo 17-----1.75 m

Tubo 18-----1.75 m

Despues de hincar el primer tubo, se deshizo la cama de madera, optandose por poner unas viguetas que funcionarán como un riel de guía, así mismo se checo cuidadosamente la dirección y pendiente del primer tubo, ya que esté va ha servir como guía para los demás tubos.

Al hincar el segundo tubo se siguió encontrando material duro, para lo cual se tuvieron que meter trabajadores adentro del tubo, para que le fuerán haciendo camino al tubo con picos y palas y así facilitar el hincado, así mismo, para facilitar el paleo y la maniobrabilidad al ir sacando el material producto de la excavación, se tuvieron que ir cortando los atiesadores (ángulos de 2"x2"), despues de hincarse cada tubo.

Al estar hincando el tubo 3, se encontro una interferencia de 8 cm con la atarjea de  $\emptyset=45$  cm, que ya habíamos analizado con anterioridad en el subíndice III.1, y que teóricamente libraríamos, sin embargo, esté nos indica que la atarjea se acentó. Para resolver la intersección solo había una solución inmediata para no parar la obra y fué la de taponar la entrada a ese tramo de atarjea, mediante costales de arena en el pozo de visita más cercano, así el flujo del agua se desvió hacia otro brazo de la atarjea, aunque trabajaría en contrapendiente en un tramo hasta llegar a otro pozo, cabe mencionar que está solución fué provisional y que posteriormente se analizaría su solución definitiva. También, se metio iluminación dentro del tubo hincado para facilitar las maniobras adentro de esté.

Despues de hincar el tubo 7 se siguió encontrando material muy duro, obtandose por sustituir el pico por martillos neumáticos y así aumentar el rendimiento y cumplir el programa de obra.

Se continuo hincando los tubos con el procedimiento descrito anteriormente, hasta llegar al tubo 18 y último, ya para entonces se había hecho una excavación por medios, manuales, del otro lado en la calle de J. Medina donde va a llegar el tubo, con el objeto de hacer un carcamo de bombeo y captar las filtraciones de agua de ese lado para facilitar el colado y lanzado de concreto que constituirá el revestimiento definitivo del tubo hincado.

Enseguida presento una secuencia fotográfica del proceso de hincado descrito anteriormente:

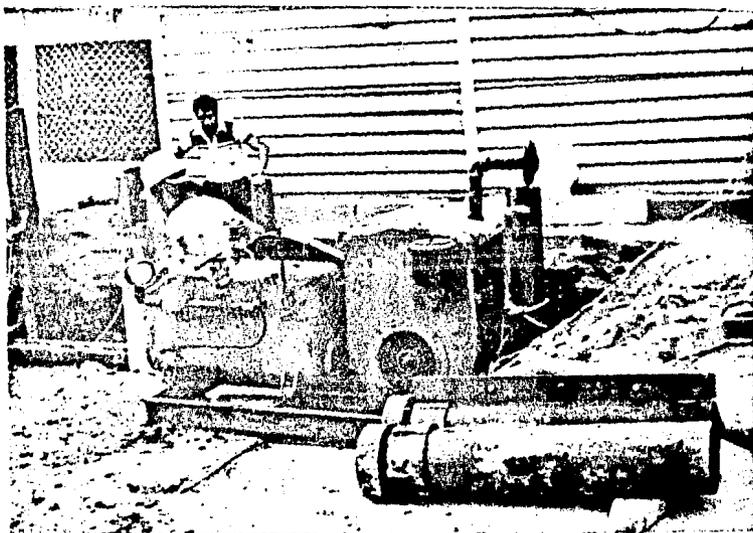


FOTO 4.-Gatos hidráulicos Rodgers Hidraulic Inc. de 150 Ton. con su correspondiente bomba hidráulica con motor de gasolina.

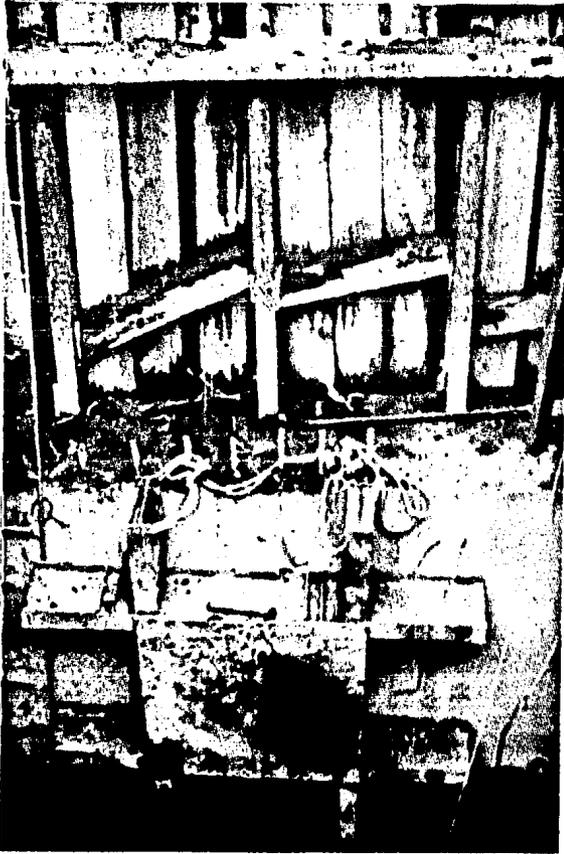


FOTO 5.-Estructura de atraque para los gatos, muro de concreto armado y parte del ademe de la caja.

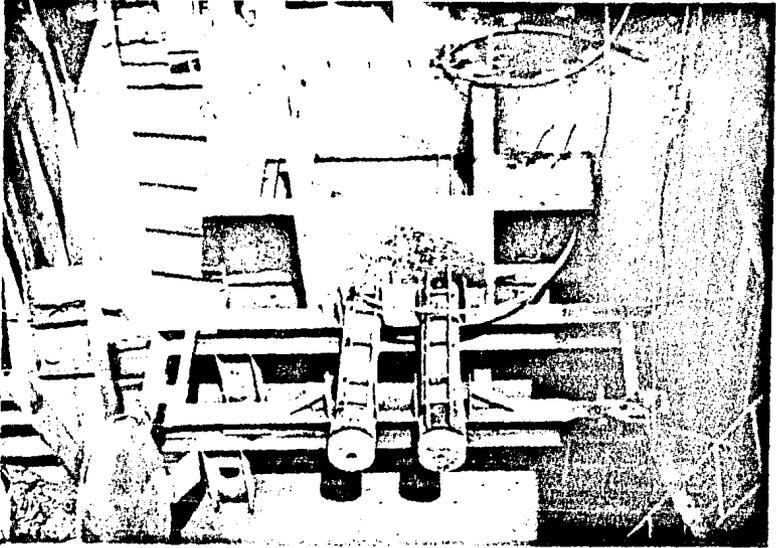


FOTO 6.-Conjunto de atraque para el hincado, compuesto por muro de concreto, estructura de atraque metálica, mesa para soporte y fijación de los gatos y gatos hidráulicos.

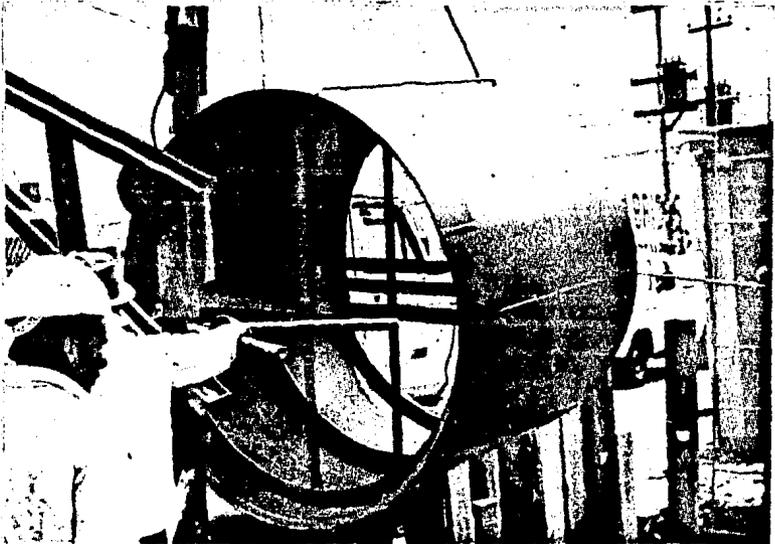


FOTO 7.-Descenso del primer tramo de tubo.

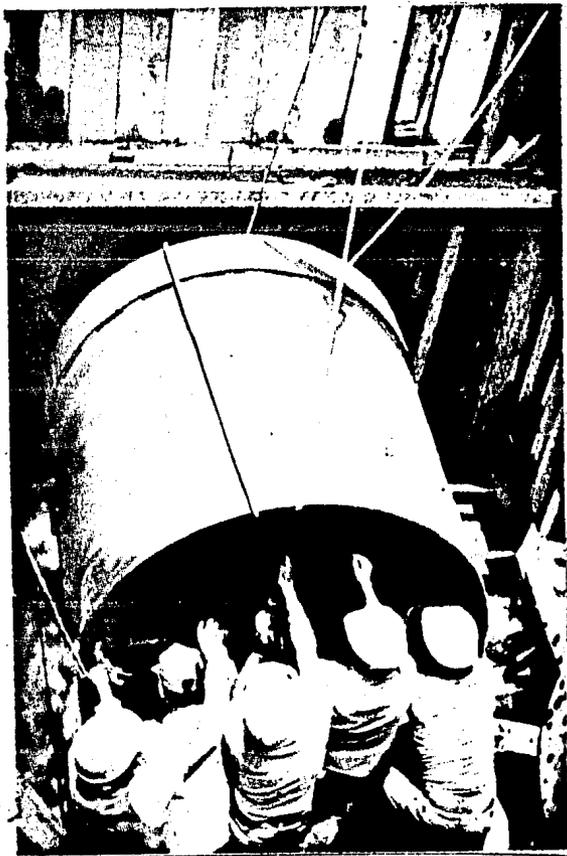


FOTO 8.-Colocación en posición del primer tramo de tubo.

