

4
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

''ACATLAN''

COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

“DESARROLLO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO
ELEVADO DE LA LINEA 9 DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE COLECTIVO”.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



T E S I S

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

STA. CRUZ ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1990.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

Págs.

INTRODUCCION

CAPITULO I ANTECEDENTES

1.1 GENERALIDADES	1
1.2 EVOLUCION DEL TRANSPORTE	2
1.3 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	3
1.4 TRAZO DE LA LINEA 9	6

CAPITULO II ESTUDIOS PRELIMINARES

II.1 RECONOCIMIENTO DEL SITIO	8
II.2 EXPLORACION DE SUELOS	8
II.3 CONCLUSIONES OBTENIDAS	19
II.4 PROPOSICION DE LA CIMENTACION	23

CAPITULO III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

III.1 PILOTES	25
III.2 EXCAVACION	29
III.3 CONTRATRADES	31
III.4 COLUMNAS Y CABEZALES	33
III.5 TRABES	36
III.6 FIRME DE COMPRESION	49
III.7 PARAPETOS	51
III.8 MURETES	51

CAPITULO IV RECURSOS, ORGANIZACION Y EVALUACION DE OBRA

IV.1	MATERIALES BASICOS	58
IV.2	MAQUINARIA	64
IV.3	ORGANIGRAMA TECNICO	76
IV.4	PROGRAMA DE ACTIVIDADES	79
IV.4	CALIDAD DEL CONCRETO PREMEZCLADO	81
IV.6	SEGURIDAD EN LA OBRA	92

CAPITULO V ANALISIS DE COSTOS

V.1	EJEMPLO	97
V.2	CICLO DE CONTROL DE COSTOS PROPUESTOS	106

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION:

El acelerado crecimiento demográfico que sufre la zona metropolitana de la Ciudad de México ha generado que las líneas existentes del sistema de transporte colectivo "Metro" resulten insuficientes para sa tisfacer la demanda que es cada día mayor.

En el caso de la línea 1, para poder dar servicio eficiente duran te las horas pico, es necesario reducir el tiempo de espaciamiento - - (período) entre los trenes a un número menor a 1.5 minutos, siendo esta solución muy arriesgada y poco factible.

Para aliviar la saturación de cada tren que circula, se optó por la construcción de la línea 9, siendo una línea paralela a la 1 y cu-- yos orígenes y destinos son comunes. Esto permite al usuario, elegir - entre dos alternativas, repartiéndose más adecuadamente el número de - viajes/persona/día. Esta línea consta de un tramo elevado (33%) y otro subterráneo (67%).

El presente trabajo tiene como finalidad dar una descripción ge-- neral de los procedimientos constructivos empleados en la línea 9. -- Sin embargo, es importante conocer los estudios previos, para tener - una mejor visión del proyecto.

Complementariamente, se ejemplifica el análisis de costos reali-- zado y se proporcionan datos generales de la obra (maquinaria, perso-- nal, materiales, etc.).

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1 GENERALIDADES

El acelerado crecimiento demográfico y urbano que sufre la zona metropolitana de la Cd. de México (Z.M.C.M.) en la actualidad -- representa uno de los principales problemas a nivel nacional. Este problema se ha agudizado durante los últimos 25 años.

Como consecuencia inmediata, la demanda de los servicios públicos básicos se ha incrementado; existiendo la necesidad de construir un mayor número de redes de transporte y obras de infraestructura, debido a la insuficiencia de las que existen, a causa de que la población aumenta a un ritmo mayor.

El transporte ha mostrado un incremento proporcional, pasando de 250 mil vehículos automotores registrados en 1960 a cerca de 3 millones de vehículos en 1985. ⁽¹⁾ Estas tasas elevadas de incremento ocasionarán problemas críticos de movilidad.

El Distrito Federal puede alcanzar las cifras de 16 millones de habitantes en el año 2010 si la tasa de incremento se mantiene intacta; por lo tanto, se requerirá la construcción de otra ciudad del tamaño de la actual con problemas de vivienda, transporte y servicios públicos en general.

Si lo anterior sucede, el número de viajes/persona/año estimado para el año 2010, podría llegar a sumar 40 millones.

(1) Puente: Registro Federal de Automóviles.

Para cubrir dicho número de viajes, tendrá que existir una gran red de sistemas de transporte urbano y suburbano.

La expansión urbana y demográfica que se registra en la zona -- oriente de la Cd. de México ha obligado a la implantación de la línea 9 del S.T.C. Metropolitano tramo elevado, que solventará en gran medida la movilidad de pasajeros en esta zona. (Delegaciones Iztacalco y Venustiano Carranza, Ciudad Netzahualcóyotl y poblaciones aledañas).

I.2 EVOLUCION DEL TRANSPORTE.

Históricamente, los sistemas de transporte marcan las características del crecimiento de una urbe.

En el año de 1521, los españoles admiraron el sistema indígena de transportación a base de barcas y canoas, enlazando a la ciudad -- con los poblados vecinos asentados en terrenos arcillosos sobresaturados y teniendo que cruzar zonas lacustres en las que había chinampas. En la ciudad ya se habían realizado trazas en las calles.

Después de la conquista, se rellenaron grandes extensiones de -- agua que permitieron el uso de carretas de tracción animal. Las primeras calles empedradas se construyeron en el siglo XVIII y en el siglo XIX se inauguró el primer tramo de ferrocarril urbano que enlazaba la Villa y el centro de la ciudad.

En los albores del presente siglo, aparecen los tranvías movidos por medio de energía eléctrica. Las líneas de tranvías que partían -- del centro hacia Tacuba, Azcapotzalco, Santa María, Tlalpan, Xochimilco y la Villa, son la base de la estructuración del sistema de transportación actual.

Entre 1914 y 1918 aparecieron los autobuses con el objeto de reforzar la oferta de transporte. No existían rutas ni horarios fijos, el propietario las elegía a su criterio según la demanda.

En 1922, se establecieron 29 líneas con una cantidad de 1457 autobuses, aumentando en 1945 a 1957 unidades, en 1950 se llegó a 3357 y en 1979 existieron 7,200 unidades.

En la segunda década de este siglo, hace su aparición el taxi, representando una nueva opción de transporte, que resultaba ser más rápido, aunque su costo era mayor. Existen dos tipos, los de ruta fija y los de itinerario libre. En 1985 se calcula que laboraron cerca de 90,000 unidades.

Por su parte, los automóviles particulares ya casi suman tres millones de unidades.

Los congestionamientos que frecuentemente se presentaron en el centro de la ciudad provocaron la implantación de un sistema de transporte masivo que tuviera la capacidad para atender los grandes volúmenes de viajes que se localizan en algunas rutas.

El S.T.C. Metropolitano fué la solución más aceptable en cuanto a rapidez, economía y seguridad. La preferencia del público fué bastante notoria, ya que el pasaje registrado se incrementó en un 12% anual.

1.3 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS.

Las grandes ciudades como la zona metropolitana de la Cd. de México, están integradas por zonas residenciales con baja densidad de población y la mayoría poseedores de automóviles; zonas con alta densidad de población que están formadas por barrios populosos y

viviendas colectivas que poseen menor proporción de autos privados y que recurren a la utilización de un mayor porcentaje de transportes colectivos.

También existen zonas laborales (fábricas, comercios, oficinas, escuelas, étc.) que representan focos de gran intensidad de movimiento de personas que concurren a éstos.

En las horas más críticas, las calles de la ciudad se sobresaturan con la circulación de autobuses, trolebuses, autos privados y taxis, cuyos porcentajes nos indican la distribución del volumen total. (Gráfica 1).

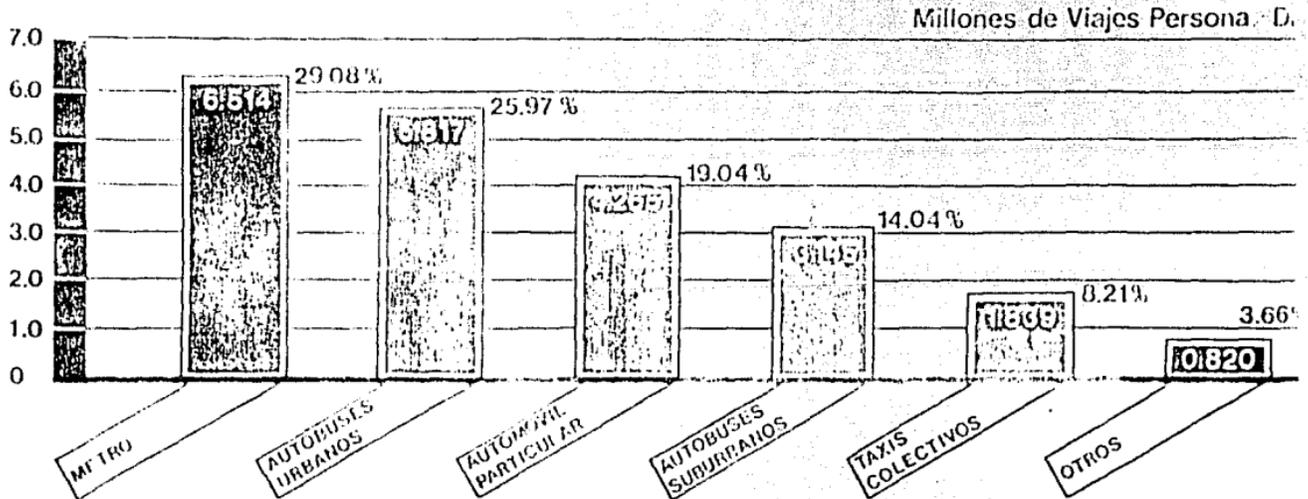
Cuando se congestionan las calles, avenidas y vías rápidas, se producen pérdidas de tiempo y producción, además de aumentar el grado de contaminación del medio ambiente.

El estudio económico realizado para el S.T.C. Metropolitano incluye la ubicación de los centros de empleados y obreros, zonas con alta densidad de población, movilidad de los pasajeros y corrientes de circulación. Conociendo la densidad de habitantes por zona, sus desplazamientos origen-destino y su ingreso promedio por habitante, se puede deducir a grandes rasgos el número de pasajeros transportados diariamente.

El transporte colectivo sobre vía férrea entra la saturación de los demás sistemas de transporte a corta, media y larga distancia con economía; tomando en cuenta, que cualquier línea de autobuses o de tren metropolitano, tiene una zona de influencia que corresponde a una raja de 1 km. a cada lado de su eje.

GRAFICA 1

Generación de Viajes por Modo de Transportación



A) Área de estudio y zona de cobertura.

Los límites de la zona metropolitana de la Cd. de México (Z.M.-C.M.) se han modificado frecuentemente. Por esta causa, es fundamental la determinación de una área en la cual se necesite la introducción de un sistema de transporte masivo que resuelva los requerimientos de movilidad de población.

Por otro lado, la importancia del S.T.C. Metropolitano rebasa los límites de la urbe, debido a que se apoyará en él, modos de transporte de carácter suburbano y toráneo.

Partiendo de la conjunción de una parte del Estado de México -- con el Distrito Federal, el área de influencia se ha extendido considerablemente (Plano 1).

La línea 9 del S.T.C. en su tramo elevado oriente, une puntos -- estratégicos de alta actividad social y comercial. Los parámetros -- considerados fueron: el crecimiento demográfico en esta zona que -- posee densidades que varían de 301-350 habitantes/hectárea, la expansión de la mancha urbana en esta zona que tiende a unirse con Ciudad Netzahualcóyotl, Iztapalapa y poblaciones vecinas; además de las tendencias de coberturas de los servicios de transporte, principalmente suburbano y el grado de movilidad de pasajeros que se presenta en la línea 1.

B) Análisis de la oferta y la demanda.

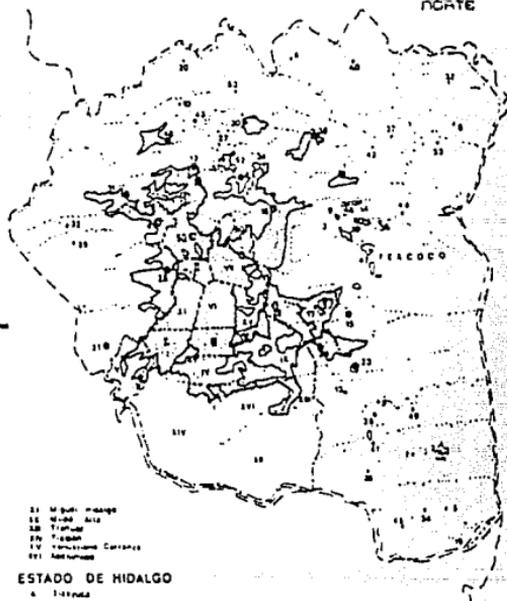
Diariamente se generan en la zona metropolitana, aproximadamente un total de 25 millones de viajes/persona/día, de estos, cerca -- del 30% se realizan en el S.T.C. Metropolitano, un 26% en autobuses -- urbanos, 19% en automóviles particulares, 14% en autobuses suburta--

Conformación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México



ESTADO DE MEXICO

- 1 Aguascalientes
- 2 Baja California
- 3 Baja California Sur
- 4 Campeche
- 5 Chiapas
- 6 Chihuahua
- 7 Coahuila de Zaragoza
- 8 Colima
- 9 Durango
- 10 Guerrero
- 11 Guanajuato
- 12 Hidalgo
- 13 Jalisco
- 14 México
- 15 Morelos
- 16 Nayarit
- 17 Oaxaca
- 18 Puebla
- 19 Querétaro
- 20 San Luis Potosí
- 21 Sinaloa
- 22 Sonora
- 23 Tamaulipas
- 24 Tlaxcala
- 25 Veracruz
- 26 Yucatán
- 27 Zacatecas
- 28 Quintana Roo
- 29 Chiapas
- 30 Campeche
- 31 Yucatán
- 32 Quintana Roo
- 33 Yucatán
- 34 Campeche
- 35 Yucatán
- 36 Campeche
- 37 Yucatán
- 38 Campeche
- 39 Yucatán
- 40 Campeche
- 41 Campeche
- 42 Campeche
- 43 Campeche
- 44 Campeche
- 45 Campeche
- 46 Campeche
- 47 Campeche
- 48 Campeche
- 49 Campeche
- 50 Campeche
- 51 Campeche
- 52 Campeche
- 53 Campeche



DISTRITO FEDERAL

- 1 Álvaro Obregón
- 2 Benito Juárez
- 3 Cuauhtémoc
- 4 Cuernavaca
- 5 Cuernavaca
- 6 Cuernavaca
- 7 Cuernavaca
- 8 Cuernavaca
- 9 Cuernavaca
- 10 Cuernavaca
- 11 Cuernavaca
- 12 Cuernavaca
- 13 Cuernavaca
- 14 Cuernavaca
- 15 Cuernavaca
- 16 Cuernavaca
- 17 Cuernavaca
- 18 Cuernavaca
- 19 Cuernavaca
- 20 Cuernavaca
- 21 Cuernavaca
- 22 Cuernavaca
- 23 Cuernavaca
- 24 Cuernavaca
- 25 Cuernavaca
- 26 Cuernavaca
- 27 Cuernavaca
- 28 Cuernavaca
- 29 Cuernavaca
- 30 Cuernavaca
- 31 Cuernavaca
- 32 Cuernavaca
- 33 Cuernavaca
- 34 Cuernavaca
- 35 Cuernavaca
- 36 Cuernavaca
- 37 Cuernavaca
- 38 Cuernavaca
- 39 Cuernavaca
- 40 Cuernavaca
- 41 Cuernavaca
- 42 Cuernavaca
- 43 Cuernavaca
- 44 Cuernavaca
- 45 Cuernavaca
- 46 Cuernavaca
- 47 Cuernavaca
- 48 Cuernavaca
- 49 Cuernavaca
- 50 Cuernavaca
- 51 Cuernavaca
- 52 Cuernavaca
- 53 Cuernavaca

ESTADO DE HIDALGO

- 1 Aguascalientes
- 2 Aguascalientes

Simbología	Limite Distrito Federal	Limite Municipal y Delegacional
	Limite Estatal	Limite ZMCM
	Capital de Estado	Municipio Conurbado
	Mancha Urbana	

UNAM ENEP ACATLAN
TESIS PROFESIONAL
DANIEL ANDRES CASAS RANGEL
PLANO 1
CONFORMACION DE LA Z.M.C.M.

nos, 9% en taxis colectivos y el resto en taxis libres, trolebuses y otros tipos de transporte.

La mayoría de los viajes que se realizan en el S.T.C., para ser exactos el 84%, se originan o tienen como destino el Distrito Federal. El centro de la ciudad sigue siendo el sector de mayor movilidad de pasajeros, le sigue el norte con la expansión de Tlanepantla y Ecatepec, continúa la movilidad registrada en el oriente, debido a la unión de Cd. Nezahualcóyotl e Iztapalapa con el centro de la ciudad, después la zona poniente y finalmente la zona sur (Plano 2).

Debido a que en la zona oriente se registra uno de los mayores porcentajes de movilidad procedentes del centro y del poniente de la ciudad, la capacidad de la línea 1 del S.T.C. ha sido superada considerablemente. Por lo tanto, la introducción de la línea 9 aliviará la saturación de movimientos de personas en la línea 1, constituyendo otra alternativa paralela con dirección oriente-poniente.

La saturación que se presentó en algunas líneas en operación durante 1983 fué la causa por la que el S.T.C. alcanzó el 150% de su capacidad normal, haciendo prioritaria la necesidad de construir una nueva línea con dirección paralela y con los mismos orígenes.

La capacidad máxima del S.T.C. Metropolitano es de 60,000 pasajeros/hora/sentido con un intervalo mínimo de 1.5 minutos entre cada tren.