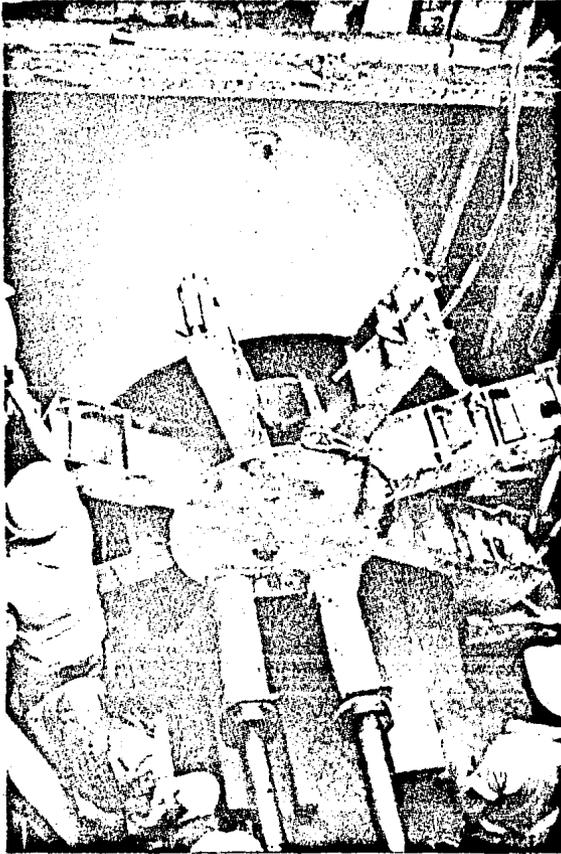


FOTO 9.-Colocación en posición de la estrella metálica y troqueles para el hincado.

FOTO 10.-Hincado del primer tubo.

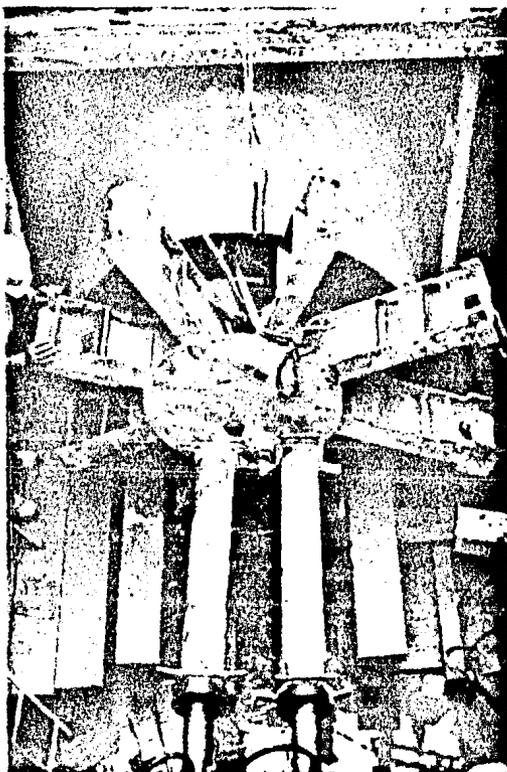
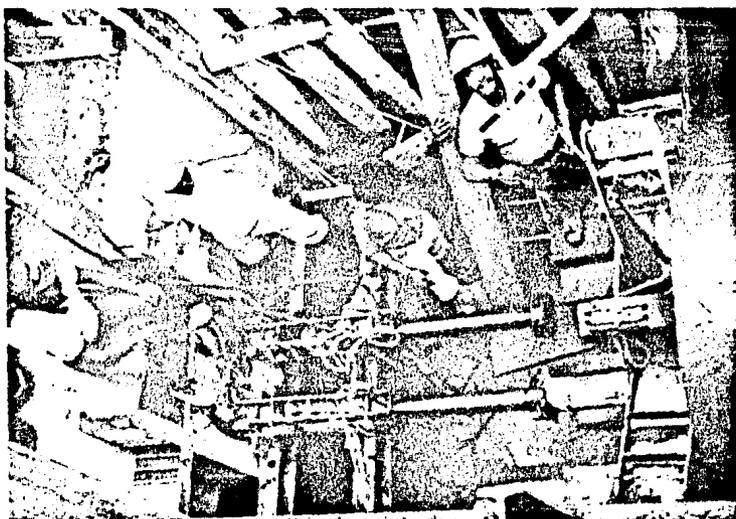


FOTO 11.-Conjunto que ilustra el hincado de los tubos.



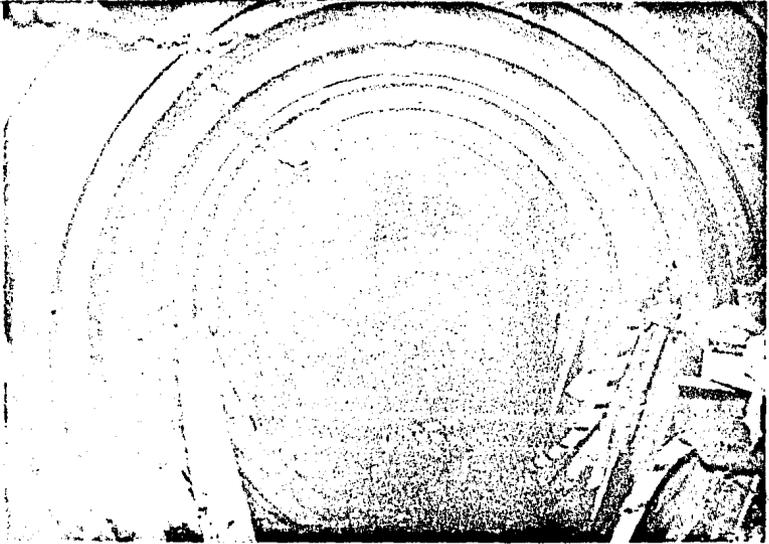


FOTO 12.-Vista del frente de ataque en el interior del tubo hincado.

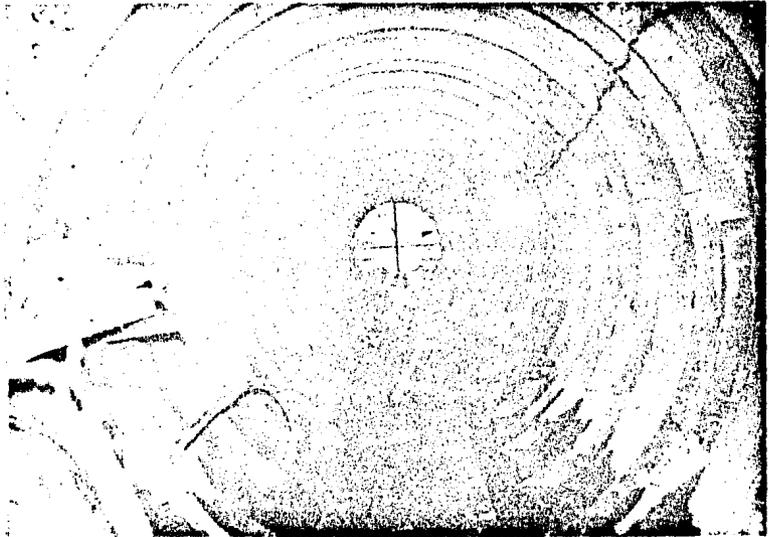


FOTO 13.-Vista interior del tubo hincado hacia la caja de disparo.

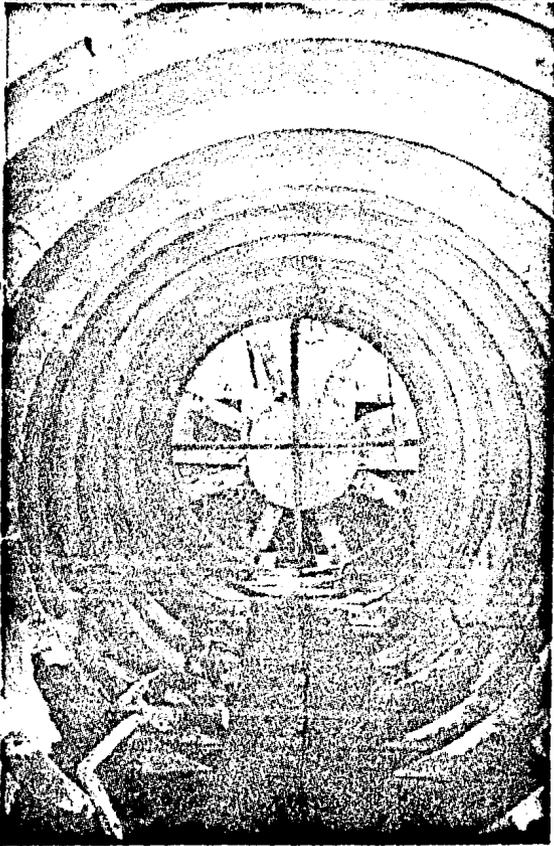


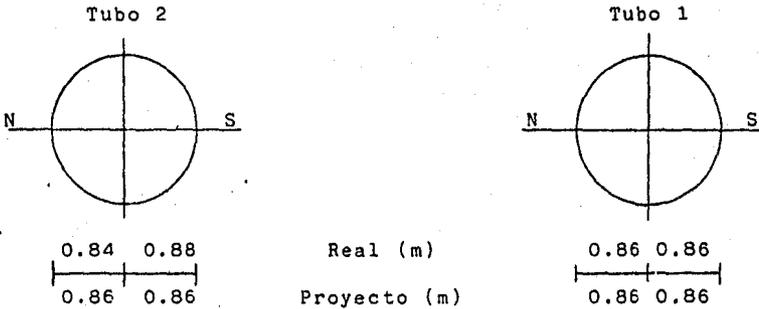
FOTO 14.-Vista interior del tubo hincado hacia la caja de disparo, donde se puede ver la estrella metálica.

### III.3.3.-Chequeos Topográficos:

Durante el proceso de hincado deberá vigilarse rigurosamente que tanto la dirección como la pendiente de la tubería instalada, sean las indicadas por el proyecto hidráulico, esté se lleva a cabo mediante chequeos topográficos practicados con regularidad.

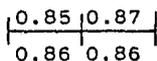
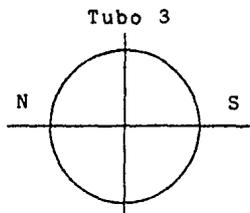
De esta manera, presento a continuación los reportes de topografía, clasificados por fechas y tramos de tubos, que nos ilustran posteriormente en graficas la planta y el perfil del tubo hincado, tanto en proyecto como en la realidad para compararlos:

\*\*Reporte 20 Junio 85:

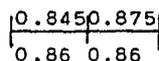
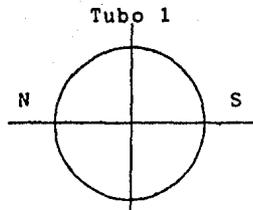


Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.489	29.50	+ 0.011
Tubo 2	29.490	29.50	+ 0.010

## \*\*Reporte 21 Junio 85:



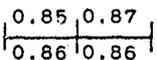
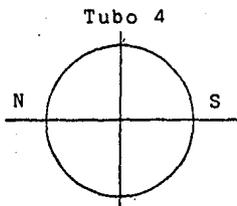
Real (m)  
Proyecto (m)



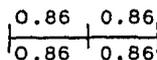
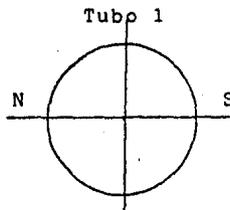
Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.488	29.510	+ 0.022
Tubo 3	29.490	29.496	+ 0.006

(Ver Gráfica 1)

## \*\*Reporte 22 Junio 85:



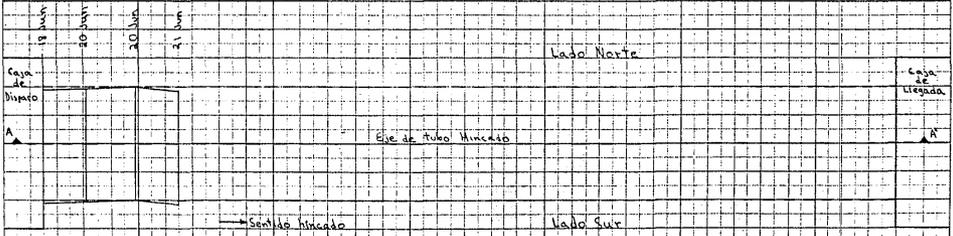
Real (m)  
Proyecto (m)



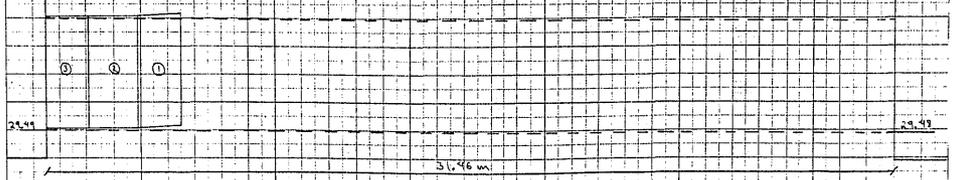
Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.488	29.51	+ 0.022
Tubo 4	29.490	29.48	- 0.010

## GRAFICA 1

### a) Planta del Trazo del Tubo Hincado ( $R=1.73\text{ m}$ )

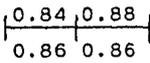
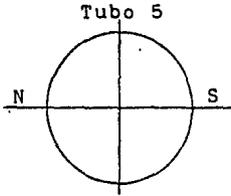


### b) Perfil del Tubo Hincado (Corte A-A)

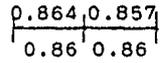
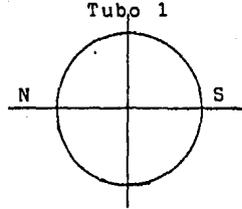


Fecha:	21 Jun: 85	Simbología:	Escala:
Longitud por hincar (m)	31.46	--- Pano int. tubo proyecta	1:100 Esc. horizontal (tubo)
Longitud hincada (m)	5.00	— Pano int. tubo real	1:10 Esc. vertical (desplazamientos)
Falta por hincar (m)	26.96		(desplazamientos)

\*\*Reporte 24 Junio 85:

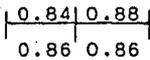
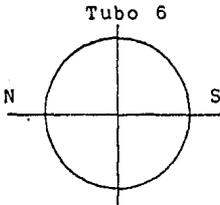


Real (m)  
Proyecto (m)

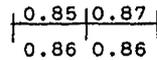
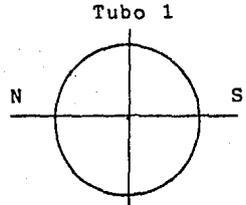


Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.487	29.493	+ 0.006
Tubo 5	29.490	29.471	- 0.019

\*\*Reporte 25 Junio 85:



Real (m)  
Proyecto (m)

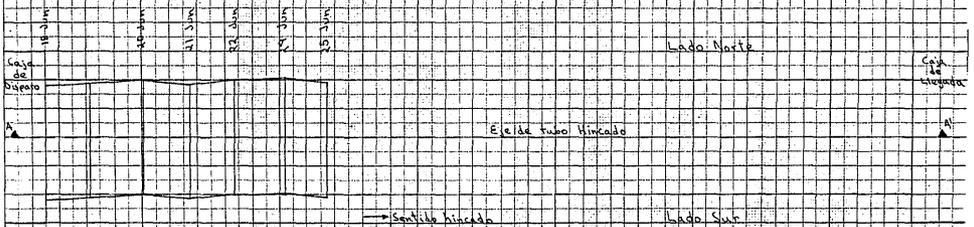


Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.487	29.453	- 0.034
Tubo 6	29.490	29.483	- 0.007

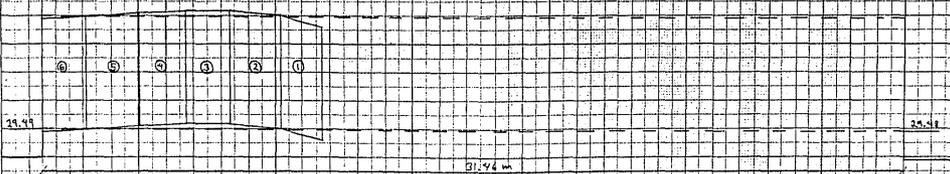
(Ver Gráfica 2)

## GRAFICA 2

a) Planta del Trazo del Tubo Hincado ( $\phi = 1.72 \text{ m}$ )



b) Perfil del Tubo Hincado (Corte A-A)



Fecha	25 Jun 85
Longitud por hincado (m)	31.46
Longitud hincada (m)	10.23
Falta por hincado (m)	21.23

Simbología:

--- Parte del tubo proyectado

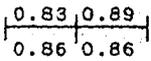
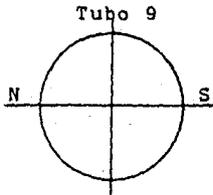
— Parte del tubo real

Escala:

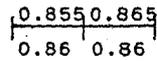
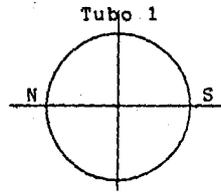
1:100 Esc. Horizontal (Tubo)

1:10 Esc. Vertical (Desplazamientos)

\*\*Reporte 27 Junio 85:



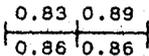
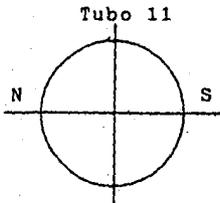
Real (m)  
Proyecto (m)



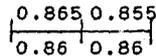
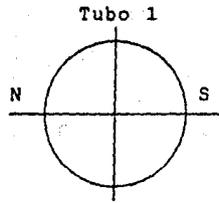
Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.485	29.530	+ 0.045
Tubo 9	29.490	29.473	- 0.017

(Ver Gráfica 3)

\*\*Reporte 28 Junio 85:



Real (m)  
Proyecto (m)

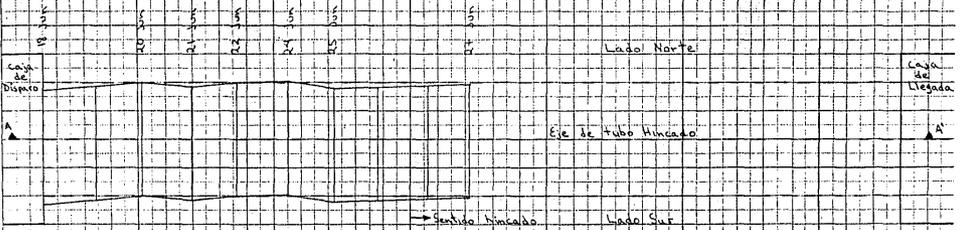


Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.484	29.485	+ 0.001
Tubo 11	29.490	29.475	- 0.015

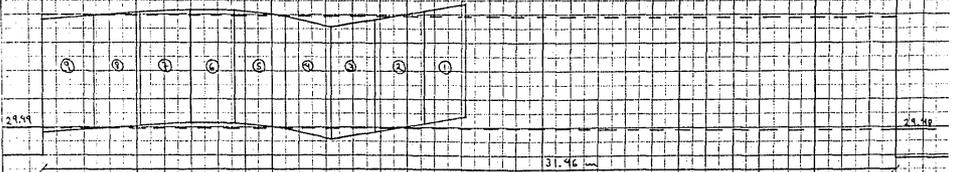
(Ver Gráfica 4)

### GRAFICA 3

a) Planta del Trazo del Tubo Hincado ( $\phi = 1.22 \text{ m}$ )



b) Perfil del Tubo Hincado (Corte A-A')



Fecha	27 Jun 85
Longitud por hincar (m)	31.46
Longitud hincada (m)	15.66
Falta por hincar (m)	15.80

Simbología:

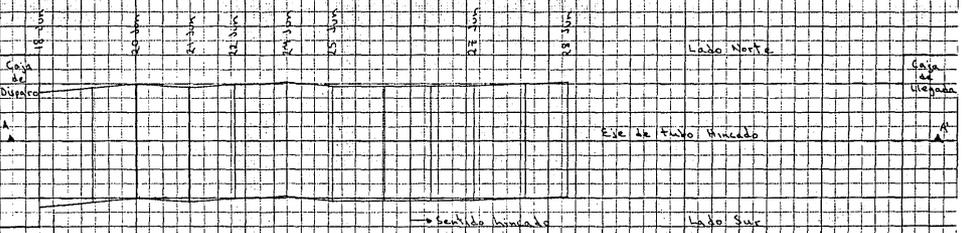
- Paño int. tubo proyectado
- Paño int. tubo real