1.4 TRAZO DE LA LINEA 9

La longitud del proyecto de la red del S.T.C. de la Cd. de México, consta de 50% línea superficial, 35% en cajón, 7% en túnel y 8% elevado. Este 8% incluye 10.4 km. de la línea 4 y 5.4 km. de la línea

9 en consideración.

La planta y el perfil del trazo de la línea 9, tramo elevado --- oriente, se muestra en el plano 3.

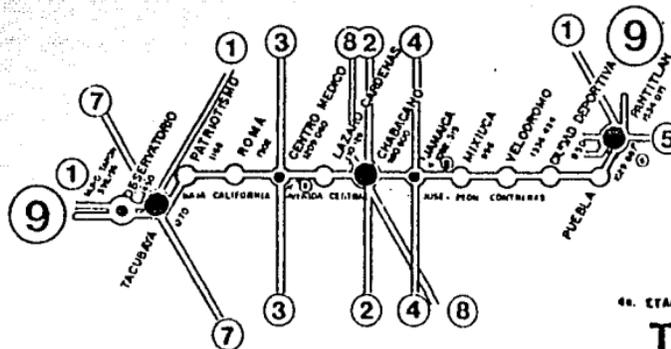
El trazo de la ruta de una línea se proyecta tomando como base los volúmenes de movimiento de los pasajeros, la densidad de población por zonas, el tráfico actual de los vehículos automotores en las diferentes calles y avenidas y las afectaciones, tanto a los predios adyacentes, como a las obras públicas existentes.

La ruta óptima incluye las avenidas: Morelos, Prolongación Viaducto-Río la Piedad y Río Churubusco en su parte final.

A) Ventajas de la línea elevada.

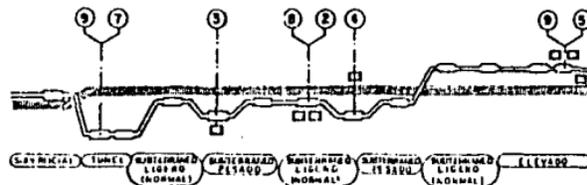
La decisión de construir una línea elevada en el tramo oriente de la línea 9, se basa en las siguientes ventajas:

- a) Tiene un costo por km. menor que la clásica línea en cajón, propia para suelos blandos.
- b) Existe un porcentaje más bajo de probabilidades de rompimientos de tuberías, cables y ductos subterráneos.
- c) Pocas molestias con respecto al tráfico de vehículos y paso de peatones durante la construcción, ya que en los cruces viales se utilizaron elementos prefabricados.



46. ETAPA OBSERVATORIO-PANTITLÁN

TRAZO



PERFIL

LÁMINA II

INFORMACION TECNICA

LONGITUD DE SERVICIO 14,534.614 m	Nº DE ESTACIONES DE PASO	13
LONGITUD TOTAL 16,460.981 m	DE TRANSBORDO	7
LONGITUD 4ª ETAPA 16,460.981 m	DE TRANSBORDO	6
ENLACE CON LINEA 3 530.000 m (1)		
ENLACE CON LINEA 5 424.000 m (1)		
ENLACE CON LINEA 6 263.000 m (1)		

SIMBOLOGIA

- ESTACION DE PASO
- ESTACION DE TRANSBORDO
- ENLACE
- INSTANCIAS GRAFICAS
- PUENTE TRANSBORDO



observatorio
pantitlán

LINEA 9

SEAM S.N.P. ACATLÁN

TESIS PROFESIONAL

DAMEL ANORES CASAS RANGEL

PLANO 3

TRAZO Y PERFIL

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

II.1 RECONOCIMIENTO DEL SITIO.

La línea 9 del STC es elevada en su tramo Velódromo-Pantitlán, - se localiza en la zona III según el Reglamento de Construcciones para el D.F. (Artículo 262), con suelos compresibles de espesor $H \geq 20m$.

Tomando en cuenta que se realiza una cimentación profunda y en base al Reglamento, es necesario llevar a cabo las siguientes actividades:

a) Sondeos de penetración estándar para conocer la estratigrafía, la profundidad del nivel freático y las propiedades índice de los materiales hallados. Estos sondeos se deben llevar hasta la profundidad en la que se encuentre el estrato incompresible.

b) Estimación de las propiedades mecánicas más importantes, basándose en las propiedades índice; si no hay correlación, deben aplicarse pruebas de laboratorio a muestras inalteradas.

c) Investigación sobre los asentamientos del subsuelo, debido al fenómeno de consolidación regional.

II.2 EXPLORACION DE SUELOS

A) SONDEOS

Para la exploración de la línea 9 del STC Metropolitano, se realizaron sondeos mixtos con una profundidad de 40 metros aproximadamente. El muestreo alterado se realizó con penetrómetro estándar y el inalterado con tubo Shelby a presión.

Los trabajos consisten en 17 sondeo mixtos continuos, 6 pozos -- a cielo abierto, 16 piezómetros (14 tipo Casagrande y 2 neumáticos) y 6 pruebas de carga en pilotes.

Lista de trabajos realizados y localización de cada uno de ellos:

Sondeos mixtos continuos:

- SM-1 Est. Cd. Deportiva
 - SM-2 Est. Cd. Deportiva
 - SM-3 Av. Río La Piedad y Avenida 12
 - SM-4 Est. Puebla
 - SM-5 Av. Río La Piedad y Calle 81
 - SM-6 Entre Est. Velódromo y Est. Cd. Deportiva
 - SM-7 Av. Río La Piedad y Calle 37
 - SM-8 Av. Río La Piedad entre Calle 27 y 29
 - SM-9 Galindo y Villa y Viaducto Miguel Alemán
 - SM-10 Estación Velódromo
 - SM-11 Estación Velódromo
 - SM-14 Av. Río La Piedad y Calzada Ignacio Zaragoza
 - SM-16 Estación Pantitlán
 - SM-17 Estación Pantitlán
 - SM-19 Entre Est. Pantitlán y Nave de Depósito
 - SM-20 Entre Est. Pantitlán y Nave de Depósito
 - SM-21 Nave de Depósito
- Pozos a cielo abierto:
- PCA SM5 Cercano al sondeo SM5
 - PCA SM 14 Cercano al sondeo SM14
 - PCA SM 18 Cercano al sondeo SM19
 - PCA SM20/21 Entre los sondeos SM20 y SM21.

PCA 1 Entre las calles 2 y 3 en nave de depósito.

PCA 2 Entre las calles 2 y 3 en nave de depósito.

Estaciones piezométricas:

- 1) PZ-SM2 Av. Río La Piedad entre las calles 43 y 45 Cerca SM-2.
- 2) PZ-SM2 Av. Río La Piedad entre las calles 43 y 45 Cerca SM-2.
- 3) PZ-SM4 Av. Río La Piedad entre las calles 75 y 77 Cerca SM-4.
- 4) PZ-SM1 Av. Río La Piedad entre las calles 41 y 43 Cerca SM-1.
- 5) PZ-SM1 Av. Río La Piedad entre las calles 41 y 43 Cerca SM-1.
- 6) PZ-SM8 Av. Río La Piedad esquina Av. 12 y calle 59 Cerca SM-8.
- 7) PZ-SM4 Av. Río La Piedad entre las calles 75 y 77 Cerca SM-4.
- 8) PZ-SM8 Av. Río La Piedad esquina Av. 12 y calle 59 Cerca SM-8.
- 9) PZ-SM9 Viaducto Miguel Alemán y Av. Río La Piedad Cerca SM-9.
- 10) PZ-SM11 Viaducto Miguel Alemán Cerca SM-11.
- 11) PZ-SM11 Viaducto Miguel Alemán Cerca SM-11.
- 12) PZ-SM16 Río Churubusco y Talleres Gráficos Cerca SM-16.
- 13) PZ-SM16 Río Churubusco y Talleres Gráficos Cerca SM-16.
- 14) PZ-SM17 Río Churubusco entre Talleres Gráficos y Calle Guadalupe Cerca SM-17.
- 15) PZ-SM18 Río Churubusco y Calle Guadalupe Cerca SM-10.
- 16) PZ-SM18 Río Churubusco y Calle Guadalupe Cerca SM-10.

En las estaciones piezométricas se obtuvieron lecturas solamente durante los primeros meses, ya que estaban colocadas en el camellón - donde se hizo la obra, por lo cual quedaron inoperantes.

Pruebas de carga:

- 1) Pilote de 0.5 x 0.5 x 30 m. Prueba de carga lenta.
- 2) Pilote de 0.3 x 0.3 x 35 m. Prueba de carga lenta.
- 3) Pilote de 0.3 x 0.3 x 35 m. Prueba de carga lenta.

- 4) Pilote de 0.3 x 0.3 x 35 m. Prueba de carga rápida.
- 5) Pilote de 0.5 x 0.5 x 30 m. Prueba de carga lenta.
- 6) Pilote de 0.3 x 0.3 x 35 m. Prueba de carga rápida.

La estratigrafía representativa de la zona donde se construyó la línea 9 se muestra en la Figura 1.

a) Pozos a Cielo Abierto

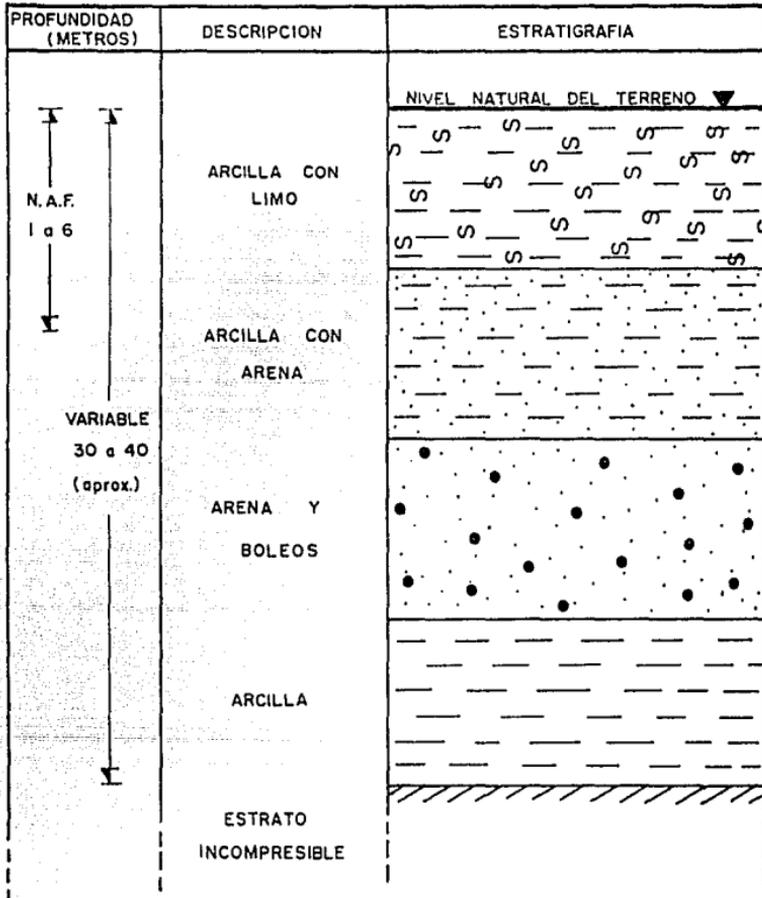
Fueron excavados con dimensiones adecuadas para poder lograr un exámen directo de los diversos estratos del suelo en sus condiciones naturales. Se realizó un registro de observaciones y una clasificación preliminar de los materiales encontrados. Las muestras inalteradas se labraron en las paredes de la excavación quitando la costra superficial que se forma por el efecto de la intemperización. Las muestras se protegieron de las pérdidas de humedad y de la alteración de su estructura.

b) Penetración estándar.

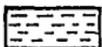
Se hincó a golpes un penetrómetro estándar en el fondo de la perforación por medio de un martinete de 63.5 kg., dejándolo caer libremente desde una altura de 76 cm.

Los primeros 15 cm. que el instrumento penetra fueron despreciados, a partir de ese momento, se contaron los golpes necesarios para que penetrara otros 30 cm., obteniéndose valores que oscilaban entre 2 y 5 golpes. Por último, se introdujo el penetrómetro 15 cm. adicionales para, posteriormente, ser retirado y extraída la muestra alterada de su interior.

FIGURA 1.



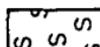
SIMBOLOGIA



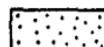
ARCILLA



BOLEOS



LIMO



ARENA

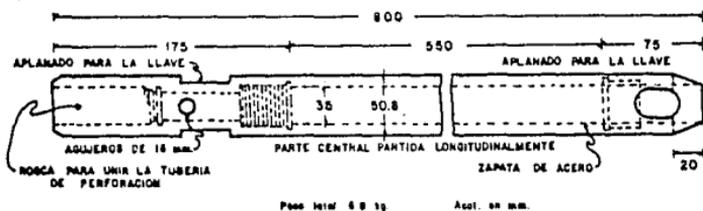


FIGURA 2. PENETROMETRO ESTANDAR.

La resistencia de los suelos finos a los cuales se haya aplicado la prueba de penetración estándar, puede ser estimada superficialmente con la siguiente tabla:

Tabla 1

Consistencia	Resistencia a la penetración	Resistencia a la compresión simple q_u (ton/m ²)
Muy blandos	Menos de 2 golpes	Menos de 1.5
Blandos	De 2 a 4	De 1.5 a 3
Medianamente Firmes	De 4 a 8	De 3 a 6
Firmes	De 8 a 15	De 6 a 12
Muy firmes	De 15 a 30	De 12 a 25
Duros	Más de 30	Más de 25

c) Tubo Shelby

Con el objeto de reducir a su expresión mínima las alteraciones que sufren las muestras, se recomendó utilizar para estos suelos cohesivos blandos, muestreadores cilíndricos de pared delgada para evitar el remoldeo.

La relación de área debe ser menor del 10%; siendo obtenida con esta fórmula:

$$Ar(\%) = 100 \frac{De^2 - Di^2}{De^2}$$

Ar(%) = Relación del área.

De = Diámetro exterior del tubo.

Di = Diámetro interior del tubo.

El diámetro mínimo recomendable fué de 10 cm. (4"). Por ello, -- fué el diámetro utilizado; así como su longitud de 80 cm. (30.5").

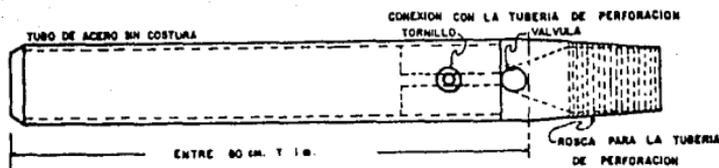


FIGURA 3. TUBO SHELBY.

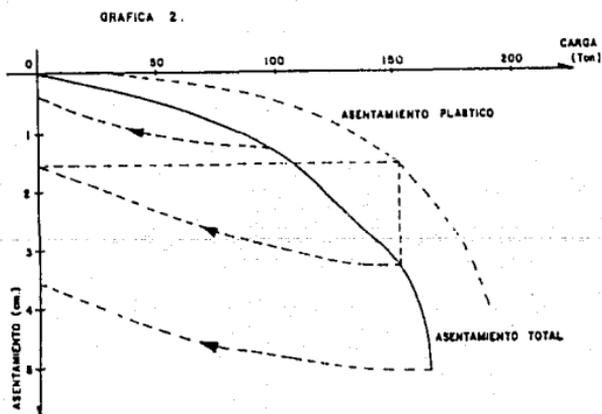
El tubo fué hincado con el gato de una perforadora hidráulica, -- tratando de que penetrara con la misma presión estática, rápidamente -- y a velocidad constante. Debido a que la perforación fué mayor de -- 10 m. y el tipo de arcilla existente se encontró blanda y saturada, -- se requirió ademar por medio de una tubería de mayor diámetro que se -- hincó previamente hasta una cota menor que la de la muestra obtenida.

Ya que se terminó el proceso de hincado, se giró la tubería de -- perforación con el objetivo de cortar el extremo inferior de la mues- -- tra.

Se levantó hasta la superficie del terreno y se retiró el tubo muestreador aflojando los tornillos que lo fijan al tubo. La muestra fué limpiada y protegida con parafina líquida en sus extremos.

d) Pruebas de carga en pilotes.

La aplicación de la carga se realizó con la presión de un gato hidráulico, cuya reacción fué absorbida con una plataforma lastrada, aplicándose la carga en incrementos. Se efectuaron procesos cíclicos de carga y descarga para poder diferenciar los asentamientos elásticos y plásticos que sufrió el pilote, dejando cada incremento de carga el tiempo suficiente hasta asegurarse que el asentamiento cesó. -- Los registros se llevaron en una gráfica carga-asentamientos, por medio de la cual se determinó la carga máxima de falla, en el momento en que se observó un cambio repentino de la pendiente de la curva. -- Una gráfica de este tipo se muestra a continuación.



Después de que se determinó la carga de falla, se dividió por un factor de seguridad de 2, proporcionando la carga real que el pilote soporta.

e) Propiedades índices de los suelos.

Las siguientes pruebas se llevaron a cabo en las muestras alteradas e inalteradas para obtener las propiedades índices más importantes, siendo aplicadas a cada estrato identificable:

Tabla 2

P r u e b a	Tipo de Muestra	Cantidad de Material Requerido:
Preparación de las muestras.	Alterada ó inalterada.	La requerida para las siguientes pruebas.
Contenido de agua	Inalterada ó alterada con contenido de agua natural	Cantidad representativa del material estudiado.
Densidad de sólidos	Alterada ó inalterada.	Suelos cohesivos: 25 a - 50 g. Suelos no cohesivos: 60 g. Gravas: 10 partículas como mínimo.
Granulometría: Análisis combinado	Muestras no segregada, alterada ó inalterada.	Suelos arcillosos y limosos: 200 a 500 g. Suelos arenosos: 500 a 1000 g.
Límite de consistencia.	Inalterada ó alterada con contenido de agua sensiblemente.	75 a 100 g.
Límite líquido	Igual al natural - Fracción menor que la malla No. 40 - (0.42 mm.)	
Límite plástico	Igual al caso anterior.	15 a 20 g.
Límite de contracción.	Inalterada ó alterada.	100 g.