Escala:

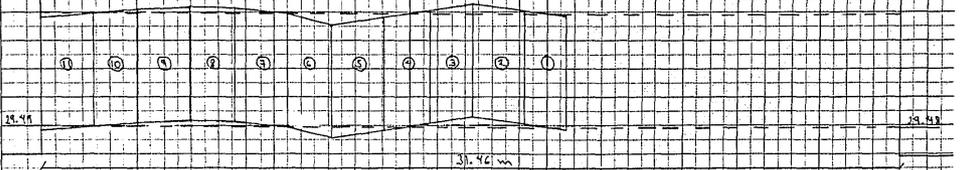
- 1:100 Eje horizontal (Tubo)
- 1:10 Eje vertical (Desplazamientos)

# GRAFICA 4

## A) Planta del Trazo del Tubo Hincado ( $\phi = 1.72 \text{ m}$ )



## B) Perfil del Tubo Hincado (Corte A-A)



Fecha: 28 Jun 85

Longitud por

hincado (m) 31.46

Longitud

hincada (m) 19.17

Falta por

hincar (m) 12.27

Simbología:

--- Pared int. tubo existente

— Pared int. tubo real

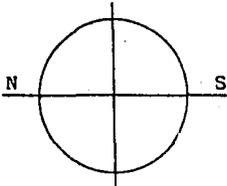
Escala:

1:100 Esc. horizontal (tubo)

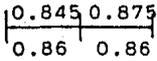
1:10 Esc. vertical (desplazamientos)

\*\*Reporte 29 Junio 85:

Colocación del tubo 12



Tubo 1

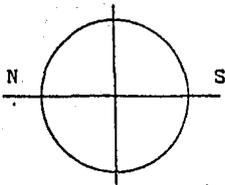


Real. (m)

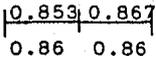
Proyecto (m)

Estación	A.H. Proyecto	A.H. Real	Diferencia
Tubo 1	29.483	29.465	- 0.018

Colocación del tubo 13



Tubo 1

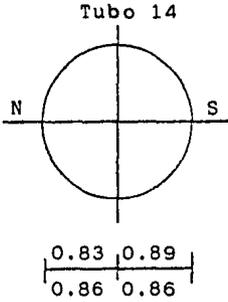


Real (m)

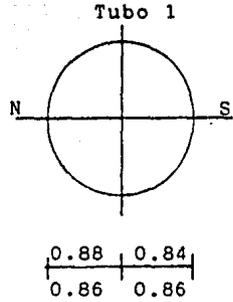
Proyecto (m)

Estación	A.H. Proyecto	A.H. Real	Diferencia
Tubo 1	29.482	29.484	+ 0.002

## \*\*Reporte 1 Julio 85:

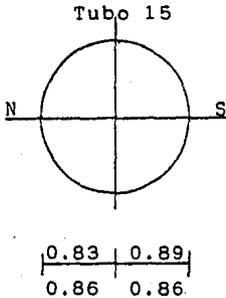


Real (m)  
Proyecto (m)

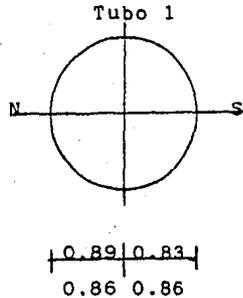


Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.482	29.510	+ 0.028
Tubo 14	29.490	29.467	- 0.023

## \*\*Reporte 2 Julio 85:



Real (m)  
Proyecto (m)

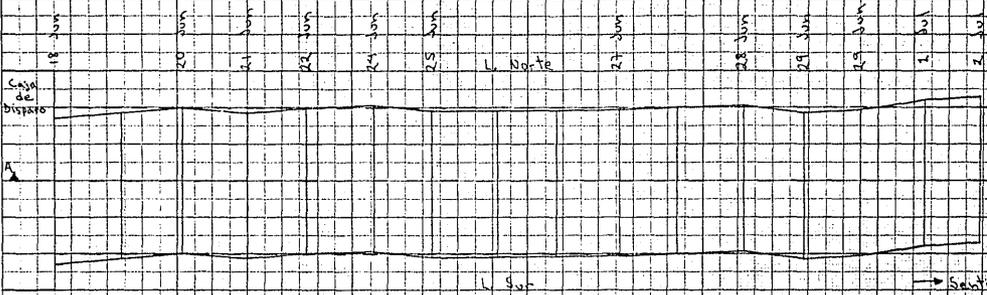


Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.482	29.493	+ 0.011
Tubo 15	29.490	29.473	- 0.014

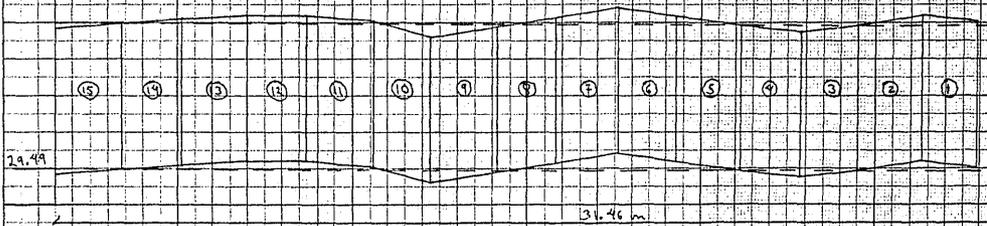
(Ver Gráfica 5)

## GRAFICA 5

### a) Planta del Trazo del Tubo Hincado ( $R=1.72\text{ m}$ )



### b) Perfil del Tubo Hincado (Corte A-A)



Fecha	2 Jul 85
Longitud por hincado (cm)	31.46
Longitud hincada (cm)	26.38
Falta por hincado (cm)	5.08

Simbología:

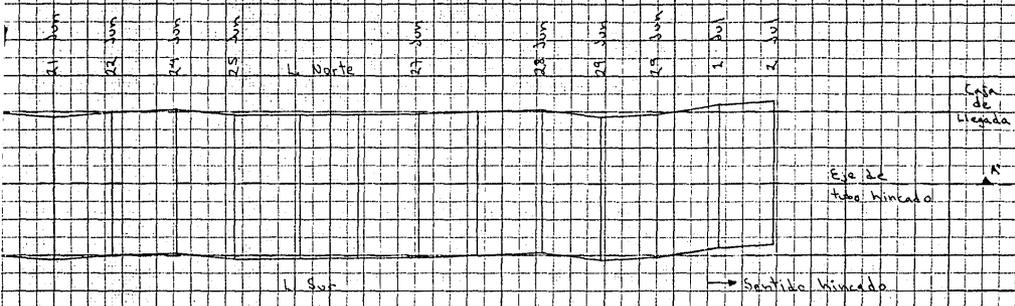
- Paso int. tubo proyectado
- ==== Paso int. tubo real

Escala:

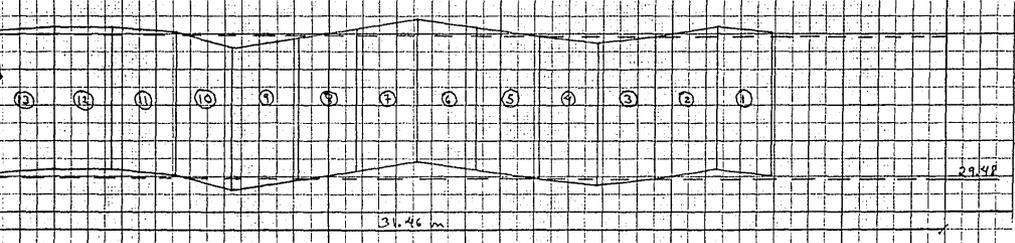
- 1:100 Esc. horizontal
- 1:10 Esc. vertical

# RAFICA 5

azo del Tubo Hincado ( $R=1.72\text{ m}$ )

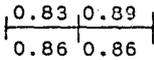
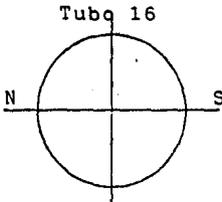


Hincado (Corte A-A)

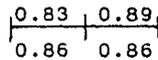
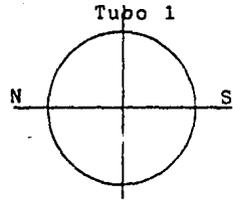


2-Jul-85	Simbología:	Escala:
31.46	- - - - Paso int. tubo proyecto	1:100 Esc. horizontal (tubo)
26.39	==== Paso int. tubo real	1:10 Esc. vertical (desplazamientos)
5.09		

\*\*Reporte 3 Julio 85:



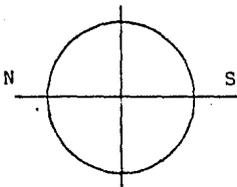
Real (m)  
Proyecto (m)



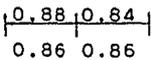
Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.481	29.487	+ 0.006
Tubo 16	29.490	29.476	- 0.014

\*\*Reporte 6 Julio 85:

Colocación del tubo 17



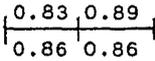
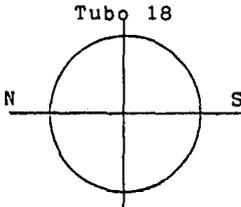
Tubo 1



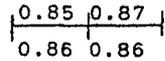
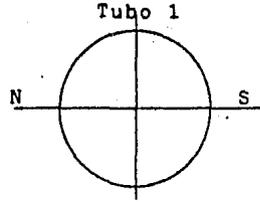
Real (m)  
Proyecto (m)

Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.480	29.479	- 0.001
Tubo 17	29.490	29.477	- 0.013

\*\*Reporte 8 Julio 85:



Real (m)  
Proyecto (m)



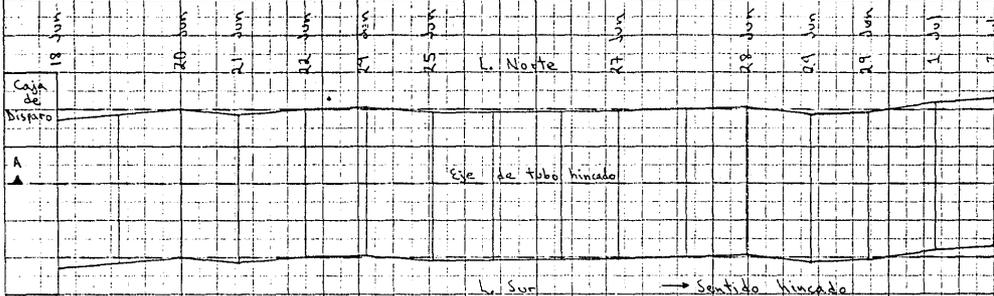
Estación	A.H.Proyecto	A.H.Real	Diferencia
Tubo 1	29.480	29.480	0.000
Tubo 18	29.490	29.470	- 0.020

(Ver Gráfica 6)

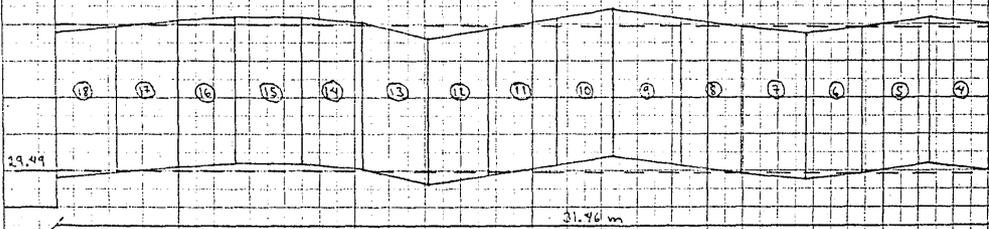
Como se puede observar en la anterior secuencia de gráficas, las desviaciones tanto en dirección (planta), como en pendiente (perfil) son pequeñas y son corregibles por medio del colado del revestimiento definitivo.

## GRAFICA 6

a) Planta del Trazo del Tubo Hincado ( $\phi = 1.72 \text{ m}$ )



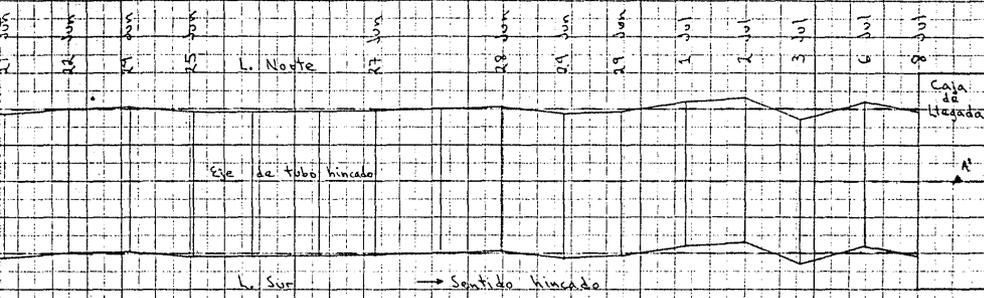
b) Perfil del Tubo Hincado (Corte A-A')



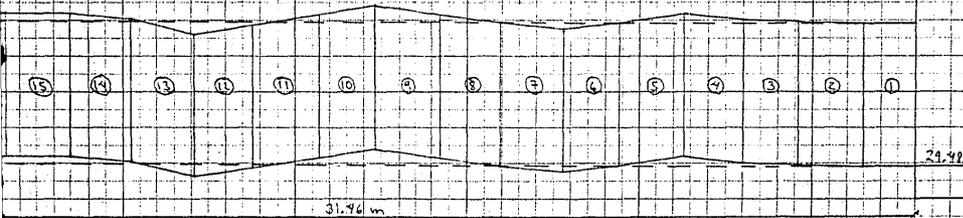
Fecha:	8 Jul 85	Simbología:	Escala:
Longitud por hincar (m)	31.46	----- Paño int. tubo proyecto	1:100 Esc. horizontal
Longitud hincada (m)	31.46	———— Paño int. tubo real	1:10 Esc. vertical
FALTA por hincar (m)	0.00		

FICHA 16

o. del Tubo Hincado ( $\phi = 1.72 \text{ m}$ )



hincado (Corte A-A')



1.85

Simbología:

Escala:

4.6

--- Paño int. tubo proyecto

1:100 Esc. horizontal (tubo)

4.6

— Paño int. tubo real

1:10 Esc. vertical (desplazamientos)

0.0

### III.3.4.-Revestimiento Definitivo:

El revestimiento definitivo está formado por una pared de concreto reforzado de 10 cm de espesor, quedando una sección libre de 1.52 m de diámetro interior, como se aprecia en la figura 9.

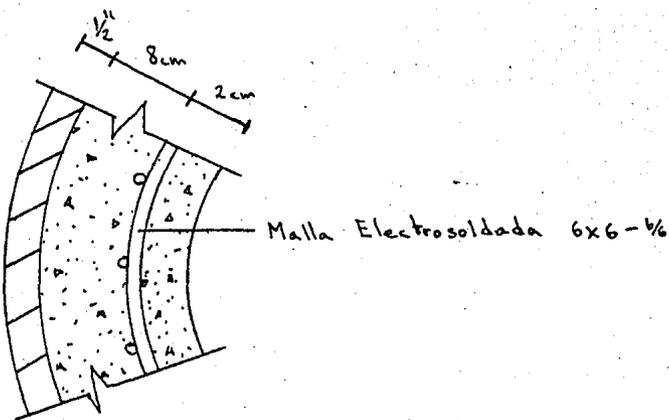
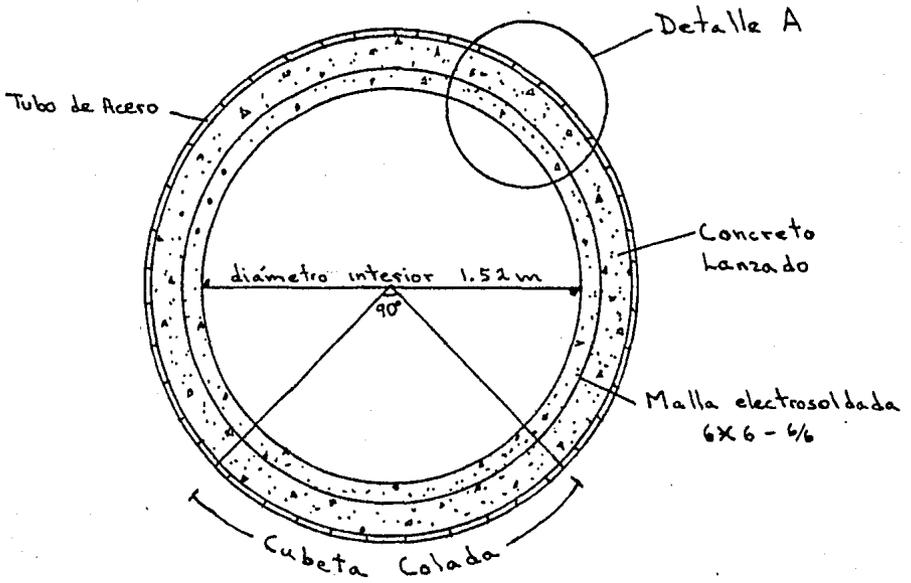
Para garantizar un buen colado, se limpió la superficie interior del tubo con escobas, fibras y estopas con gasolina, retirando totalmente la tierra y grasas que pudiera tener adherida el tubo.

Inmediatamente después, se procedió al armado interior del tubo por medio de malla electrosoldada de 6x6-6/6, previamente cortada en tramos de 5.30 m. x 2.50 m., la malla se soldó a las placas de acero perimetral de 3"x1/2" con puntos de soldadura eléctrica a cada 30 cm. sobre el perímetro de la placa de acero.

Como el revestimiento de concreto armado debe ser de 10 cm., en las partes donde haya placa de acero de 3"x1/2" el recubrimiento será aproximadamente de 2 cm. (figura 9), así mismo se colocarán pedazos de varilla en el centro de entre dos placas atiesadoras perimetrales, con la finalidad de jalar la malla hacia el centro y poder tener un recubrimiento mayor.

Los traslapes de la malla son de 30 cm. longitudinalmente y de 38 cm. de traslape perimetral.

El revestimiento se colocará en dos etapas, la primera consiste en colar una cubeta de concreto que abarque 90° del perímetro (figura 9) y la segunda en lanzar concreto hacia las paredes y la clave del tubo.



Detalle A

FIGURA 9

Como primera etapa se procedió al colado de la cubeta del tubo, para lo cual se construyó una artesa en la caja de disparo, para depositar el concreto traído por olla con las siguientes características:

$$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{T.M.A.} = 3/4''$$

$$\text{Revenimiento} = 10 \text{ cm.}$$

$$\text{Tipo} = \text{normal.}$$

El concreto se fué metiendo al interior del tubo en carretillas, empezando a colar del primer tubo hacia el último, dándole forma a la cubeta con la ayuda de reglas, vigilando la curvatura y tratando de darle un acabado liso (Foto 15).