B) Propiedades mecánicas de los suelos

Se determinaron en las muestras inalteradas, aplicándose las -- pruebas a cada estrato. En los estratos mayores de 4 m., se realizó -- una determinación por cada 4 m. de sondeo, excepto cuando se presentó una acentuada homogeneidad.

Los procedimientos utilizados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3

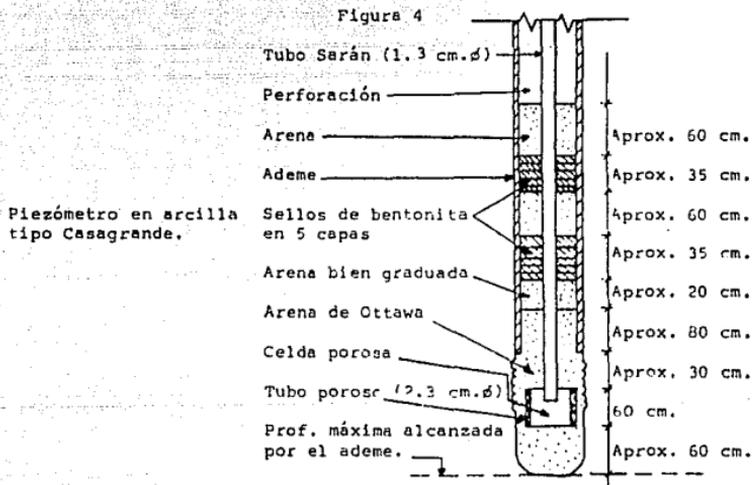
P r u e b a s	O b s e r v a c i o n e s
<u>Consolidación unidimensional</u>	Se definirá la curva relación de va- cios de equilibrio contra presión -- efectiva en su rama de carga crecien- te mediante al menos tres puntos de- cada lado de la carga de preconsoli- dación y en la rama de descarga me- diante tres puntos a partir de una -- carga mayor que la de preconsolida- ción.
<u>Permeabilidad</u> Con carga constante Con carga variable	
<u>Resistencia</u> Corte directo Compresión no confinada Pruebas triaxiales (UU, CU ó CD)	La falla en esta prueba deberá ser -- por corte y no por agrietamiento lon- gitudinal o según fisuras pre exis- tentes; en caso de no poder cumplir- se esta condición, se recurrirá a la prueba triaxial no consolidada-no -- drenada (uu). (UU: no consolidada-no drenada. CU: consolidada-no drenada. CD: consolidada-drenada).

C) Investigación de los asentamientos.

El estudio sobre los asentamientos fué realizado mediante la observación directa de piezómetros colocados con anterioridad a la ejecución de la obra, por tratarse de una cimentación profunda.

La variación en las lecturas de los niveles del agua, indicó el grado de consolidación en esa zona circunvecina.

Esta información permitió conocer la realidad con la que el suelo se comprime de forma natural, ya que las construcciones más próximas se localizaron lo bastante distante para ejercer influencia en el lugar de estudio.



II.3 CONCLUSIONES OBTENIDAS.

Tomando como fundamento los resultados que se obtuvieron en los estudios realizados, la cimentación propuesta tuvo que cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) La presión máxima admisible al nivel de desplante de la losa de cimentación, deberá oscilar entre 8 y 8.5 ton/m² en tramos y de 9.0 a 9.5 ton/m² en estaciones.
- b) En ningún caso, el incremento de la presión (A_p) provocado por la solución de cimentación sumado a la presión efectiva inicial (P_0) en cada uno de los estratos compresibles considerados, deberá exceder el valor de la carga de preconsolidación del suelo, a fin de evitar hundimientos excesivos.
- c) El hundimiento total por cada apoyo no será mayor a 18 cm.
- d) El hundimiento diferencial máximo entre dos apoyos consecutivos no deberá exceder de 4 cm.
- e) En caso de utilizar pilotes de fricción, para estimar la capacidad de carga bajo solicitaciones estáticas, deberá emplearse un factor de seguridad de 1.5 y para condiciones dinámicas será de 1.15.
- f) La estabilidad de la cimentación piloteada se deberá verificar mediante la desigualdad marcada por el Reglamento de las Construcciones del D.F., para las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas:

$$\sum QF_c \leq R.$$

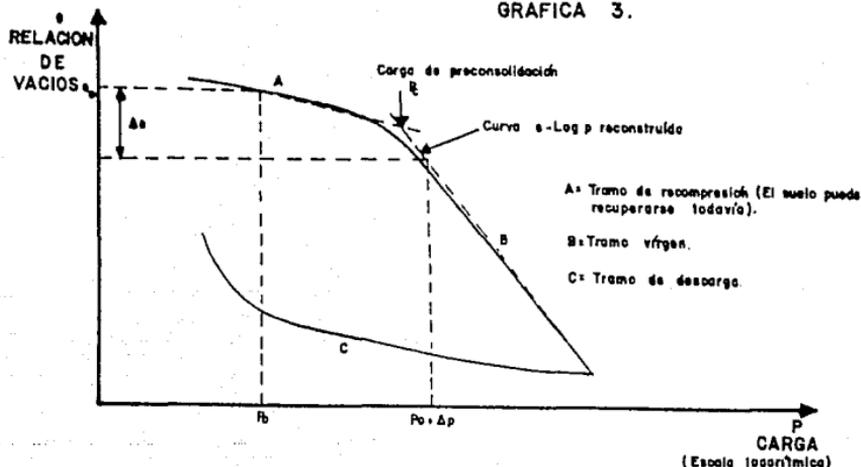
Donde:

ΣQ_{fc} = Suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, afectada por sus correspondientes factores de carga. Las acciones incluirán el peso propio de los pilotes y el efecto de la fricción negativa que pudiera desarrollarse.

R = Capacidad de carga de la cimentación definida por el menor de los siguientes valores:

- i) La suma de las capacidades de carga de los pilotes individuales.
- ii) La capacidad de carga de una zapata de geometría igual a la envolvente del conjunto de pilotes.
- iii) La suma de las capacidades de carga de los diversos grupos de pilotes en que pueda subdividirse la cimentación.
- g) La capacidad de carga lateral en los pilotes, no deberá - - exceder de 12 ton/pilote, el cual incluye un factor de seguridad de 3.0.
- h) Para el cálculo de asentamientos de zapatas sobre pilotes - de fricción, se deberá utilizar el procedimiento propuesto - por el Instituto de Ingeniería, obteniendo las reducciones - de las relaciones de vacíos directamente de las curvas e - vs. log. P y no de los coeficientes de cambio de volúmen.

GRAFICA 3.



- i) Deberá verificarse que la separación entre dos zapatas con-
riguas sea tal que no exista traslape entre los bulbos de --
distribución de esfuerzos de cada zapata.
- j) La revisión de la capacidad de carga por grupo, se realizará
de acuerdo con lo señalado a continuación:

"En pilotes de fricción, el aspecto de grupo más importante -
en lo que se refiere a la repartición de carga es la posibili-
dad de una falla de la cimentación en conjunto.

La posibilidad de esta falla estriba en que la resistencia-
por adherencia y fricción en el área lateral del prisma de-
altura L, envolvente de los pilotes (Figura 5), sea menor -
que la suma de la resistencia de todos los pilotes conside-
rados individualmente. Si n es el número de pilotes en la -

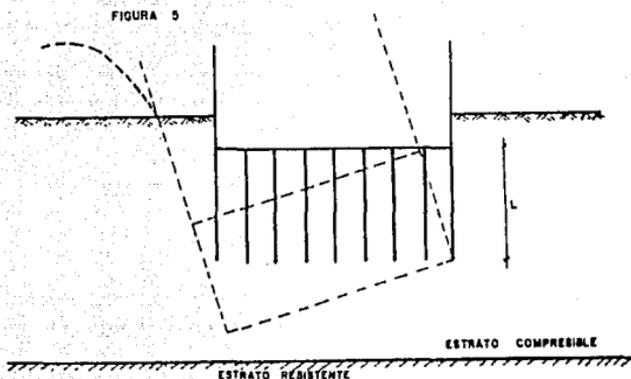
cimentación, p el perímetro de cada uno, P el perímetro del conjunto y f_a es la adherencia entre pilote y suelo, -- supuesta igual a la resistencia al esfuerzo cortante del material, el peligro de falla de conjunto dejará de ser crítico si se cumple la desigualdad:

$$npL \leq P f_a$$

de donde

$$np \leq P$$

lo que da lugar a la conocida regla práctica de que no hay riesgo dominante de falla de conjunto siempre y cuando el perímetro del área ocupada por los pilotes sea mayor o -- igual que la suma de los perímetros de los pilotes individuales".



II.4 PROPOSICION DE LA CIMENTACION.

Debido a que el tipo de suelo arcilloso que existe en la zona - donde se ubica el tramo oriente de la línea 9 del STC. Metropolitano es muy compresible, tiene baja capacidad de carga y presenta, por -- encontrarse sobresaturado, el fenómeno de consolidación regional, se estableció que lo más conveniente sería utilizar una cimentación profunda a base de pilotes de concreto trabajando a fricción, y una -- cuadrícula de contratrabes que trabajarán como una losa de cimenta-- ción hueca.

FOTOGRAFIA 1



Aplicando el concepto de cimentación compensada de tal forma -- que no se presentaran hundimientos ó bufamientos (Fotografía 2), el peso total del suelo excavado tuvo que ser reemplazado rápidamente -- y en forma aproximadamente igual por el peso total de la estructura -- y las cargas móviles menos la resistencia de los pilotes y los contratraves.



FOTOGRAFIA 2

CAPITULO III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

III.1 PILOTES

Los pilotes fueron fabricados con concreto reforzado, cumpliendo con las dimensiones y armados mostrados en el plano 4. La diferencia entre las dimensiones de la sección transversal de los pilotes fabricados con respecto a las indicadas en el plano, no fué mayor a 1 cm.

A) Fabricación.

a) Armado.

El acero de refuerzo fué colocado en la posición indicada, se tomaron en cuenta los recubrimientos, diámetros de varillas, separaciones, etc., indicados en el plano 4. El acero fué asegurado correctamente para evitar su desplazamiento durante el colado.

Se usaron silletas de varilla, bloques de concreto, separadores, etc., que garantizaron la correcta posición del acero.

b) Colado.

Los pilotes fueron colados en posición horizontal, de manera monolítica y continua.

Durante el transporte del concreto de la mezcladora hasta el lugar de colado, se evitó la separación ó clasificación de los agregados.

Cuando se realizó el colado, el concreto fué vibrado y picado a base de varillas y vibradores a fin de lograr la salida del aire y obtener un colado compacto. Los pilotes que presentaron oquedades o porosidades y una consecuente baja en su resistencia estructural, fueron rechazados.

c) Curado.

Cada pilote precolado se mantuvo húmedo por espacio de 7 días. -- Los métodos que se utilizaron para curar el concreto fueron a base de vapor ó aplicando el aditivo Curacreto.

d) Manejo.

El manejo de los pilotes durante los procesos de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte, se realizó de tal forma que se evitaron esfuerzos de flexión excesivos, rupturas, etc.

Fueron rechazados todos los pilotes que durante su manejo sufrieron agrietamientos hasta el punto en que el refuerzo hubiera mostrado deformaciones.

Los pilotes sólo pudieron ser manejados a partir de 14 días de -- haber sido colados, con excepción de los que hayan sido curados a vapor; en los cuales este período fué reducido a 3 días.

B) Calidad de materiales.

a) Concreto.

Se utilizó concreto de una resistencia $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$, su revenimiento quedó comprendido entre 7.5 y 10 cm. Se vigilaron estrictamente la dosificación y tamaño de los agregados, en el sitio donde se colaron los pilotes.

Los agregados tuvieron que cumplir con las siguientes especificaciones:

La grava, que constituye el agregado grueso, será el producto de roca sana, pudiendo ser de miná ó triturada; siempre y cuando no presente forma de laja. El tamaño máximo de la grava no sobrepasará de -- $\frac{3}{4}$ ó $\frac{3}{4}$ del espaciamiento mínimo entre varillas ó paquetes de varillas.

La arena deberá ser de grano duro y no deberá contener arcilla o materia orgánica. Es recomendable que el material más fino que pasa la malla número 100 no sea mayor del 10% y que el material que pase por la malla número 200 esté comprendido entre el 3% y 5% del peso del material.

El agua deberá ser limpia ó tratada.

b) Acero de refuerzo.

Se utilizó acero con $f_y = 4000 \text{ Kg/cm.}^2$ para el refuerzo principal de los armados (varillas #5, #6 y #8).

El acero de los estribos tenía un $f_y = 2300 \text{ Kg./cm.}^2$ (varillas #3).

C) Pruebas.

Se realizó una prueba de carga por cada 200 pilotes colados. Durante la fabricación de los pilotes se probaron cilindros del concreto utilizado, también se obtuvieron probetas del acero de refuerzo empleado. Tanto los cilindros como las probetas fueron sometidos a análisis y pruebas en un laboratorio.

a) Concreto.

Por cada mezcla de concreto, se obtuvo una muestra, que consta de tres cilindros; ensayando un cilindro a los 7 días y los otros dos a los 28 días. Si los resultados indicaron baja resistencia, los pilotes colados con este concreto fueron rechazados.

b) Acero de refuerzo.

Se seleccionaron tres probetas por cada lote de varillas, las cuales fueron sometidas a pruebas de carga para acero de refuerzo. El acero sólo pudo ser utilizado cuando los resultados fueron aprobatorios.

D) Hincado.

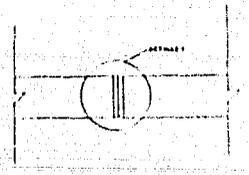
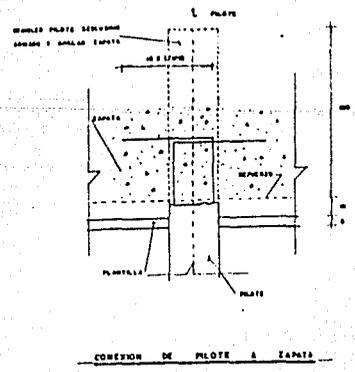
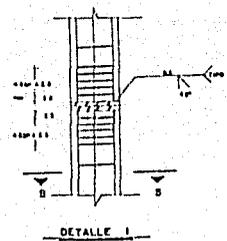
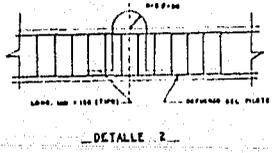
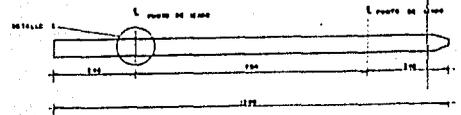
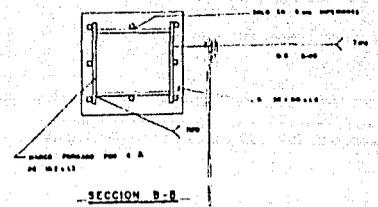
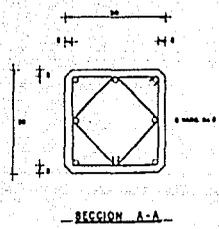
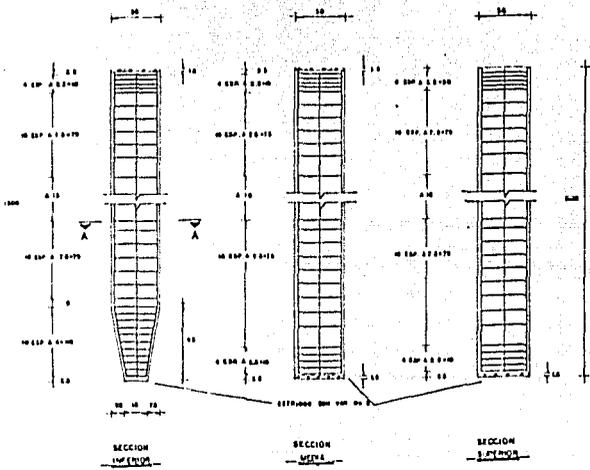
Antes de efectuar el hincado, los pilotes fueron revisados, teniendo que estar lo más limpios posible. Todos los pilotes que presentaron agrietamientos o fisuras no fueron hincados.

Cuando se procedió a realizar el hincado de los pilotes, se requirió la colocación sobre ellos, de un elemento amortiguador en la cabeza que permitió evitar daños causados con el martinete.

Se permitió un desplazamiento horizontal máximo de 10 cm. con respecto a la localización de proyecto del pilote.

Los pilotes que sufrieron daños durante el proceso de hincado, fueron retirados y susstituidos por otros en perfecto estado.

Antes de proceder al hincado de pilotes, existió la necesidad de realizar una perforación previa de 10cm. de diámetro en los lugares donde se colocó cada pilote, extrayendo todo el material. Esta perforación se realizó hasta una profundidad equivalente a $\frac{1}{4}$ de la longitud total del pilote.



UNAM ENEP ACATLAN
 TESIS PROFESIONAL
 DANIEL ANDRES CASAS HANDEL
 PLANO Y PROYECTO

III.2. EXCAVACION

El tamaño de la excavación fué determinado tomando como base las dimensiones necesarias para alojar la cuadrícula de contratraves:

Largo = 15.00 m.

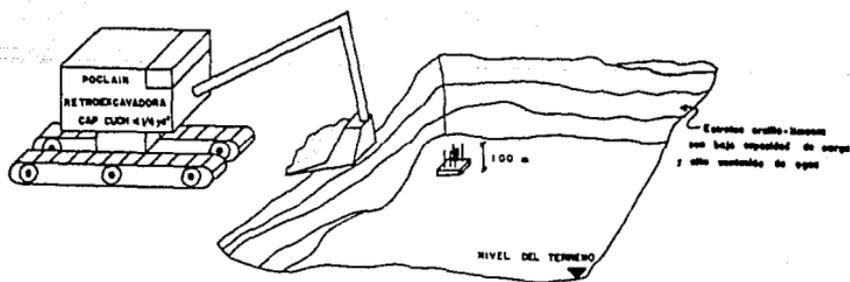
Ancho = 8.00 m.

Profundidad = 2.2 m.

Total material excavado = $15.00 \times 8.00 \times 2.2 = 264 \text{ m}^3/\text{zapata}$.

Para ejecutarla, se utilizó una retroexcavadora Poclair con capacidad de cucharón de $1\frac{1}{4} \text{ y } 3^3$ que recolectaba el material excavado y lo depositaba en los camiones de volteo de 6 m^3 de capacidad.

FIGURA 6



La excavación no requirió adomado, pudiendo quedar expuesta a la intemperie durante un período máximo de 24 horas sin que existiera -- desestabilización de las paredes y bufamiento del fondo de la excavación.

Después se procedió a descabezar el conjunto de pilotes hasta un metro encima del fondo de la excavación, demoliendo el concreto para dejar al descubierto el acero de refuerzo. (ver Plano 4).

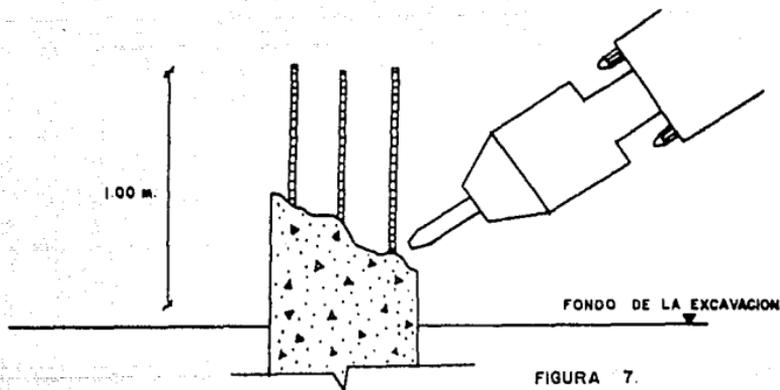


FIGURA 7.

III.3 CONTRATRABES

En el fondo de la excavación se coló una plantilla de concreto pobre $f'c= 100 \text{ Kg/cm}^2$. de 5 cm. de espesor.

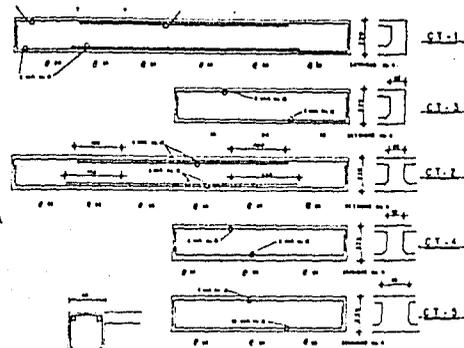
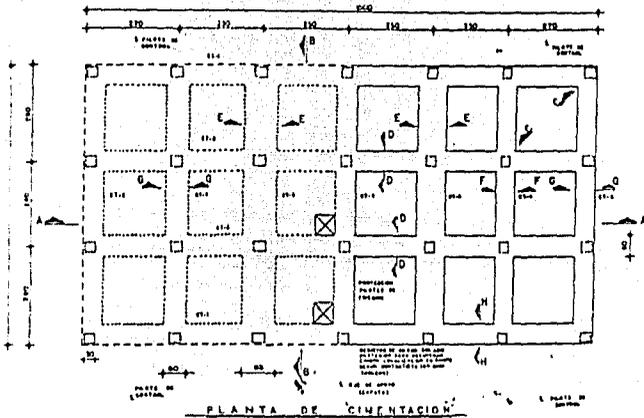
Los armados de las contratraves se traslaparon con los armados de cada pilote. Las dimensiones, el armado de las contratraves y la distribución de los pilotes se muestran en el plano 5. Los detalles del acero de refuerzo (traslapos, ganchos y escuadras) se muestran en la tabla 4.

El cimbrado se realizó con madera triplay, teniendo la precaución de no reducir las secciones transversales de las contratraves. Para dar un acabado aparente al concreto, las irregularidades de la madera fueron absorbidas con la aplicación de la pasta Colmadur que selló los huecos de la cimbra en contacto y a continuación se aplicó la resina epóxica Colmasol que permitió obtener una superficie casi lisa.

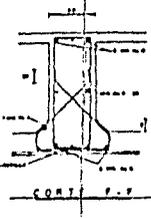
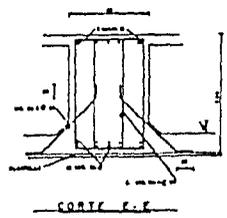
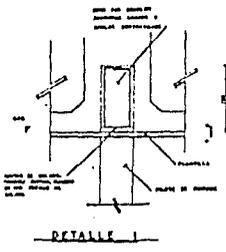
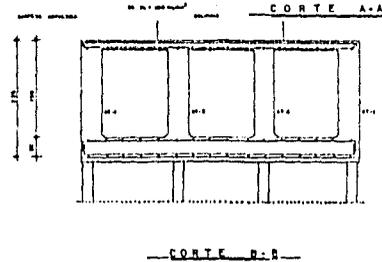
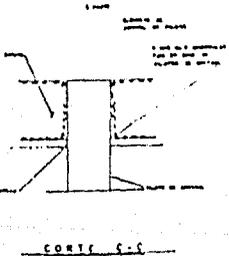
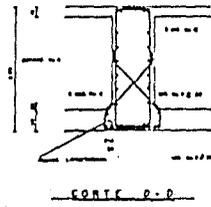
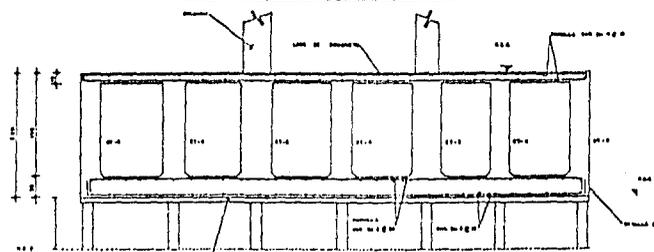
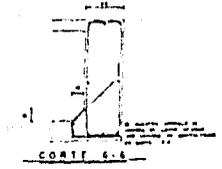
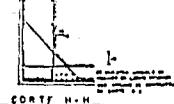
Ya colocada la cimbra, se procedió a realizar el colado con concreto $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$. para que el concreto llegara a todos los lugares y así -- evitar la existencia de una gran cantidad de aire, se utilizaron vibradores para su compactación.

Cuando el concreto alcanzó el 80% de su resistencia total, aproximadamente a los 3 días, se retiró la cimbra y se curó el concreto.

Como última etapa, se coló la losa tapa de cimentación, existiendo la opción de colocar losas tapa precoladas.



- NOTAS**
1. Sección y dimensiones de los cimientos de acuerdo con el plano de cimentación.
 2. Las columnas deben ser colocadas en los puntos de apoyo.
 3. El concreto de los cimientos debe ser de tipo especial de alta resistencia.
 4. El concreto de las columnas debe ser de tipo especial de alta resistencia.
 5. Los cimientos deben ser colocados sobre una capa de arena de 10 cm de espesor.
 6. Los cimientos deben ser colocados sobre una capa de arena de 10 cm de espesor.
 7. Los cimientos deben ser colocados sobre una capa de arena de 10 cm de espesor.
 8. Los cimientos deben ser colocados sobre una capa de arena de 10 cm de espesor.
 9. Los cimientos deben ser colocados sobre una capa de arena de 10 cm de espesor.
 10. Los cimientos deben ser colocados sobre una capa de arena de 10 cm de espesor.



UNAM. ENEP. ACATLAN
 TERA. PROFESIONAL
 DANIEL ANDRES CASAS RANGEL
 PLANO 6. CIMENTACIONES

TABLA 4.

DETALLES DEL REFUERZO								
No.	r	a	b	c	s			
					$f_c=150$	$f_c=200$	$f_c=250$	
2.5	5	5	15	15	20	20	20	
3	6	6	18	20	20	20	20	
4	8	8	20	25	30	30	25	
5	10	10	25	30	30	45	40	
6	12	15	35	40	70	65	60	
8	16	20	45	50	-	-	-	
10	21	30	65	70	-	-	-	
12	25	40	85	90	-	-	-	

SI EN UNA SECCION SE EMPALMA MAS DE LA 3a. PARTE DE REFUERZO LAS LONGITUDES DE TRASLAPE AUMENTARAN EN UN 50%

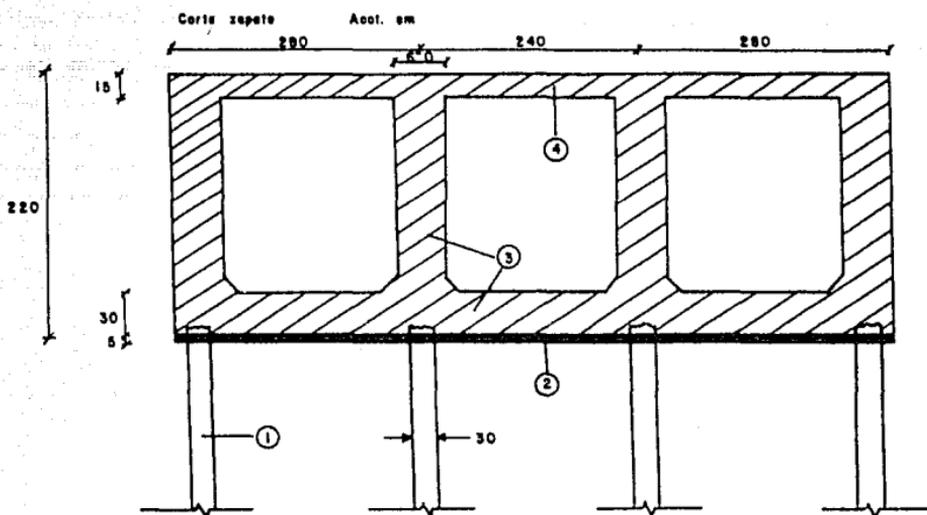
NO SE ADMITIRAN TRASLAPES EN VARILLAS DEL No. 8 O MAYORES, EN ESTOS CASOS LAS VARILLAS SE SOLDARAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE DETALLE:

EL ELECTRODO SERA E-70 DE BAJO CONTENIDO HIDROGENO

GANCHOS EN ESTRIBOS

$d = 4D$
 $s = 6D + 6.5$
 $L = 6D + 6.5$
 $D = \text{DIAMETRO DE LA VARILLA}$

FIGURA B.



- ① Pilotes de fricción $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- ② Plancha de concreto pobre $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- ③ Contrarabes de concreto armado $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- ④ (Opcional) Load taps de cimentación; colada "in situ" o precolada.

III.4 COLUMNAS Y CABEZALES.

Las dimensiones, disposición del armado y características de las columnas y cabezales, pueden observarse en el plano 6.

El armado de las columnas fué anclado hasta el lecho bajo de la cimentación, con el fin de proporcionar mayor continuidad y rigidez a la estructura. Por cada zapata se armaron dos columnas.

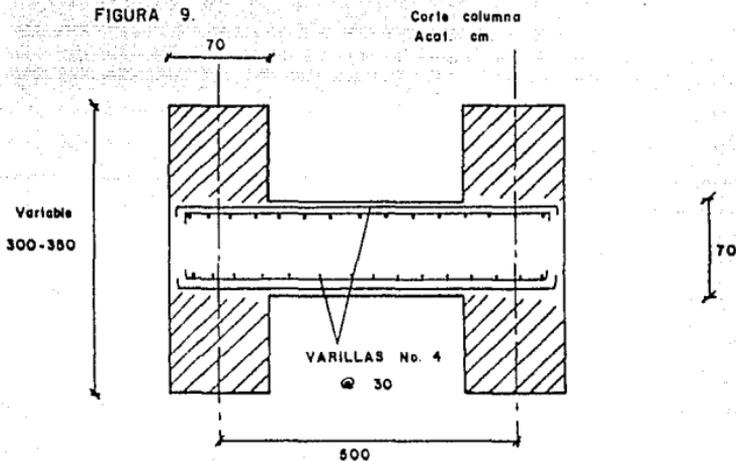
Para el cimbrado se utilizó madera triplay en contacto, tratada con la pasta y la resina epóxica antes mencionada, siendo presionada por medio de una cimbra metálica prefabricada sostenida con dos bases metálicas desarmables y apoyada en su parte inferior por medio de puntales metálicos.

FOTOGRAFIA 3.



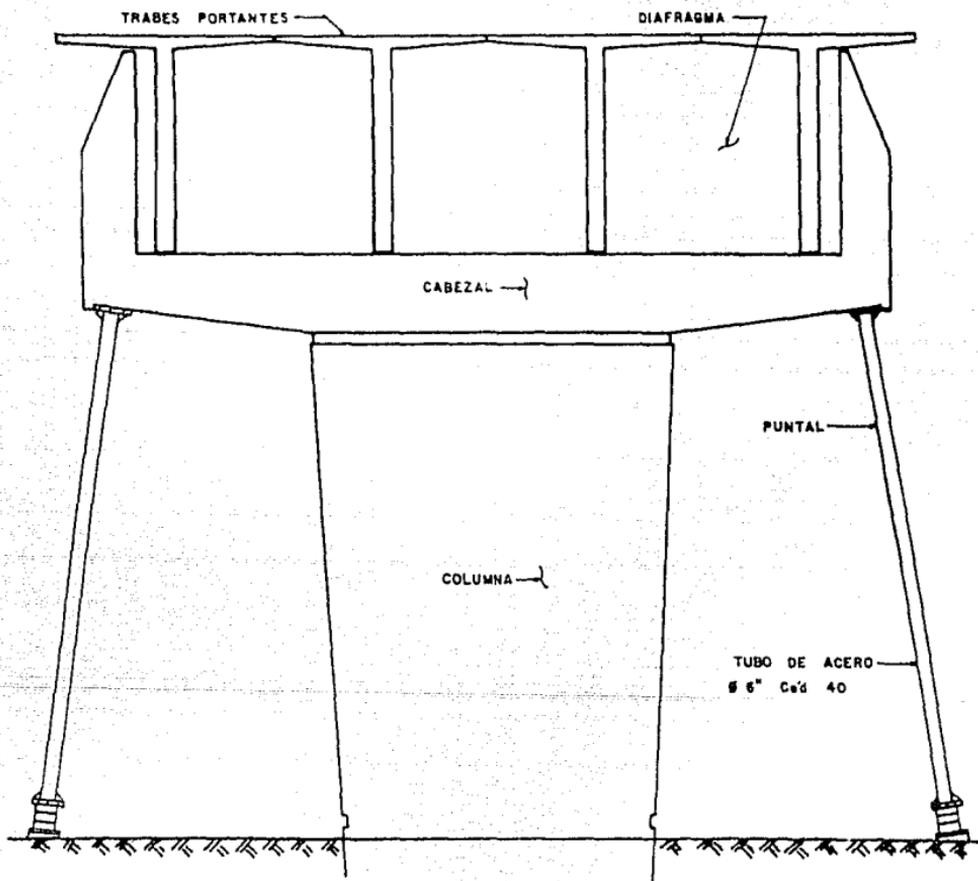
Tanto columnas como cabezales fueron colados con concreto premezclado $f'c=350 \text{ Kg/cm}^2$, utilizando bombas de concreto para su colocación.

En algunos pares de columnas, se armó y se coló un muro situado entre ambas columnas, con el objeto de obtener mayor rigidez y restringir los movimientos que pudieran presentarse por efecto de sismo, asentamientos, cargas, aceleración y desaceleración del tren metropolitano, etc.



Es importante mencionar que fué necesario utilizar puntales metálicos con tubo de acero de 6" de diámetro para apoyar ambos extremos de los cabezales, esto permitió tener mayor seguridad durante las - - maniobras de descimbrado y montaje de traveses de pista (Figura 10).

FIGURA 10 APUNTALAMIENTO DE CABEZAL EN TRAMO.



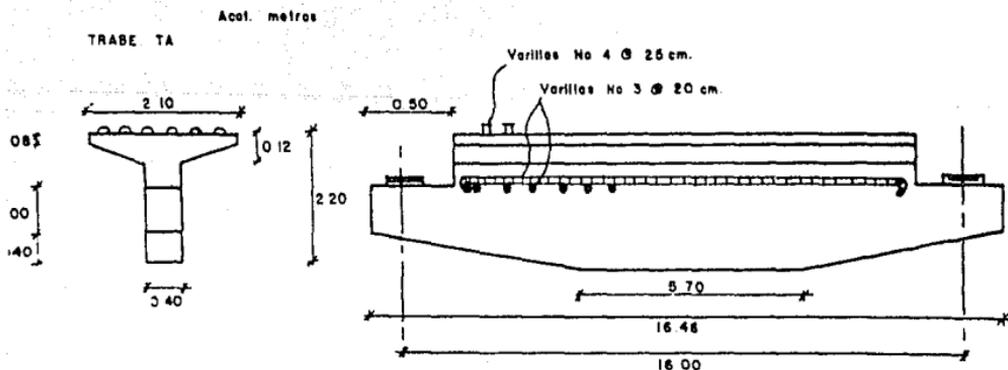
III.5 TRABES.