El volumen de la cubeta colada con concreto fué de:

$$\begin{aligned} \text{Area exterior} \\ \text{del tubo.} &= \frac{\pi D_e^2}{4} = \frac{\pi (1.72)^2}{4} = 2.32 \text{ m.}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Area interior} \\ \text{del tubo.} &= \frac{\pi D_i^2}{4} = \frac{\pi (1.52)^2}{4} = 1.81 \text{ m.}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Diferencia de áreas} = 2.32 - 1.81 = 0.505 \text{ m.}^2$$

$$\text{Cubeta } 90^\circ = 90/360 = 0.25$$

$$\text{Area cubeta} = 0.25 \times 0.505 = 0.12625 \text{ m.}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen cubeta} &= \text{área} \times \text{long. hincado} = \\ &= 0.12625 \times 31.46 = \underline{\underline{3.97 \text{ m.}^3}} \end{aligned}$$

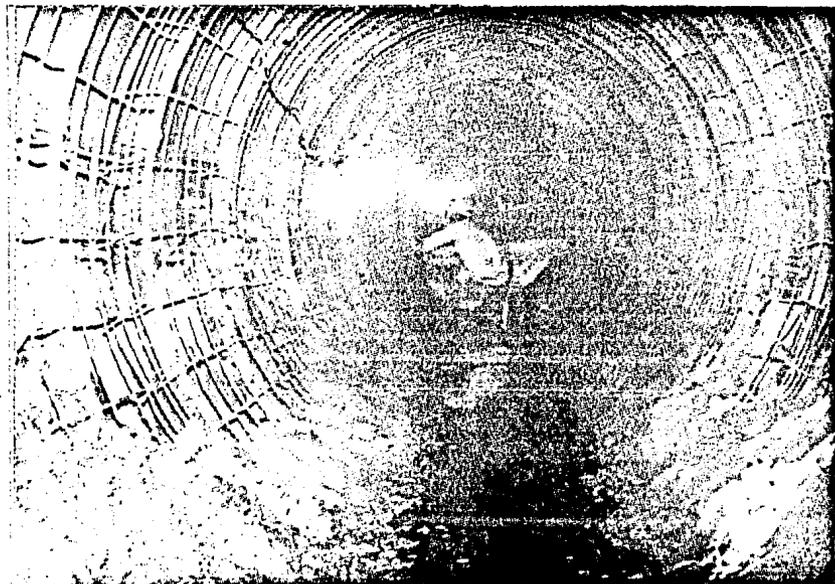


FOTO 15.-Colado de la cubeta del tubo.

Despues se procedió a soldar las uniones de los tramos de tubo con soldadura eléctrica, colocando dos hilos de soldadura de 30 cm. de longitud a cada 120° como se puede ver en la figura 10.

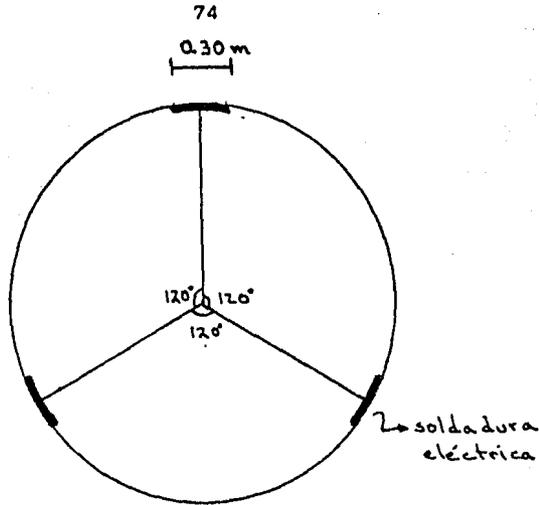


FIGURA 10

Una vez colada la cubeta se inicia el colado de las paredes y clave del tubo mediante concreto lanzado.

El método o procedimiento que se utilizó para aplicar el concreto lanzado es el de "mezcla seca", el cual consiste en mezclar en seco cantidades dosificadas de arena, grava, cemento y aditivo acelerante de fraguado, introduciendo la mezcla en una maquina lanzadora llamada liba la cual se conecta a una compresora que la abastece de aire a presión, la liba manda a presión la mezcla en seco a través de una manguera de 2" de diámetro y está al final tiene una válvula en donde se conecta una manguera de agua y es ahí donde se regula la salida del agua para

mezclarse con los materiales secos formandose el concreto, expulsandolo finalmente a presión por una boquilla.

La dosificación del concreto lanzado de  $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$  fué la siguiente:

2 botes alcoholeros de grava de 1/4"

2 botes alcoholeros de arena.

50 Kg de cemento normal.

2 Kg de aditivo Sigitunit Gentil-Silka.

El agua es regulada por el lanzador en base a su experiencia, a la salida de la boquilla.

El aditivo ofrece la ventaja de un fraguado rápido, de una adherencia firme y de impermeabilidad perfecta cuando su aplicación se hace de acuerdo con las normas de los fabricantes, la proporción que se utilizó en este caso nos dió un fraguado inicial en 3 minutos y un fraguado final en 20 minutos como promedio general.

La colocación del concreto lanzado fue la siguiente:

El lanzado del concreto se hizo en 2 capas, empezando en las paredes y siguiendo con la clave, siguiendo el sentido del tubo 1, hacia el último tubo.

La presión de lanzado se controla a la salida de la liba y debe mantenerse en el rango de  $3 \text{ Kg/cm}^2$ .

La posición del lanzado debe de ser normal a la superficie del tubo y a una distancia de aproximadamente 40 cm. de la superficie por recubrir (Foto 16).

La presión, posición y distancia del lanzado son muy importantes para una buena adherencia entre concreto y superficie y tienen que ver mucho para disminuir el efecto de rebote con su consecuente desperdicio.

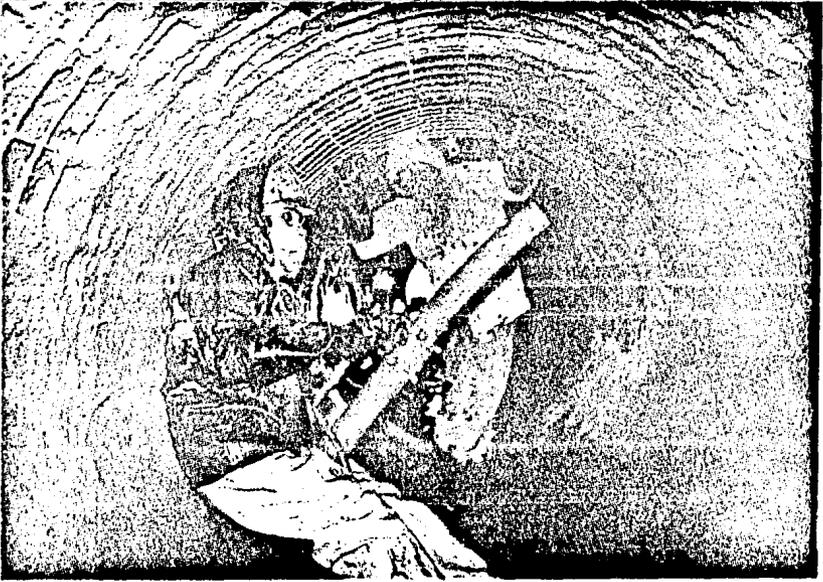


FOTO 16.-Lanzado del concreto.

A veces suelen suceder taponamientos de la manguera de mezcla seca, debido a que el material no está lo suficientemente seco y se atasca, entonces es necesario parar la liba y destapar la manguera, produciéndose en algunos casos una explosión que envuelve al tubo en una nube del material utilizado.

El volumen de concreto lanzado, sin tomar en cuenta los desperdicios por el rebote fué el siguiente:

$$\text{Area de lanzado} = 0.75 \times 0.505 = 0.379 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Volumen lanzado} &= \text{área} \times \text{long. hñcado} = \\ &= 0.379 \times 31.46 = \underline{\underline{11.92 \text{ m}^3}}\end{aligned}$$

Una vez terminado el colado del revestimiento definitivo del tubo, se procede a resanar y pulir la superficie interior y por último se le dan tres capas de impermeabilizante plasticement de Fester, aplicado con brocha (Foto 17).

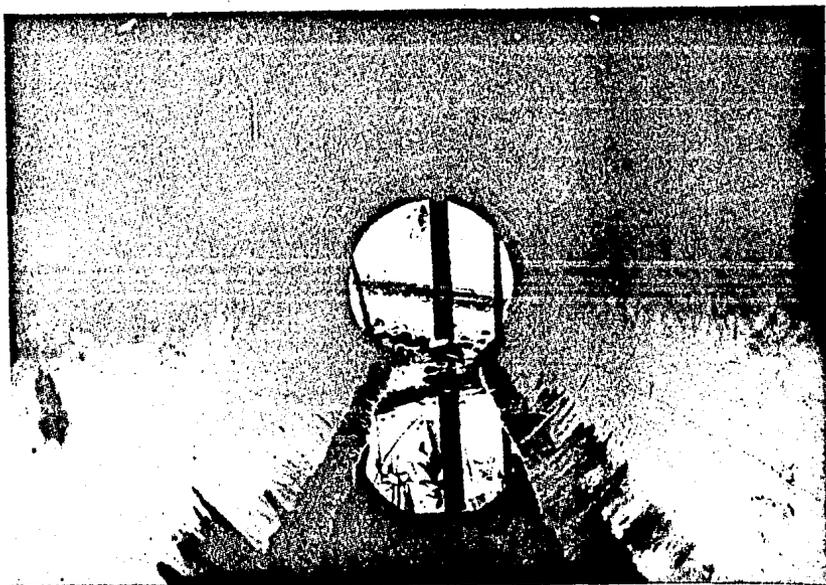


FOTO 17.-Terminado del revestimiento definitivo.

#### III.4.-Pozos Caja:

Para dar concluida la etapa concerniente a la instalación de la tubería por medio de hincado de tubo de acero, es necesario llevar a cabo la unión con los tramos de tubería de concreto tendidos a cielo abierto, esta unión se lleva a cabo por medio de dos pozos caja, uno de los cuales se alojara en el interior de la excavación efectuada para la estructura de disparo y el otro se construira en el extremo opuesto a dicha estructura.

La construcción de los pozos caja se realizará de acuerdo a lo indicado en el plano 78-OH-7-III-12-69-P anexo.

Se empezó a armar el pozo caja del lado de Dr. Bolaños Cacho y se colo la losa de fondo, 24 horas despues se cimbraron y colaron los muros y posteriormente se armó y coló la losa superior, cuidando que el hueco de la losa superior tenga las dimensiones requeridas, puesto que constituye el acceso a la caja pozo (Foto 18).

Simultaneamente se demolio el muro de atraque con la ayuda de martillos neumáticos, para que se lograra la unión de las tuberías.

Despues se procede a la construcción del cono de tabique o chimenea que permite el acceso desde el exterior, se remata con un brocal y su tapa, ambos de fierro fundido, al igual que los escalones de que está provista la chimenea y que facilitan el acceso.