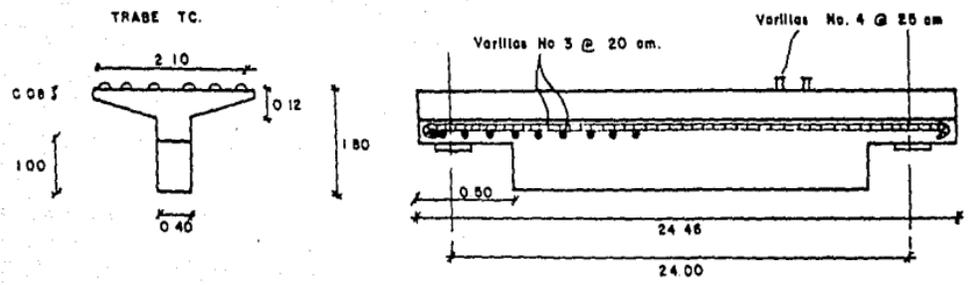
Para la construcción de la línea 9 del S.T.C.M. se utilizaron trabes prefabricadas y preeesforzadas de perfil tipo "T", siendo clasificadas en TA (trabes de apoyo) y TC (trabes de claro).

Las trabes TA se apoyaron directamente sobre los cabezales de las columnas, mientras que las trabes TC se montaron sobre dos trabes TA - contiguas, permitiendo la continuidad y cubriendo el claro entre dos - columnas.

Las trabes prefabricadas TA y TC tienen las siguientes dimensiones y armados:

FIGURA 11





A) Maniobras de colocación.

Las maniobras para colocar las trabes preesforzadas debieron seguir las siguientes especificaciones:

a) Izaje

Todos los equipos y accesorios de izaje deberán soportar cuando menos un peso de 400% mayor al peso del elemento más pesado.

Los puntos de izaje serán aquellos que se diseñaron para tal objeto. Se evitarán en lo posible, las maniobras innecesarias a fin de no dañar el acabado de cada elemento preesforzado.

b) Transporte.

Las trabes serán transportadas hacia la obra, por medio del "Dolly" (tractocamión con plataforma) la longitud de la plataforma es de 40 ó 60 pies. Deberá dejarse una longitud mínima, de tal forma que el tractocamión pueda efectuar cualquier maniobra, sin que el elemento preesforzado sufra deterioros.

Debido a que los elementos TA y TC poseen una longitud mayor a la longitud de la plataforma, deberá preverse el exceso de largo con la señalización adecuada.

No se permitirá que el elemento descansa directamente sobre la plataforma, deberán colocarse polines de madera que le sirvan de apoyo.

c) Almacenamiento.

Todos los elementos contarán con la estructura de madera para el soporte lateral. Se colocarán siempre sobre polines de madera y su almacenamiento sólo se podrá efectuar en una sola cama que se hallará lo más cercano posible al punto de montaje.

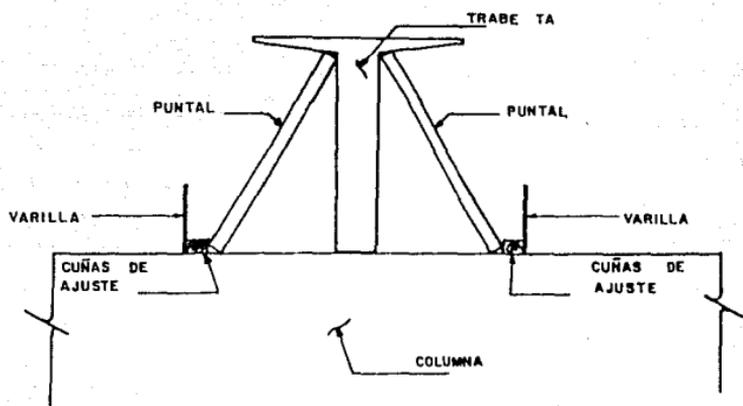
B) Montaje

Secuencia que deberá ejecutarse para el montaje definitivo de las traveses preeforzadas TA y TC:

Trabe TA

- a) Se izara la trabe con la grúa y se asentará en los puntos fijados.
- b) La trabe se nivelará y centrará, siendo apuntalada a las columnas (Figura 12), teniendo como tolerancias ± 1.0 mm. tanto en el plano horizontal como en el plano vertical del eje de proyecto. Es importante mencionar que no se aceptarán diferencias de nivel y de pendiente en los 4 elementos de una misma columna; además las traveses deberán tener paralelos sus ejes entre sí.
- c) Ya apuntalada la trabe, se retirarán los cables de izaje, para permitir a la grúa efectuar otra maniobra.
- d) Se soldarán los cordones y cartabones en ambos apoyos. (Figuras 13).
- e) Lo anteriormente mencionado se seguirá para el montaje de las traveses TA-2, TA-1 y TA-3 en ese orden.
- f) Se montarán las traveses TC, pudiéndose realizar esto, sin tener habilitados y colados los diafragmas.
- g) Se colocará el acero de refuerzo de los diafragmas, el ducto de acero de preestuerzo, después se cimbrará y se colará los diafragmas; se colocarán los cables de preestuerzo y se inyectará lechada de cemento a los ductos (Plano 7).
- h) Cuando el concreto de los diafragmas alcance un 80% de su resistencia de diseño, se procederá al postensado de los cables.

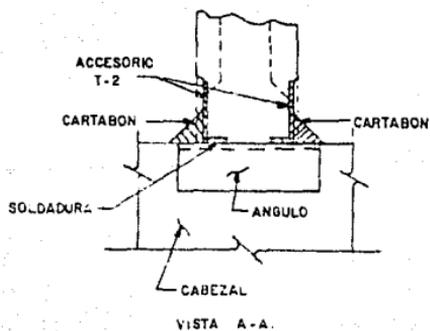
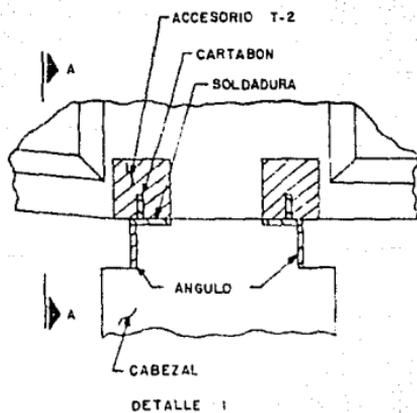
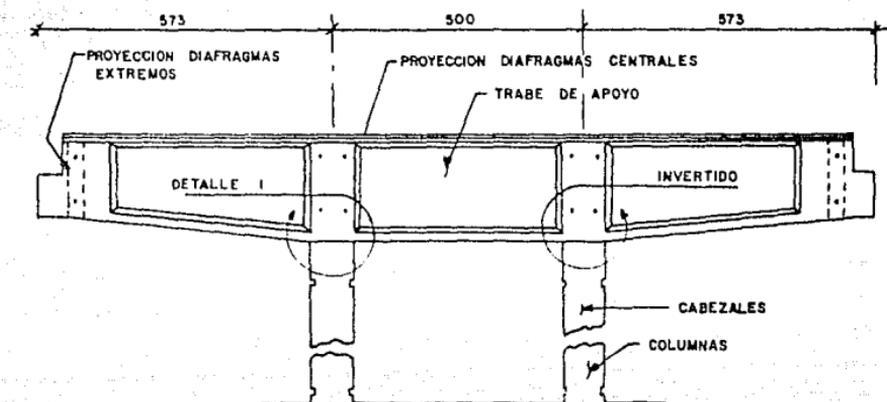
FIGURA 12.



ESPECIFICACION No. 84-E-100900-IV-07-01-E. COVITUR FECHA 3-Diciembre-1984.
No 130 COMETRO

FIGURA 13.

Acol. cm.



ESPECIFICACION No B4-E-100900-IV-07-01-E. COVITUR Fecha 3-Diciembre-1984
No 130 COMETRO

Trabe TC.

- a) El orden de colocación de traves será en este orden: TC-2, - TC-1 y TC-3.
- b) Se izará la trabe quitando la protección del apoyo en la trabe TA correspondiente.
- c) Se limpiará el dispositivo de apoyo de la trabe TA y se colocarán las pastillas de neopreno, acero y el anillo de bronce recubierto con teflón. (Figura 14).
- d) La colocación de la trabe TC sobre la trabe TA se hará lo más lento y cuidadosamente posible, apoyando primero el apoyo fijo y poco después el apoyo móvil.
- e) Ya colocada la trabe, se nivelará y alineará. Antes de retirar los cables de izaje, se fijará la trabe TC a la TA como se muestra en la figura 15.
- f) A continuación se armarán, se cimbrarán y se colarán los diafragmas extremos de la trabe TA, central y extremos de la trabe TC. Previamente al colado, ya debe haberse colocado el ducto del acero de pretensado, los cables de postensado y la inyección de lechada dentro del ducto.
- g) Cuando el concreto alcance el 80% de su resistencia de diseño, se realizará el postensado de los cables.
- h) Como siguiente paso, se colocarán las placas de sujeción en los topes de los diafragmas. (Figura 16).
- i) Se cortarán las placas de sujeción en apoyo móvil.
- j) Se colocarán en su lugar los accesorios para la sujeción del faldón precolado y los accesorios de la lunta de dilatación. (Figura 17).

FIGURA 14.

Aeol. cm.

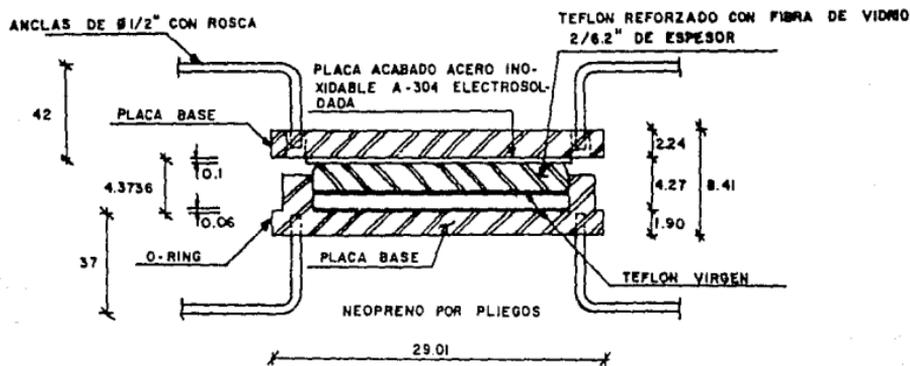
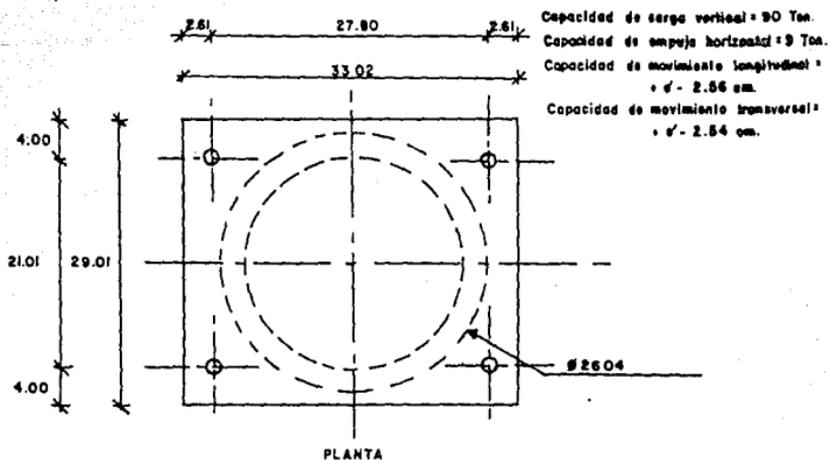
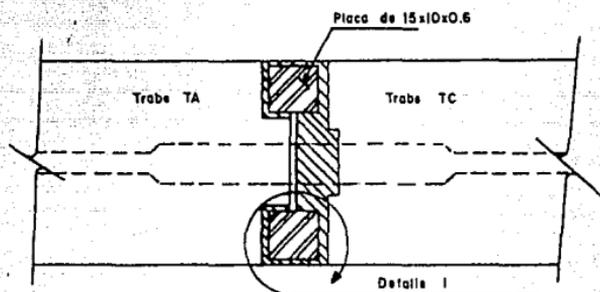
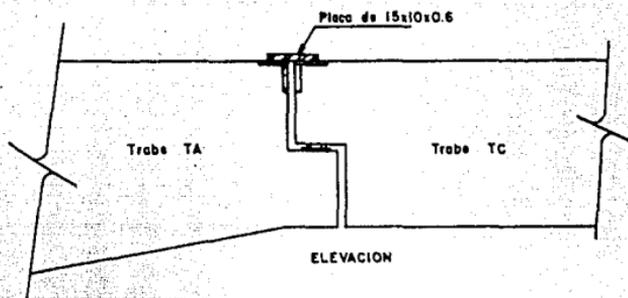
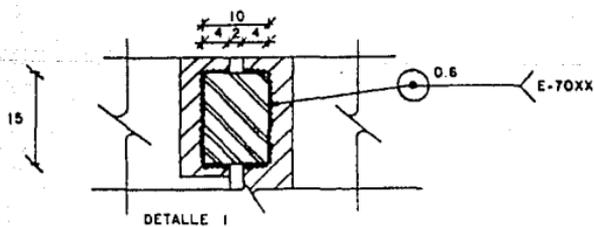


FIGURA 15.

Acol. em.



PLANTA

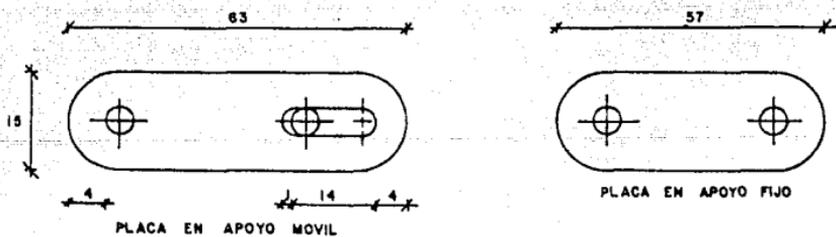
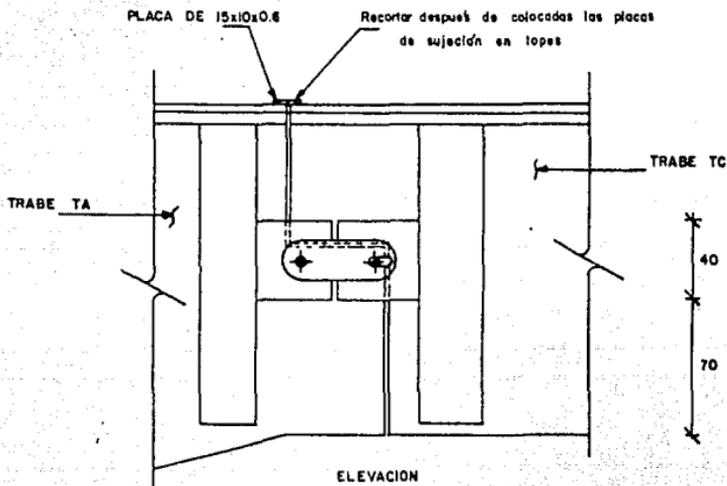


ESPECIFICACION No 04-E-100900-IV-07-01-E CDVITUR
No 130 COMETRO

Fecha 3-Diciembre -1984.

FIGURA 16.

Acol. cm.

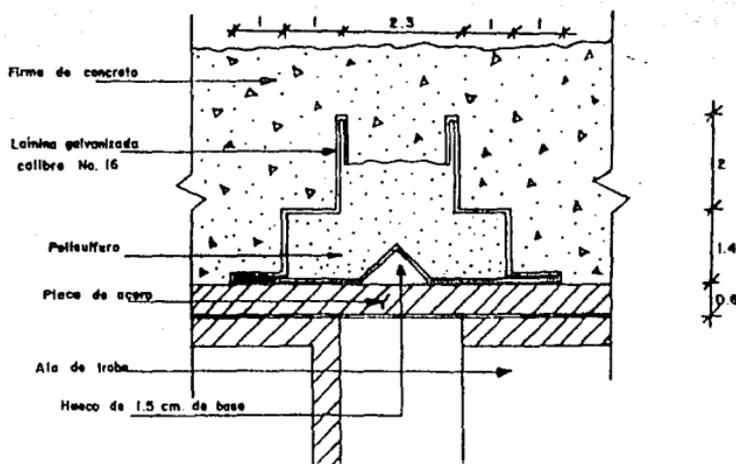


ESPECIFICACION No 64-E-100900-IV-07-01-E COVITUR Fecha: 3-Diciembre-1984.

No. 130 COMETRO.

FIGURA 17. DETALLE DE JUNTA DE POLISULFURO.

Escala 1:1 Acol. cm.



BOLETIN No 85-A-100900-III-117-274-B COVITUR Fecha: 6-Septiembre-1965.

ESPECIFICACION No 160 COMETRO

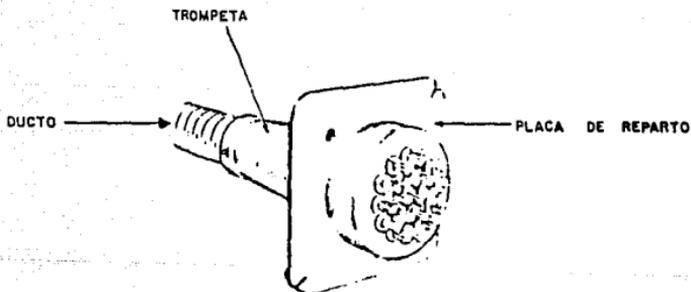
k) Por último, se colará el firme estructural.

C) Postensado de cables.

Para realizar este trabajo se utilizó la técnica Stronghold, en la cual se pueden usar alambres ó torones y tensarlos al mismo tiempo.

El anclaje activo Stronghold consta de una placa que tiene agujeros cónicos en los que se alojan las cuñas de dos piezas y que permiten el paso de los cables, además posee una trompeta de acero forjado que soporta la placa de anclaje, la trompeta se localiza embebida dentro del hormigón, pudiendo estar formada por una placa de reparto y un cono de chapa o por una pieza única de fundición.

FIGURA 18.



El gato Stronghold amordaza simultáneamente a todos los cables ó alambres, los tensa y empuja a las cuñas hasta introducir las en los huecos; por último suelta a los cables ó alambres para que estos traten de recuperar su longitud inicial.

Las fuerzas que se manejan con más frecuencia, se hallan entre un rango de 34 hasta 340 ton.; sin embargo, es posible aplicar con gatos muy potentes, fuerzas de hasta 1200 tons.

Esta técnica presenta las siguientes ventajas con respecto a otros sistemas de postensado:

- a) Permite enfilar el gato y agarrar el tendón para tensarlo en pocos segundos, sin importar la potencia del anclaje.
- b) Las cuñas del anclaje se clavan hidráulicamente, obteniéndose pérdidas insignificantes por entrada de éstas.
- c) Se requieren sólo 30 cm. de longitud por fuera del anclaje para que agarre al tendón, produciendo desperdicios mínimos de acero.
- d) Se puede tensar, destensar y retensar las veces que se necesite.
- e) Se logra controlar unitariamente la tensión de cada alambre ó cable.

III.6 FIRME DE COMPRESION.

Se construyeron dos capas principales: en el firme inferior, de 9 cm. de espesor, se habilitó el armado estructural, mientras que en el firme superior de 6 cm. se tendió una malla equipotencial de acero dulce. El armado del firme de compresion se muestra en la Figura 19.

Ambos firmes fueron colados con concreto premezclado $f'c = 250 - \text{Kg/cm}^2$, siendo necesario su bombeo y vibrado.

Las especificaciones más importantes que se deben cumplir son las siguientes:

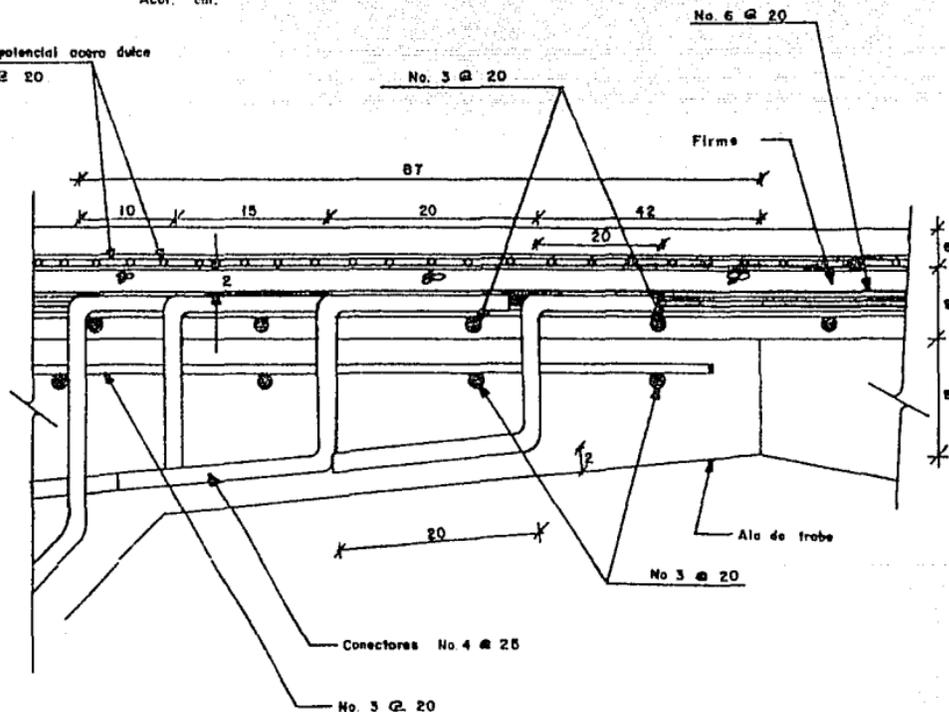
El firme de compresion sera de 15 cm. de espesor (9 cm. del firme estructural y 6 cm. del firme de malla equipotencial), constante y siguiendo la pendiente de las trabes.

Los desniveles existentes entre trabes, tanto en sentido transversal como en el longitudinal, serán respetados y corregidos durante el segundo colado.

FIGURA 19 FIRME DE COMPRESION.

Acol. cm.

Mailla equipotencial acero dulce
3/8 @ 20



III.7 PARAPETOS.

Fueron manejados elementos prefabricados de concreto $f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$, con un acabado rugoso. Sus dimensiones y forma de fijación se ilustran en la figura 20.

Se transportaron del sitio de almacenamiento a su lugar de colocación por medio del "Dolly" (tractocamión con plataforma), resultando favorable que el lugar de almacenamiento se haya localizado a corta distancia de la obra.

El izaje se llevó a cabo con el auxilio de la grúa Pettibone 30 MK, teniendo que ser anticipadas las colocaciones de las placas de fijación superior e inferior en los muretes, tal y como se indican anteriormente.

Cuando el parapeto se encontró colocado correctamente en su posición, se procedió a soldar las placas del parapeto con las placas de sujeción situadas en los muretes.

III.8 MURETES.

a) Muretes laterales.

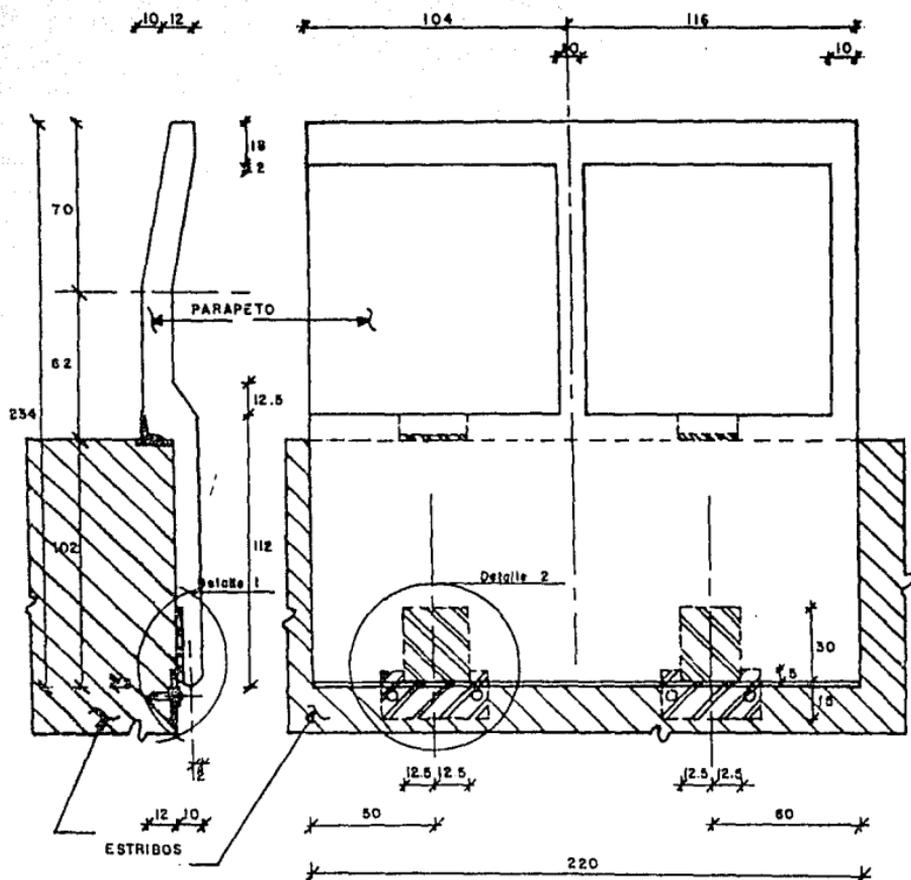
Su cimbra fué realizada con madera triplay tratada para obtener un acabado aparente, a base de la pasta selladora Colmadur y la resina epóxica Colmasol. El colado se llevó a cabo con concreto premezclado $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$, éste se bombeó con una bomba de concreto con motor diesel y se vibró por medio de atizadores eléctricos.

b) Murete central.

Se utilizó como separación de las vías en zona de curva, teniendo dos alternativas de armado. Ambas formas de armado y sus dimensiones se presentan en la figura 21.

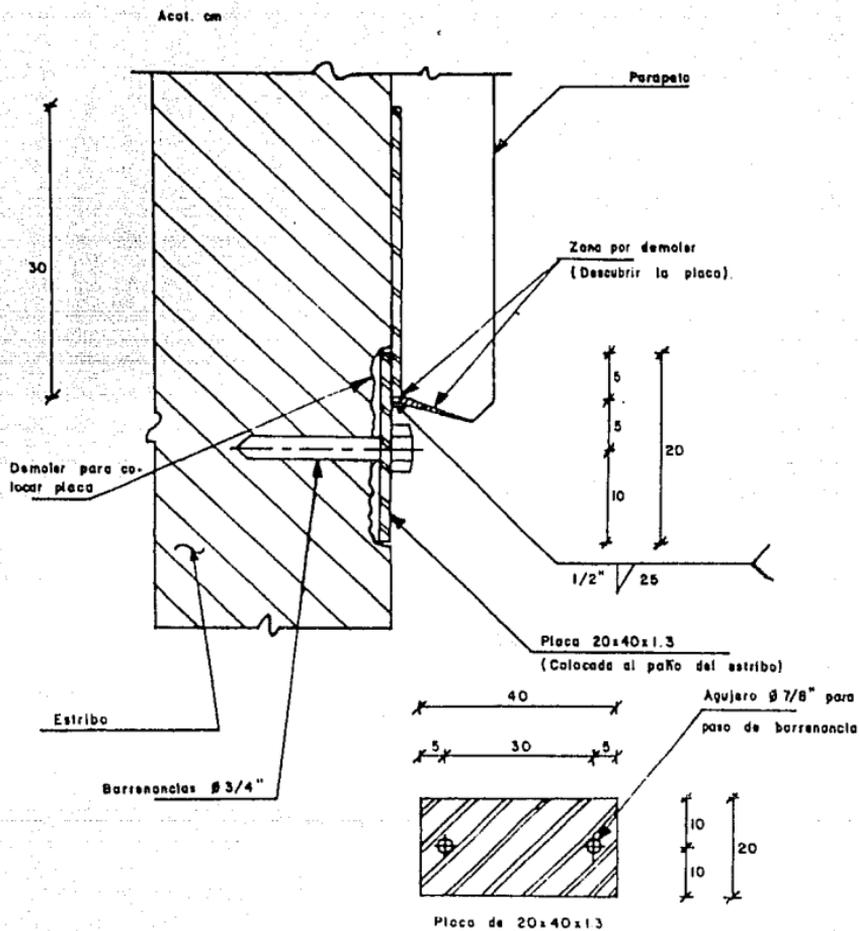
FIGURA 20.

Acol. em.



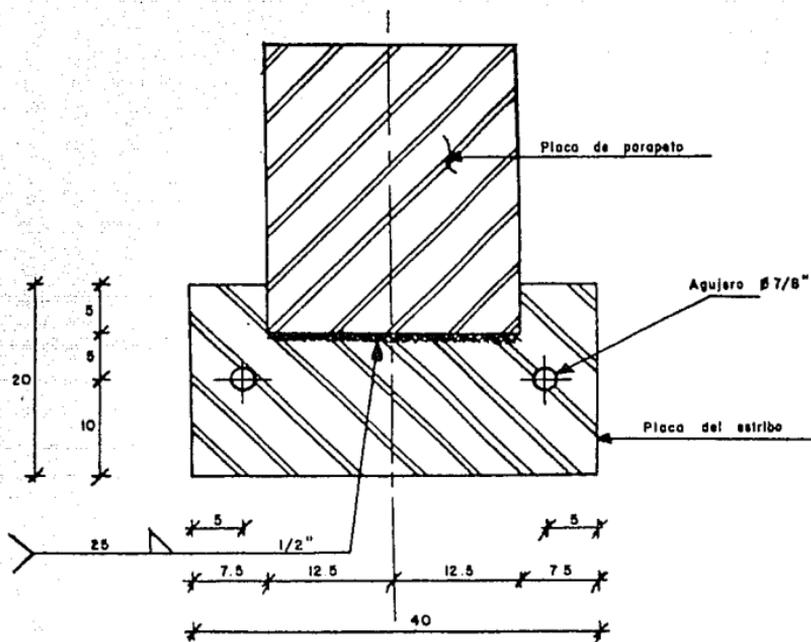
BOLETIN No. 85-E-100960-III-183-282-B. COVITUR Fecha 11-Septiembre-1985.

ESPECIFICACION No 166 COMETRO



DETALLE I

Accl. om.

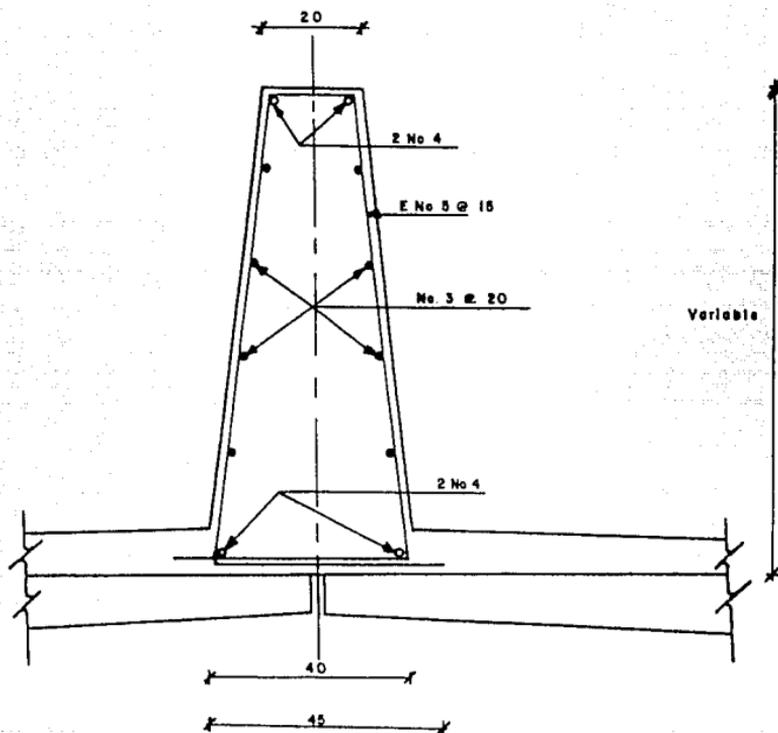


DETALLE 2.

Los métodos de cimbrado y colado fueron similares a los que ya se describieron.

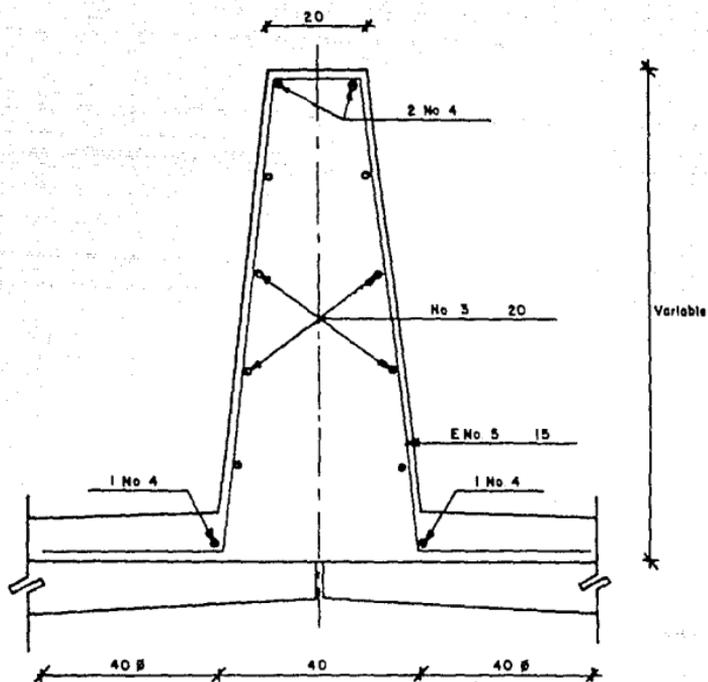
FIGURA 21. MURETE CENTRAL PARA SEPARACION DE VIAS.

Acol cm.



ALTERNATIVA DE ARMADO.

Acot. cm.



CAPITULO IV. RECURSOS, ORGANIZACION Y EVALUACION DE OBRA

Durante la construcción del metro elevado, se emplean cantidades considerables de materiales fundamentales, siendo necesario programar su distribución a lo largo del tiempo; así mismo, las actividades que se van a realizar se deben programar en cuanto a su duración. El personal técnico que dirige una obra, así como el equipo y la inversión de capital, complementan el conjunto de elementos que requieren ser organizados y coordinados para obtener un desarrollo esperado de las actividades a realizar.

La evaluación del desarrollo de una obra se determina a partir de la serie de retrasos que sufre el tiempo esperado en el programa de actividades, siendo una de las principales causas, la demora en cuanto al suministro de materiales básicos. Es decir, si se logran evitar los retrasos, en mayor medida aumentará el éxito de la obra.

IV.1 MATERIALES BASICOS.

Todos los materiales deben ser suministrados a tiempo y con la calidad necesaria que satisfaga las necesidades del constructor. Debido a que se manejan los materiales básicos en grandes cantidades, se requiere llevar una relación y, por lo tanto, una programación de los suministros de materiales básicos tales como concreto premezclado, cemento, acero de refuerzo, preesfuerzo, triplay, etc.

Esta programación se realiza varios meses anteriores a la ejecución, que permitan prever las cantidades de material y el tiempo durante el cual deben suministrarse; pudiendo detectar fallas y realizar

correcciones necesarias a la programación durante el transcurso de obra.

Los suministros de cemento, concreto premezclado y de acero de refuerzo que se requieren para el desarrollo constructivo del tramo elegido (Velódromo - Churubusco) durante el año de 1986, se muestran en las tablas 6, 7 y 8.