De igual manera se procedio a la construcción del pozo caja del lado de la caja de llegada en la calle de J. Medina.





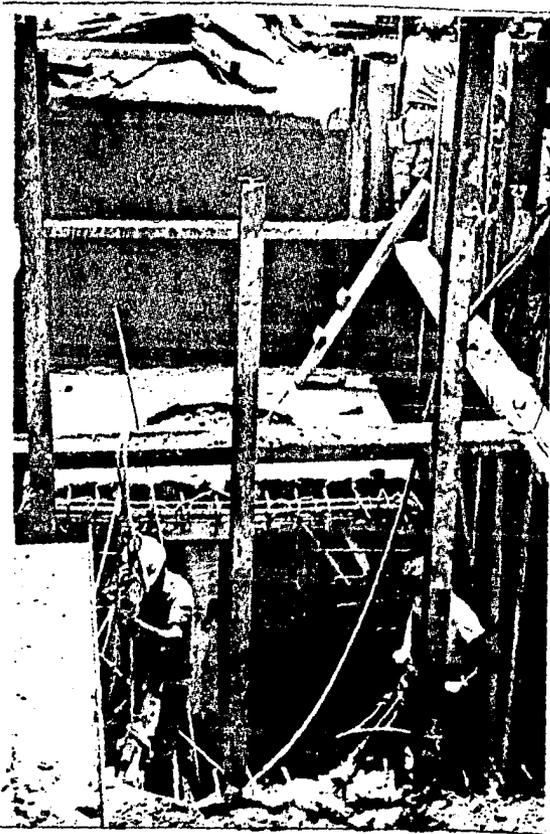


Foto 18.-Construcción del pozo caja y demolición del muro de atraque.

Los pozos de visita son una parte vital para el buen funcionamiento del sistema, ya que permiten el acceso a personal encargado de las labores de mantenimiento y principal-

mente desazolve del colector, además de constituir una vía de escape de los gases generados por la descomposición de los elementos característicos de las aguas negras.

### III.5.-Relleno:

Una vez terminada la construcción de los pozos caja, se procederá a rellenar la totalidad de la excavación, el relleno a colocar desde el fondo de la excavación hasta alcanzar 1.50 m abajo del nivel de subrasante, deberá efectuarse con material areno-limoso (tepetate) de banco aprobado, humedecido al contenido de agua óptimo con una tolerancia de  $\pm 2\%$  y compactado al 90% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma AASHTO T-99 en capas de 30 cm. de espesor.

La última capa del terreno será compactada al 95% de su peso volumétrico seco máximo con respecto a la norma AASHTO T-99 en un espesor no menor de 20 cm.

Las vigas madrinas se irán retirando conforme el avance del relleno alcance sus puntos de aplicación.

Posteriormente se procederá a efectuar la recuperación de las viguetas hincadas que no quedarán ahogadas en el concreto del muro.

Una vez que el relleno alcance el nivel de subrasante se iniciará la restitución del pavimento, consistente básicamente en la colocación de una estructura formada por capa subrasante, sub-base, base y carpeta asfáltica.

**CAPITULO IV**

**COSTOS Y PRESUPUESTO**

#### CAPITULO IV.-COSTOS Y PRESUPUESTO.

En todo proyecto que va a ser ejecutado, una de las funciones básicas que debe llevar a cabo la empresa constructora, es la formulación del presupuesto de la obra. . . Proyectar significa, antes de la ejecución de la obra, realizar una estimación de su costo con todas las incertidumbres que se puedan presentar, para su realización en un cierto tiempo.

La realización de este presupuesto involucra aspectos bien importantes como son: el conocer por una parte toda la obra al detalle para determinar, primero, todas las actividades a desarrollar y de cada una de estas, todos los conceptos que la integran para así cuantificarlos.

Esta cuantificación de la obra es llevada a cabo mediante el conjunto de planos de la misma, que son entregados por el cliente al contratista previa la iniciación de los trabajos.

Para la realización de nuestra obra, COVITUR le pidió un presupuesto a la constructora Estrella, debido a que tiene una vasta experiencia en la construcción de tubos hincados y que a continuación presento.

Cabe mencionar que el presupuesto es aproximado, teniendo presente que el costo total de la obra esta propenso a sufrir modificaciones, debido a los ajustes finales que compen-sen, en algunos casos, conceptos no evaluados y en otros los incrementos en el costo tanto de materiales, equipo y mano de obra, a consecuencia de la época inflacionaria que vive nuestro país. Esto lo podremos verificar al comparar en el capítulo V, el presupuesto con las estimaciones reales de la obra.

Presupuesto Aproximado para el cruce del eje Lázaro Cárdenas sobre la Av. Dr. Bolaños Cacho con el procedimiento de tubo hincado, longitud aproximada 31.86 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO 84-II	PRECIO UNITARIO CON 1.23% INCR.	VOLUMEN	IMPORTE
Construcción de Caja de Disparo					
-Demolición a mano de pavimento de asfalto.	M3.	787.00	968.01	3.05	2,952.43
-Excavación en cajas de conexión a mano hasta 8.00 m. de profundidad entre troqueles.	M3.	1,392.82	1,713.17	89.57	153,448.64
-Hincado de vigueta I de 8",9.00 m. de longitud.	M.	595.00	731.85	136.00	99,531.60
-Acarreo en camión con carga mecánica del producto de demolición de carpeta asfáltica 1er. kilómetro.	M3.	212.00	260.76	3.05	795.82
-Acarreo en camión con carga mecánica de tierra y material mixto producto de las excavaciones que no sean roca 1er. kilómetro.	M3.	197.00	242.31	89.57	21,703.71
-Acarreo en camión del producto de demolición de carpetas asfálticas kilómetros subsecuentes.	M3-Km	58.00	71.34	48.80	3,481.39

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U. 84-II	P.U. CON 1.23% INCR.	VOLUMEN	IMPORTE
-Acarreo en camión de tierra y material mixto producto de las excavaciones que no sean roca kilómetros subsecuentes.	M3-Km	54.00	66.42	1,433.12	95,187.83
-Sobrecosto para el hincado de viga I en colectores.	Kg.	10.38	12.77	3,427.20	43,765.34
-Ademe de madera en cepa incluyendo suministro, colocación y retiro.	PT.	18.00	22.14	1,230.95	27,253.23
-Suministro, habilitado, colocación y desmantelamiento de madrinas para tablaestaca metálica incluyendo 20.00 m. de acarreo.	Kg.	16.00	19.68	425.15	8,366.95
-Traspaleo del material producto de demoliciones o tierra a 3.00 m. máx.	M3.	208.76	256.77	92.62	23,782.04
-Cimbra común y descimbra hasta 4.00 m. de altura en muros incluyendo chaflanes.	M2.	1,027.00	1,263.21	6.72	8,488.77
-Concreto de 200-3/4-14 colocado en otras estructuras.	M3.	15,336.20	18,863.53	6.95	131,101.53
-Plantilla de tezontle bajo losa inf.	M3.	2,123.69	2,612.14	1.58	4,127.18

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U. 84-II	P.U. CON 1.23% INCR.	VOLUMEN	IMPORTE
-Suministro,habilitado y armado de acero de refuerzo grado duro de 19 y 25 mm de diámetro.	Ton.	108,171.00	133,050.33	0.54	71,847.18
-Concreto 150-3/4-10 colocado en otras estructuras.	M3.	12,875.01	15,725.56	2.11	33,180.93
-Relleno con material local compactado al 90% con equipo manual.	M3.	1,244.83	1,531.14	6.30	9,646.18
-Elementos metálicos ahogados en concreto.	Kg.	161.06	198.10	271.04	53,693.02
-Cimbra para carcamo.	M2.	2,334.72	2,871.71	1.82	5,226.51
-Suministro y habilitado de ademe metálico no recuperable vigueta I incluyendo 20.00 m de acarreo internos	Kg.	128.00	157.44	325.92	51,312.84
-Extracción de ademe metálico I-8" incluyendo 20.00 m de acarreo internos de 9.00 m. de longitud.	M.	464.00	570.72	126.35	72,110.47
-Suministro de tubería de acero rolado de 1.72 m. de diámetro interior.	Kg.		445.28	23,240.00	10'348,307.20
-Hincado de tubería de acero de 1.72 m. de diámetro interior con placa de 1/2" de espesor.	M.L.		379,383.49	31.86	12'087,157.99

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U: 84-II	P.U. CON 1.23% INCR.	VOLUMEN	IMPORTE
-Acarreo en carretilla de tierra y material mixto producto de excavaciones que no sean roca primera estación.	M3.	177.00	217.71	81.04	17,643.22
-Acarreo en camión con carga mecánica de tierra y material mixto producto de las excavaciones que no sean roca primer kilómetro.	M3.	197.00	242.31	81.04	19,636.80
-Acarreo en camión de tierra y material mixto producto de las excavaciones que no sean roca kilómetros subsiguientes.	M3-Km	54.00	66.42	1,296.64	86,122.83
-Malla 6x6-6/6 colocada en túnel.	M2.	437.07	537.60	186.03	100,009.73
-Concreto de 200-3/4-18 colocado en túnel.	M3.	21,223.57	26,104.99	4.05	105,725.21
-Concreto lanzado de 200 Kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días de edad colocado en túnel.	M3.	53,285.64	65,541.34	12.15	796,327.28
-Aplanado con mortero cemento arena 1:3.	M2.	754.76	928.35	153.16	142,186.09
-Impermeabilización de registros a base de 3 capas de plasticement.	M2.	1,990.31	2,448.08	153.16	374,947.93

DESCRIPCION	UNIDAD	P.U. 84-II	P.U. CON 1.23% INCR.	VOLUMEN	IMPORTE
-Sypyl 14 primario F.M. de 2 milésimas de espesor.	M2.	887.30	1,091.38	174.16	190,074.74
-Abatimiento del nivel freático bomba eléctrica centrífuga de 20 H.P.	Hrs.	1,734.39	2,133.30	784.00	1'672,507.20
-Abatimiento del nivel freático con bomba eléctrica centrífuga de 10 H.P.	Hrs.	1,512.03	1,859.80	224.00	416,595.20

PRESUPUESTO TOTAL: 27'278,245.01

A continuación presento las estimaciones reales de la obra ejecutada, que nos enmarcan el costo real total del tubo hincado, sirviendonos estas estimaciones para hacer una comparación de totales con el presupuesto aproximado que dio la empresa constructora antes de realizar la obra. La obra fué contratada por el sistema de precios unitarios y el proceso puede dividirse en tres partes: cuantificación de obra, determinación de precios unitarios e integración de la estimación.