El programa de inversión para 1986, se puede observar en la tabla 9.

Por lo que respecta al suministro de agua y de energía eléctrica, serán puestos a pie de obra por COVITUR bajo autorización del D.D.F.

En cuanto al mortero preparado "in situ", debe seguir las siguientes especificaciones:

El cemento empleado para hacer la mezcla, debe ser tipo Portland, la arena debe estar limpia y libre de materiales extraños, siendo de preferencia de mina o artificial, producto de la trituración mecánica de rocas duras, teniendo que ser bien graduada granulométricamente.

Para preparar el mortero, deben emplearse una artesa limpia de madera o metálica y mezclar en seco el cemento y la arena; cuando tenga un color uniforme, se le agrega agua hasta obtener la consistencia deseada.

Debe usarse de inmediato sin sobrepasar un término de 3 horas, y una vez preparado el mortero no se debe rehumedecer.

Las cantidades de material necesarias para elaborar 1 m³ de mortero son las siguientes:

Tabla 5

Proporción	Cemento (Ton)	Arena (m ³)	Agua (lts.)
1:3	0.5825	0.996	268
1:4	0.458	1.109	252
1:5	0.355	1.179	243

IV.2 MAQUINARIA

El equipo utilizado dentro de las obras del S.T.C. debe responder a una serie de necesidades, tales como: rapidéz de desplazamiento, - - versatilidad, resistencia al desgaste, capacidad de carga, rendimiento adecuado, economía, etc. El mayor cumplimiento de dichas necesidades - determinan el juicio de selección de un conjunto de máquinas sobre - - otras.

Para la construcción del tramo elevado de la línea 9, fué necesario y recomendable emplear la siguiente maquinaria:

A) Dragas

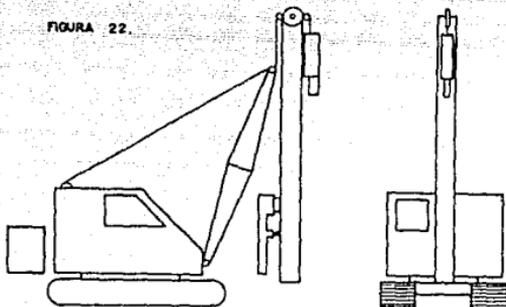
- Equipo de uso múltiple, montado sobre camión y neumáticos ó sobre orugas.
- Draga LS-68 con capacidad de 15 Tons., se utilizan como grúas ó excavación con almeja, tramos cortos.
- Draga LS-98 con capacidad de 27 Tons., se utiliza bote de arrastre ó almeja de $1\frac{1}{2}$ y d^3 .
- Draga LS-118
- Draga LS-108 con capacidad de 45 Tons., se le acopla equipos guiados para muro milán, guías y marrinetes para hincado de pilotes, almeja de $1\frac{1}{2}$ y d^3 . ó bote de arrastre.

a) Datos técnicos:

Tabla 10

	LS - 68	LS - 98	LS - 108
Peso	17,672 Kgs.	27,742 Kgs.	38,388 Kgs.
Extensión Máx. Pluma	40'12 Mts. (3 Secciones)	60'18 Mts. (3 Secciones)	60'18 Mts. (3 Secciones)
Capacidad Carga	15 Tons.	27 Tons.	45 Tons.
Motor	Diesel	Diesel	Diesel

FIGURA 22.

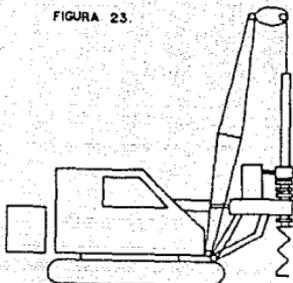


Draga sobre orugas con equipo para hincado de pilotes.

Tabla 11

Energía de golpeo	6700 Kgs.	Frecuencia 38-52 golpes/min.
Masa de golpeo	2200 Kgs.	Peso 5160 Kgs.

FIGURA 23.



Draga sobre oruga con equipo perforador.

- Martillo piloteador.

Son montados sobre dragas. Existen martinets a vapor, hidráulicos ó de motor diesel como el Dalmag que producen una energía de golpeo de 6700 Kgs.-metro y una frecuencia de 38 a 52 golpes por minuto.

b) Características.

LS-6B Unidad completa de draga ó grúa LBS marca LINKBELT, montada sobre orugas con zapatas de 30" (76 cm.) Motor diesel de 6 cilindros, marca Perkins modelo 6354 de 76 H.P. a 1350 R.P.M., la máxima capacidad de carga de esta máquina es de 15 Tons. (13.61 Tons. métricas) con la pluma retractada la máxima extensión de la pluma en ciclo de trabajo es de 40' (12.19 m.) Cuando trabaja ésta como draga, su capacidad máxima es de 6800 lbs. (3084 Kgs.), y cuando lo hace como

almeja-magneto de 7900 lbs. (3583 Kgs.)

Las dimensiones de los carriles sobre los que está montada son - 12' 1" (3.69 m.) de largo y 7' 4" (2.31 M.) entre carriles con un peso total de 38960 lbs. (17672 Kgs.).

LS-98 La draqa LINK-BELT Modelo LS-98 montada sobre orugas con zapatas de 30" (76 cm.). Tiene un motor diesel de 4 cilindros marca - Rolls Royce Modelo C4 NFL de 112 HP a 1800 R.P.M. y una capacidad máxima de carga de 27 Tons. (24.49 Tons. métricas. La extensión máxima de carga de 11800 lbs. (3901 Kgs.) cuando trabaja como draqa y de - 13600 lbs. (3583 Kgs.) cuando trabaja como almeja-magneto. La longitud de los carriles sobre los que está montada es de 15' (4.57 m.) y la distancia entre ellos es de 10' 7" (3.25 m.); con un peso total de 61160 lbs. (27742 Kgs.)

LS-108 Unidad de grúa ó draqa LINK-BELT Modelo LS-108B montada - sobre orugas con zapatas de 30" (76 cm.) con motor diesel de 4 cilindros marca Rolls-Royce Modelo C4 NFL de 112 H.P. a 1800 R.P.M. con -- capacidad máxima de carga de 45 Tons. (40.82 Tons. métricas); extensión máxima de la pluma en ciclo de trabajo: 60' (18.29 m.), máxima - capacidad de carga como draqa 11800 lbs. (4352 Kgs.) máxima capacidad como almeja 13600 lbs. (6168 Kgs.). Largo de los carriles 15' (4.57 - metros) distancia entre carriles 10' 7" (3.25 m.), peso total: 84630 lbs. (38388 Kgs.).

LS-118 Grúa ó draqa marca LINK-BELT Modelo LS-118 montada sobre orugas de 17' (5.18 metros) de largo por 12' 16" (3.81 m.) de ancho - con zapatas de 30" (76 cm.). Equipada con motor diesel de 6 cilindros marca General Motors Modelo 6.71N de 165 H.P. a 1800 R.P.M., con - -

carga máxima de 60 Tons. (54.42 Tons. métricas) y extensión de pluma-
de 60' (18.29 M.) capacidad de carga como draga 11800 lbs. (5352 Kgs.)
capacidad máxima como almeja: 13600 lbs. (6168 Kgs.) con un peso total
de 120645 lbs. (54725 Kgs.)

c) Martillo piloteador marca Delmag Modelo D-22-13 consume 7.5 --
lts./hora de combustible diesel para producir energía de golpeo de --
6700 Kgs. con una masa de golpeo de 2200 Kgs. con una frecuencia de --
38 a 52 golpes por minuto. Su peso total incluyendo mordazas de guía -
y disparador con listones de guía es de 5160 Kgs. Esta máquina, para -
su funcionamiento se monta en una unidad de draga ó grúa (Fig. 22).

B) Retroexcavadora Poclain LC-80 ó similar.

- Estos equipos son muy utilizados en las obras del metro, están-
montadas sobre carriles y equipados con cucharones de $1 \frac{1}{4}$ y d^3 . Tenien-
do una capacidad de levante de 5300 Kgs. Su peso es de 15200 Kgs.

- Existen en el mercado, equipo sobre neumáticos.

a) Datos técnicos:

Tabla 12

Retroexcavadora sobre orugas	
Cucharón	$1 \frac{1}{4}$ y d^3 .
Carga máxima	5300 Kgs.
Peso máximo	15200 Kgs.
Alcance máximo	8.25 m.
Prof. máxima	5.25 m.
Altura máxima	3.30 m.

b) Características.

Retroexcavadora Poclain Modelo LC-80 montada sobre orugas con zapatas de 20" (50.8 cm.) con cucharón de 900 lbs. (1.57 y d³) con motor diesel de 6 cilindros marca Perkins Modelo 6354 de 95 HP a 2050 RPM enfriado por agua, la carga máxima de levante es de 11600 lbs. (5300 Kgs.) a nivel del suelo a 360° de giro. El alcance de excavación al frente es de 8.2 m. y la prof. máxima de 5.2 m. La altura máxima de transportación es de 3.25 mts. con una velocidad de traslación de 1.85 km/hr. El peso total de la máquina es de 15200 Kgs.

Retroexcavadora marca Yumbo Modelo 3964B montada sobre orugas con zapatas de 50 cm., con cucharón de 800 lbs. con motor diesel marca International Modelo D358 de 100 HP a 1500 RPM. La capacidad máxima de carga es de 5300 Kgs. a 360° de giro al nivel del suelo. Alcance de excavación al frente: 8.25 m. prof. máxima 5.25 m. con altura máxima de transportación de 3.30 m., su velocidad de traslación es de 2 km/hr. y el peso total de la máquina de 13700 Kgs.

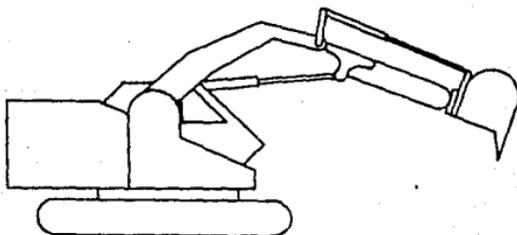
Retroexcavadora con cargador frontal marca Case Modelo 580C montada sobre neumáticos con motor diesel de 4 cilindros marca Case Modelo 6207D de 62 HP a 2100 RPM con transmisión de 4 velocidades hacia adelante y 4 hacia atrás, con carga máxima de levante de 2131 Kgs. a una altura máxima de 3.29 m. en el cargador frontal equipado con un cucharón de $\frac{3}{4}$ y d³ (0.57 m³). La carga máxima es de 1612 Kgs. y un alcance de excavación al frente de 5.4 m., con 4.2 m. de prof.; La altura de transportación es de 3 m. El peso total de esta máquina es de 4300 Kgs.

c) Datos técnicos:

Tabla 13

Motor diesel 4 cilindros
Carga máxima cargador 2132 Kgs.
Altura máxima cargador 3.29 m.
Carga máxima retro 1612 Kgs.
Alcance al frente 5.4 m.
Prof. máxima 4.26 m.
Peso total 4300 Kgs.

FIGURA 24.



C) Grúas.

Comúnmente denominados en nuestro medio como patos, son utilizados ampliamente en las obras del metro por su rapidéz y capacidad de carga, siendo las más usuales las grúas hidráulicas autopropulsadas - con capacidades de carga de 12 y 22 Tons. Se utilizan para colocación de traves, parapetos, etc.

La pluma de estos equipos son siempre retráctiles, accionados -- hidráulicamente.

a) Datos técnicos:

Tabla 14

	PETTRONE 30 MK	GROVE MT 522	GROVE MT 58	LINK-BELT HSP-21
Peso	17,400 Kgs.	22,370 Kgs.	18,100 Kgs.	21,901 Kgs.
Long. Máxima de pluma	26.82 m.	21.2 m.	18.29 m.	21.34 m.
Capacidad carga máxima	13,500 Kgs.	20,000 Kgs.	12,700 Kgs.	22,680Kgs.
Motor	Diesel 4 cilindros	Diesel 4 cilindros	Diesel 4 cilindros	Diesel 4 cilindros
Velocidad	43.1 K.P.H.	43.3 K.P.H.	43.3 K.P.H.	43.1 K.P.H.

FIGURA 25.

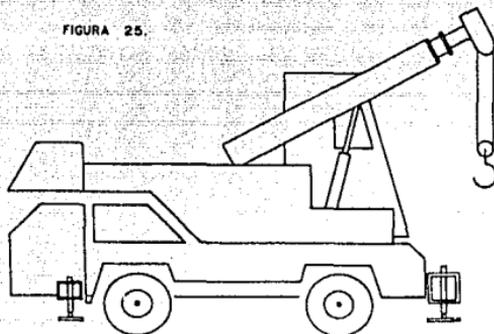


Tabla 15

Motor Diesel	4 cilindros
Carga máxima	12,700 Kgs.
Long. máxima de la pluma	18.29 m.
Peso total	18,100 Kgs.
Velocidad máx.	43.4 km/hr.

b) Características.

- Grove RT-58
 - Motor diesel 4 cilindros Marca General Motors Modelo 453N 112 - HP a 2800 RPM.
 - Capacidad máxima 12700 Kgs. pluma retraída. Long. pluma telescópica extendida es de 18.29 m.
 - Peso total máquina 18 100 Kgs.
 - Velocidad máxima 43.4 km/hr.
- Grove RT-522
 - Motor diesel 4 cilindros Marca General Motors Modelo 453N.
 - Potencia 115 HP. a 2800 RPM.
 - Long. pluma telescópica extendida 21.2 m.
 - Capacidad máxima pluma retractada 20000 Kgs.
 - Peso total 22370 Kgs.
 - Velocidad 23.3 km/hr.
- Pettibone 30 MK
 - Motor diesel 4 cilindros
 - Marca General Motors 453N
 - Potencia 120 HP a 2400 RPM
 - Capacidad máxima carga 13590 Kgs.
 - Long. pluma telescópica ext. 26.82 m.
 - Peso total 17400 Kgs.
 - Velocidad máxima 43.1 km/hr.
- Pettibone 36 MK
 - "
 - "
 - "
 - 16,300 Kgs.
 - 26.82 m.
 - 39,200 Kgs.
 - 43.1 km/hr.
- Link Belt HSP-25
 - Motor diesel 4 cilindros
 - Marca GMC-453N
 - Potencia 136 HP a 2800 RPM.
- Link Belt HSP-8020
 - "
 - GMC-453N
 - "

Capacidad máxima de carga 22680 Kgs.	18,140 Kgs.
Long. pluma extendida 21.34 m.	27.74 m.
Peso total máquina 21901 Kgs.	21,628 Kgs.

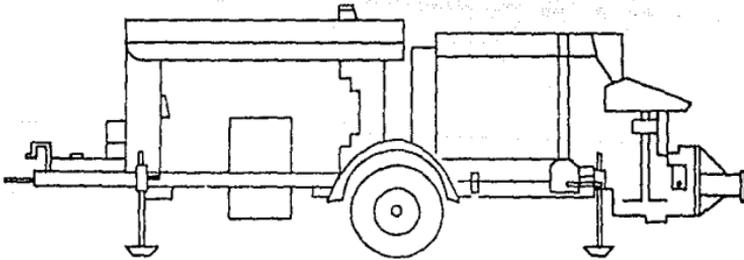
D) Bomba concreto

Posee las siguientes características:

Tabla 16

Motor Diesel	6 cilindros
Bombeo horizontal	550 m.
Bombeo vertical	76 m.
Capacidad	38/45 m ³ /hr.
Peso	3,061 Kgs.

FIGURA 26.



E) Equipo menor

Se incluyen en este grupo las rompedoras, bailarinas, compresoras, equipos de soldadura autógena y eléctrica, etc.

F) Equipo para postensado:

El equipo utilizado se integra por los siguientes elementos:

a) Gato Stronghold

Este equipo puede tensar cualquier anclaje que utilice cuñas unitarias. La disposición de los torones no afecta, bastan 30 cm. por fuera de la placa de anclaje. De la misma forma, no importa si los cables salen normales a la placa o si se encuentran inclinados. Clavando las cuñas del anclaje a presión, presentando una gran eficiencia.

Tabla 17

Diámetro del alambre ó torón	Penetración de las cuñas (mm.)
7 mm.	2 - 3
0.5"	4 - 6
0.6"	5 - 7

Una gran ventaja de este tipo de gato es que puede tensarse al mismo tiempo, alambres ó torones de cualquier diámetro y número de ellos, permitiendo combinar el tensado múltiple con el unitario.

Funcionamiento.

Se sitúa el gato frente a la placa de anclaje, se desplaza éste hacia la culata del anclaje hasta que se introduzcan los torones en los agujeros del gato.

Con el gato en disposición de tensar, se da presión para que las cuñas de arrastre agarren todos los alambres ó torones.

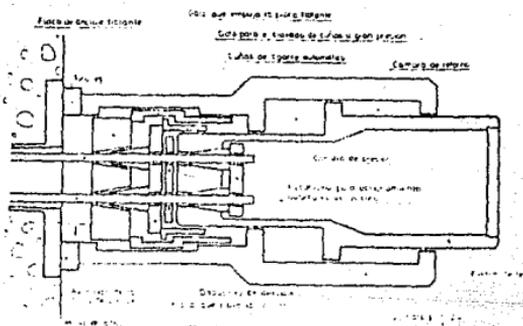
Se acciona el émbolo y se tensan los tendones hasta conseguir el estuerzo y alargamiento deseados. Se puede aflojar ligeramente y re-tensar.

Las presiones y alargamientos son medidas por manómetros y micrómetros que se localizan en la motoqrúa.

A continuación, se clavan definitivamente las cuñas del anclaje-- accionando la placa de centraje, mediante el cilindro hidráulico fron-tal.

Dando presión al circuito de retorno, se recoge el gato, soltán-- dose automáticamente las cuñas de arrastre y el gato puede retirarse e iniciar un nuevo ciclo en otra placa.