Todos los volúmenes de obra presentados a continuación han sido obtenidos por la cuantificación diaria de obra ejecutada. Y las estimaciones de obra ejecutada fueron obtenidas en la Jefatura de Residentes, validadas éstas por los representantes de COVITUR, Empresa Constructora y Supervisión.

Costo Real Total del cruce del eje Lázaro Cárdenas sobre la calle Dr. Bolaños Cache con el procedimiento de tubo hincado.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
**Terracerías.				
*Demoliciones.				
-Demolición a mano de pavimentos de asfalto.	M3.	3.05	1,022.00	3,117.10
*Excavaciones.				
-Excavación en caja de conexión a mano hasta 8.00 m. de profundidad entre trapeales.	M3.	89.57	1,713.17	153,448.64
*Ademes y Protecciones.				
-Ademe de madera en cepa incluyendo suministro, colocación y retiro.	P.T.	1,230.95	27.00	33,235.65
-Hincado de vigueta I de 8", 9.00 m. de longitud.	M.	136.00	767.00	104,312.00
-Suministro, habilitado, colocación y demantelamiento de madrinas para tablas-tacas metálicas incluyendo 20 m. de acarreo.	Kg.	425.15	21.00	8,928.15

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	IMPORTE
-Sobre costo para el hincado de vigueta en colectores.	Kg.	3,427.20	12.77	43,765.34
-Suministro y habilitado de adome metá- lico no recuperable vigueta I incluyendo 20 m. de acarrees.	Kg.	325.92	201.00	65,509.92
-Extracción de ademe metálico I-8" inclu- yendo 20 m. de acarrees internos de 9.00 m. de longitud.	M.L.	126.35	583.00	73,662.05
*Drenes.				
-Plantilla de tezontle bajo losa inferior.	M3.	1.58	2,612.14	4,127.18
*Cargas y Acarrees.				
-Acarreo en camión con carga mecánica del producto de demolición de carpetas as- fálticas, primer kilómetro.	M3.	3.05	251.00	765.55
-Acarreo en camión con carga mecánica de tierra y material mixto producto de las excavaciones.	M3.	89.57	233.00	20,869.81
-Traspaleo de material producto de demo- liciones o tierra a 3.00 m. máximo.	M3.	92.62	256.77	23,782.04

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	IMPORTE
-Acarreo en camión del producto de demolición de carpetas asfálticas, kilómetros subsecuentes.	M3-Km	45.75	70.00	3,202.50
-Acarreo en camión de tierra y material mixto producto de las excavaciones que no sean roca, kilómetros subsecuentes.	M3-Km	1,343.55	65.00	87,330.75
*Rellenos y Compactaciones.				
-Relleno con material local compactado al 90% con equipo manual.	M3.	6.30	1,531.14	9,646.18
*Bombeos y Abatimientos freáticos.				
-Bombeo con bomba de 4" de diámetro SI incluye operador.	Hrs.	144.00	458.00	65,952.00
-Bombeo con bomba de 4" de diámetro SI incluye operador.	Hrs.	384.00	458.00	175,872.00
**Estructuras.				
*Concretos.				
-Concreto de 150-3/4-10 colocado en otras estructuras.	M3.	9.06	18,279.95	165,616.35
-Concreto de 200-3/4-10 colocado en túnel	M3.	4.05	26,916.92	109,013.52
-Concreto lanzado de 200 Kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días de edad colocado en túnel.	M3.	12.15	67,579.83	821,094.93

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	IMPORTE
*Cimbras.				
-Cimbra para carcamo.	M2.	1.82	2,871.71	5,226.51
-Cimbra común y deacimbra hasta 4.00 m. de altura en muros incluyendo chaflanes.	M2.	6.72	1,427.00	9,589.44
*Acero de Refuerzo.				
-Suministro,habilitado y armado de acero de refuerzo grado duro de 19 y 25 mm. de diámetro,incluye ganchos,traslapes,desperdicios y acarreo internos.	Ton.	0.54	127,062.00	68,613.48
-Malla 6x6-6/6 colocada en túnel.	M2.	186.97	537.60	100,515.07
*Estructuras Metálicas.				
-Elementos metálicos ahogados en concreto	Kg.	271.04	198.10	53,693.02
*Impermeabilización y Bandas.				
-Impermeabilización de registros a base de tres capas de plasticement.	M2.	153.16	2,448.08	374,947.93
**Acabados.				
*Acabados en techos y plafones.				
-Aplanado con mortero cemento arena 1:3	M2.	153.11	928.35	142,139.67
*Pinturas.				
-Sypyl 14 primario F.M. de 2 milímetros de espesor.	M2.	174.10	1,091.38	190,009.26

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	IMPORTE
<p>-Hincado de tubería de acero de 1.72 m. de diámetro. El precio unitario incluye las maniobras de preparación, hincado y montaje de la tubería, junteo y acoplamiento de los tubos, excavación a mano en el túnel, extracción del material producto de excavación (manteo), carga y acarreo libre del producto de excavación hasta 10 Km., así como el equipo y maquinaria requeridos, su operación, la obra de mano, herramientas y materiales de consumo necesario para la correcta ejecución de todos los trabajos, así como los indirectos y la utilidad que le corresponde a la empresa.</p>	M.	31.85	384,262.97	12'238,775.59

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	IMPORTE
-Suministro y habilitado de tubos de acero de 1.72 m. de diámetro y 1.75 m. de longitud. El precio unitario incluye: placa rolada de 1/2" de espesor con 3 anillos de solera de 3" de ancho y una cruceta de ángulo de 2"x2" por anillo para dar rigidez al tubo; así mismo el equipo, el transporte a la obra, la obra de mano, materiales y herramientas de consumo necesarios para la correcta ejecución de todos los trabajos, así como indirectos y la utilidad que le corresponde a la empresa.	M.	31.85	326,203.63	10'389,585.62

**COSTO TOTAL:      25'546,347.25**

CAPITULO V

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPITULO V.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

COVITUR lleva a cabo la dirección, coordinación y control de todas las obras de ampliación del Metro, en sus diversas fases de planeación, proyecto y construcción y es por lo tanto, quien se encarga de decidir que empresa constructora realizara cierto proyecto, dentro de los diversos factores que se toman en cuenta para la selección, hay uno que se denomina "experiencia" ya que para la realización de cualquier proyecto, es conveniente analizar la experiencia que la constructora tiene en la construcción de obras similares o parecidas, ya que esto cuenta mucho en la calidad, desempeño, ejecución y resolución de los problemas que llegan a presentarse en la obra.

Es por esto, que la obra se le dió a la constructora pionera en realizar tubos hincados en nuestro país, teniendo tanto el equipo necesario, una basta experiencia y sobre todo buenos resultados en obras de éste tipo.

Inicialmente se proyectó el tubo hincado, proponiendose un tubo de acero de 2.00 m. de diámetro y que en su interior se colara una cubeta de concreto reforzado de 10 cm. de espesor, que posteriormente una vez que la cubeta hubiera alcanzado su resistencia de proyecto, se colocaran sobre ella tramos de tubería de 1.52 m. de diámetro y el espacio comprendido entre está última tubería y el tubo hincado se rellenara a base de concreto simple provisto de aditivo estabilizador de volumen, estas especificaciones constructivas, fueron discutidas y se llevo a la conclu-

sión de modificarlas por las que se explicarán detalladamente en el capítulo III de ésta tesis; las razones del cambio en el procedimiento fueron esencialmente las siguientes:

- Facilidad en el procedimiento constructivo.
- Ahorro de tiempo en la ejecución.
- Ahorro económico en el costo.

Durante la realización de ésta tesis comprobe que hay una marcada división entre los ingenieros proyectistas y los ingenieros constructores, siendo más notoria del lado de los constructores, por lo que es necesaria una verdadera interacción entre ellos, ya que los constructores muchas veces no llevan a cabo la construcción de acuerdo a las especificaciones y planos resultantes de los estudios y análisis de los proyectistas, y esto redundaría en una baja de calidad y ejecución, generando una serie de problemas de diferente magnitud en la obra, creo que los constructores deben meterse más a lo que es Proyecto para que sepan el porque de lo que están construyendo, así mismo la supervisión de obra debe hacerse correcta y energicamente para evitar este tipo de situaciones.

Por otro lado los proyectistas deben visitar más frecuentemente la obra, con el objeto de visualizar los problemas y limitaciones que se presentan y así poder implementar, mejorar o crear nuevos procedimientos constructivos.

Al comparar los totales del presupuesto y del costo de la obra, nos damos cuenta de que existe una diferencia de:

Presupuesto Total-----	27'278,245.01
Costo Total-----	25'546,347.25
	-----
Diferencia-----	\$ 1'731,897.76

Esto nos comprueba la existencia de una serie de factores que modifican el costo total y que fuerón mencionados en el capítulo IV, sin embargo aquí podemos ver la importancia que tiene la existencia de un presupuesto aproximado para la realización de cualquier obra, ya que nos da una idea de la inversión que se hará.

Por último espero que está tesis sea de utilidad y que cumpla con la finalidad de mostrar uno de los procedimientos más nuevos utilizados en la construcción de colectores que cruzan avenidas importantes, ya sea de nuestra ciudad de México o de cualquier otra ciudad, con el objeto de evitar caos viales y molestias a la ciudadanía.

**BIBLIOGRAFIA**

"Mecánica de Suelos" Tomo I  
Juarez Badillo  
Rico Rodriguez Ed. Limusa

"Revista Ingeniería" Núm. 1-1982  
Facultad de Ingeniería U.N.A.M.

"Memorias COVITUR 77-82"  
COVITUR DDF

"Especificaciones de los Procedimientos Constructivos"  
ISTME - Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano

"Características de las Líneas del Metro" Nov. 1984  
COVITUR DDF