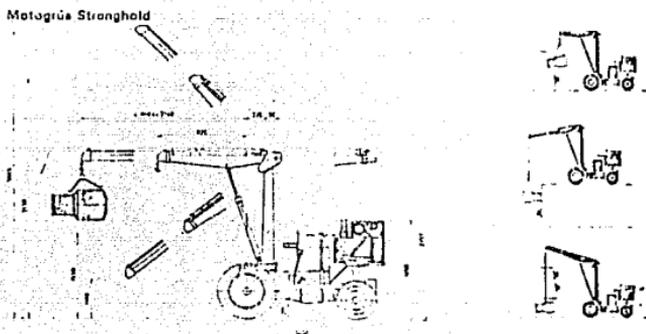
FIGURA 27.



b) Motogrúa Stronghold.

Para manipular un gato Stronghold se necesitan grúas y elementos de transporte especiales. Las motogrúas Stronghold facilitan los movimientos en obra. Poseen un motor térmico, teniendo la posibilidad de mover y situar el gato en posición de tensado con rapidéz y precisión. Su pluma es de accionamiento hidráulico. La central de aparatos de medición se monta sobre la parte trasera y un sólo operario, ayudado por un peón, puede realizar las operaciones de tensar y mover los equipos.

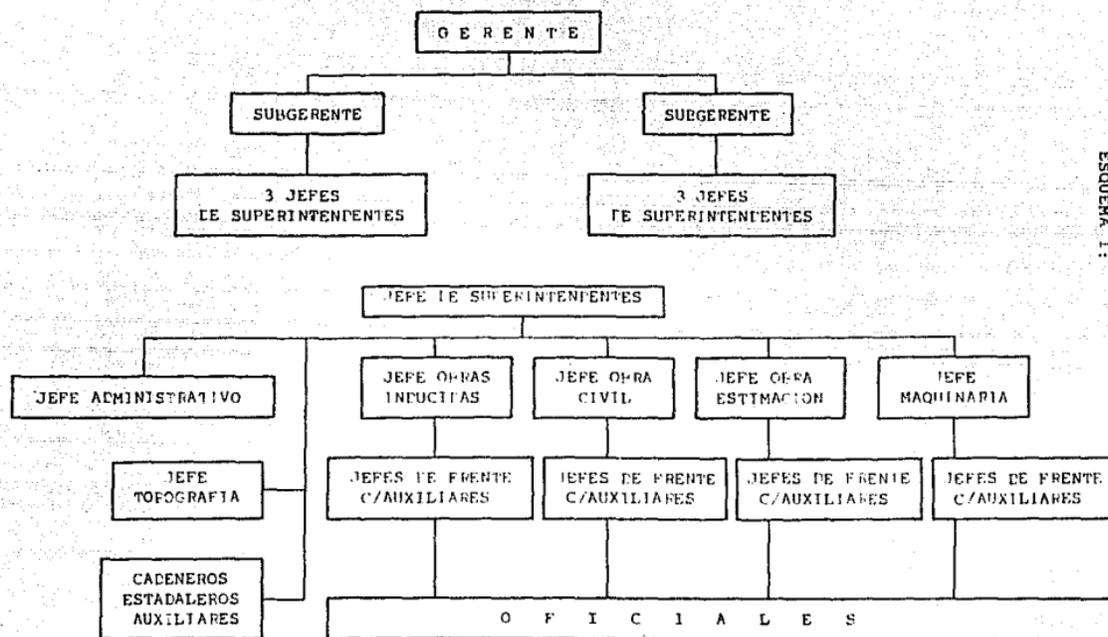
FIGURA 26.



IV.3 Organigrama técnico.

Un organigrama representa la estructuración de los puestos ocupados por las personas que integran una empresa u obra; así como los diferentes canales de comunicación por los que la información fluirá con el objetivo de transmitir las órdenes.

El personal técnico que realiza la construcción de la línea 9, es el siguiente:



ESQUEMA 1 :

Los puestos más altos tienen mayor autoridad y, por consiguiente, mayor responsabilidad. Es importante que el personal conozca su ubicación antes de iniciar las actividades, para evitar confusiones y establecer los derechos, obligaciones y relaciones de trabajo que cada individuo debe poseer.

IV.4 PROGRAMA DE ACTIVIDADES

"Cualquier proceso productivo consta de 3 fases:

Planeación.- Es el enun-tado de las actividades que constituyen el proceso y el orden en que deben efectuarse. (Secuencia).

Programación.- Es la elaboración de tablas ó gráficas que indi-quen los tiempos de terminación, iniciación y por consiguiente la duración de cada una de las actividades que forman el proceso en forma independiente.

Control.- Se realiza mediante la elaboración de tablas ó gráficas que permitan conocer las consecuencias de un atraso o un adelanto en cualquier actividad de un proceso productivo y tomar las correspondientes --derisiones".

Para programar las funciones que se deben realizar, uno de los -- métodos que se utilizan es el método de diagrama de barras o de Gantt; en el cual se ordenan las actividades de tal forma que cada renglón -- corresponde a una actividad y cada columna a una unidad de tiempo (semanas). Las actividades se pueden enlistar según su orden de ejecución.

La longitud de cada barra indica la duración de una actividad.

Un programa de actividades del tramo elevado (Velódromo-Churubusco) elaborado para 1986; se muestra en la gráfica siguiente:

Suárez Salazar, Carlos. "Costo y tiempo en edificación".

3a. Edición. México, Edit. Limusa, 1983. Pág. 335

Actividad: PROGRAMA DE OBRA DETALLADO

PROGRAMA DE OBRA (Línea 9 Ots.)

ACTIVIDAD	CANTIDAD	PROGRAMA DE OBRA (Línea 9 Ots.)											
		ENERO	FEB.	MARZO	ABR.	MAYO	JUNIO	JULIO	AGS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
ESTRUCTURA													
COLADO MURO PANTALLA	25 M ³ .	■											
COLADO DIAFRAGMAS	46 PZAS.	■	■	■									
COLADO TAPA JUNTAS	92 PZAS.	■	■	■	■								
COLADO FIRME COMPRESION	4,292 M ² .	■	■	■	■								
COLADO 2ª ETAPA COLUM	36 M ³ .				■	■							
COLADO 3ª ETAPA COLUM	36 M ³ .								■	■			
COLADO LOSA TAPA ZAPATAS	42 M ³ .	■	■										
TENSADO		■	■	■									
ALFARILERIA Y ACABADOS													
COLADO MURETE INTERIOR	784 ML.	■	■	■	■								
COLADO MURETE EXTERIOR	784 ML.	■	■	■	■								
COLADO LE FIRME	4,292 M ² .	■	■	■	■								
COLADO TAPAS DUCTO	2,016 PZAS.	■	■	■	■								
IMPERMEABILIZANTE	4,233 M ² .	■	■	■	■								
PARAPETOS	458 PZAS.					■	■	■					
ESTRUCTURA METALICA													
HABIL.Y COLOC.PEINES	70 PZAS.	■	■	■	■								
COLOC.DE ANGULOS EN PA	2,016 ML.	■	■	■	■								
COLOC.DE PERNOS MOVILES	264 PZAS.					■	■	■					
INSTALACIONES													
HIDRÁULICAS	1 LOTE	■	■			■	■	■					
ELECTRICAS	1 LOTE	■	■			■	■	■					
SANITARIAS	1 LOTE	■	■			■	■	■					

De la misma forma, esta gráfica nos permite conocer los efectos - de un atraso o adelanto en la duración de cualquiera de las activida-- des.

Las decisiones tomadas en el tramo elevado, son basadas en quan-- to al cumplimiento del programa de actividades.

IV.5 CALIDAD DEL CONCRETO PREMEZCLADO

El suministro principal de concreto hidráulico se realiza por me-- dio de compañías premezcladoras.

La calidad del agua empleada para fabricar el concreto es adecua-- da. Asimismo; el cemento producido en México cumple con holgura, las - normas de calidad establecidas.

Las deficiencias que presentan los agregados suministrados por -- los bancos aledaños a la zona metropolitana, ocasionan que pocas veces cumplan con las especificaciones de calidad. (Tablas 19 a la 25).

Sin embargo, los métodos de control que se utilizan en las plan-- tas son suficientes, pues al detectar fallas en la humedad, contenido de finos y granulometrías; hacen correcciones en los proporcionamien-- tos.

Una especificación importante que deben cumplir los concretos, es la prueba de revenimiento del concreto fresco. Esta medición se hace-- para conocer la consistencia del mismo.

En la siguiente tabla se muestran los principales revenimientos - especificados:

Tabla 18

Resistencia (kg/cm ² .)	Edad (días)	Revenimiento (cm.)	Empleo
150 N	28	16 - 18	Tablestaca concreto
150 R.R.	14	16 - 18	Tablestaca concreto
200 N	28	16 - 18	Tablestaca concreto
200 R.R.	14	16 - 18	Tablestaca concreto
150 N.	28	8 - 10	Losas de cajón
150 R.R.	14	8 - 10	Losas de cajón.
200 N.	28	8 - 10	Trabes, losas y - columnas.
200 R.R.	14	8 - 10	Trabes, losas y - columnas.
250 N.	28	8 - 10	Trabes, losas y - columnas.
250 R.R.	14	8 - 10	Trabes, losas y - columnas
175 N	28	8 - 10	Trabes, losas y - columnas
175 R.R.	14	8 - 10	Trabes, losas y - columnas.

Nota: Los revenimientos podrán variarse, para concretos colados con --
damba ó para condiciones especiales.

Otro aspecto importante, es la condición que guardan los tiempos--
máximos para transportar el concreto desde la planta hasta la obra. Se
tija como valor máximo 60 minutos a partir de la incorporación de in--
gredientes en la mezcla, no debiendo sobrepasar los 90 minutos durante
la acción de mezclado, transporte y colocación.

A) Muestreos

Para poder llevar un control de calidad adecuado a la magnitud --
de la obra de la línea 9, se efectúan las siguientes pruebas de cali--
dad con su correspondiente frecuencia:

TABLA 19 COMPARATIVA DE LOS ANALISIS GRANULOMETRICOS Y
 CONTENIDO DE FINOS DE TRES BANCOS DE ARENA Y GRAVA,
 PARA LA PRODUCCION DE CONCRETO.

(Muestras efectuados el 14 de Junio de 1984)

Banco	Análisis Granulométrico	% de finos que pasa malla 200 (lavado). (10% máx.)
<u>ARENA</u>		
• Totolapan	No cumple especific.	19.4 no cumple
• Arconsa I	No cumple especific. (un valor fuera)	18.5 no cumple
• Arconsa II (La Estrella)	No cumple especific. (un valor fuera)	25.0 no cumple
<u>GRAVA 3/4"</u>		
• Totolapan	No cumple especific.	2.7 cumple
• Arconsa I	Si cumple especific.	2.7 cumple
• Arconsa II (La Estrella)	No cumple especific.	3.2 no cumple

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Propiedades físicas de arena para concreto

TAFLA 20

84

Núm. de muestra:		Lugar de muestra: MINA TOTOLAPAN			Fecha de muestra: 14-Jun-84		
					Fecha Informe:		
					Informe No.		
CONCEPTO		RESULTADO		ESPECIFICACION			
1) ANALISIS GRANULOMETRICO		PARCIAL	ACUM.	MIN.	MAX.		
RETEMIDO MALLA No. 4 (ORAYA) (%)		10			100		
PASA MALLA No. 4 (ARENA) (%)		-	90	95	100		
RETEMIDO MALLA No. 8 (%)		20	70	80	100		
" " No. 16 (%)		34	36	50	85		
" " No. 30 (%)		21	15	25	60		
" " No. 50 (%)		5	10	10	30		
" " No. 100 (%)		5	5	2	10		
PASA MALLA No. 100 (%)		5	0				
MODULO DE FINURA							
2) DENSIDAD (SECA)		2.23					
3) ABSORCION (%)		6.7					
4) MATERIA ORGANICA (COLOR)		0					
5) PASA MALLA No. 200 (LAVADO) (%)		19.4					
6) P.V. SECO SUELTO (kg/m ³)		1159					
7) P.V. SECO COMPACTO (kg/m ³)		1262					
FORMULO		REVISO			ENTERADO		ENTERADO
_____		_____			_____		_____
ECON		ECON			CONTRATISTA		COVITUR

ABERTURA EN MM.

OBSERVACIONES:

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Propiedades físicas de arena para concreto

TABLA 21

Núm. de muestra:	Lugar de muestreo: MINA ARCONSA I	Fecha de muestreo: 14-Jun-	1984	
		Fecha Informe:		
		Informe No.		
CONCEPTO	RESULTADO		ESPECIFICACION	
1) ANALISIS BRANULOMETRICO	PARCIAL	ACUM.	MIN	MAX.
RETENIDO MALLA No. 4 (GRAYA) (%)	8			100
PASA MALLA No. 4 (ARENA) (%)	-	92	95	100
RETENIDO MALLA No. 8 (%)	19	73	80	100
" " No. 16 (%)	21	52	50	85
" " No. 30 (%)	27	25	25	60
" " No. 50 (%)	6	19	10	30
" " No. 100 (%)	9	10	2	10
PASA MALLA No. 100 (%)	10	0		
MODULO DE FINURA				
2) DENSIDAD (SECA)	2.22			
3) ABSORCION (%)	5.5			
4) MATERIA ORGANICA (COLOR)	0			
5) PASA MALLA No. 200 (LAVADO) (%)	18.5			
6) P.V. SECO BUELTO (kg/m ³)	1148			
7) P.V. SECO COMPACTO (kg/m ³)	1334			
OBSERVACIONES:				
FORMULO	REVISO	ENTERADO	ENTERADO	
ECON	ECON	CONTRATISTA	COVITUR	

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Propiedades físicas de arena para concreto

TABLA 22

86 Núm. de muestra:	Lugar de muestreo: ARCONSA II (ESTRELLA)	Fecha de muestreo: 14-Junio	1984	
		Fecha Informe:		
		Informe No.		
CONCEPTO	RESULTADO		ESPECIFICACION	
1) ANALISIS GRANULOMETRICO	PARCIAL	ACUM	MIN.	MAX.
RETENIDO MALLA No. 4 (GRAVA) (%)	6			100
PASA MALLA No. 4 (ARENA) (%)	-	94	95	100
RETENIDO MALLA No. 8 (%)	16	78	80	100
" " No. 16 (%)	23	55	50	85
" " No. 30 (%)	25	30	25	60
" " No. 50 (%)	11	19	10	30
" " No. 100 (%)	10	9	2	10
PASA MALLA No. 100 (%)	9	0		
MODULO DE FINURA				
2) DENSIDAD (DECA)	2.29			
3) ABSORCION (%)	5.04			
4) MATERIA ORGANICA (COLOR)	0			
5) PASA MALLA No. 200 (LAVADO) (%)	25.0			
6) P.V. BECO SUELTO (Kg/m ³)	1231			
7) P.V. BECO COMPACTO (Kg/m ³)	1427			
OBSERVACIONES:				
FORMULO	REVISO	ENTERADO	ENTERADO	
_____	_____	_____	_____	
ECON	ECON	CONTRATISTA	COVITUR	

ABERTURA EN MM.

(%) RETENIDO ACUMULADO

DENOMINACION DE LOS TAMICES

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Propiedades físicas de grava para concreto

TABLA 21

Núm. de muestra: 1		Lugar de muestreo: TOTOLAPAN				Fecha de muestreo: 14 Junio		84	
DESCRIPCION: 3/4"						Fecha informe:			
						Informe No.			
CONCEPTO		RESULTADO		ESPECIFICACION		<p style="text-align: center;">ABERTURA EN MM.</p> <p style="text-align: center;">MALLAS</p> <p>OBSERVACIONES:</p>			
1) ANALISIS GRANULOMETRICO		PARCIAL	ACUM.	MIN.	MAX.				
RETENIDO MALLA No. 4 (GRAYA) (%)		3							
PASA MALLA No. 4 (ARENA) (%)		-							
RETENIDO MALLA 8" (%)			100		100				
" " 1" (%)			75	90	100				
" " 3/4" (%)		25	7	20	55				
" " 3/8" (%)		68	3	0	10				
" " No. 4 (%)		4							
2) DENSIDAD		2.23							
3) ABSORCION (%)		5.32							
4) PASA MALLA No. 200 (LAVADO) (%)		2.7							
5) P.V. SECO SUELTO (kg/m³)		1169							
6) P.V. SECO VARILLADO (kg/m³)		1303							
7) PERDIDA POR INTemperismo ACCELERADO (%)									
8) PERDIDA POR ABRASION LOS ANGELES (%)									
FORMULO		REVISO		ENTERADO		ENTERADO			
ECON		ECON		CONTRATISTA		COVITUR			

Propiedades físicas de grava para concreto

TABLA 24

88

Núm. de muestra: 1		Lugar de muestreo: MINA RECONSA I			Fecha de muestreo: 14 Junio		84	
DESCRIPCION: 3/4"					Fecha Informe:			
					Informe No.			
					CONCEPTO		RESULTADO	
ANALISIS GRANULOMETRICO		PARCIAL	ACUM.	MIN.	MAX.	<p style="text-align: center;">ABERTURA EN MM.</p> <p style="text-align: center;">MALLAS</p>		
RETENIDO MALLA No. 4 (GRAVA) (%)		5						
PASA MALLA No. 4 (ARENA) (%)		-						
RETENIDO MALLA 2" (%)								
" " 1" (%)		0	100		100			
" " 3/4" (%)		8	92	90	100			
" " 3/8" (%)		54	38	20	54			
" " No. 4 (%)		33	5	0	10			
2) DENSIDAD		2.25						
3) ABSORCION (%)		4.27						
4) P.A. MALLA No. 200 (LAVADO) (%)		2.7						
5) P.V. BECO SUELTO (Kg/m ³)		1210						
6) P.V. BECO VARILLADO (Kg/m ³)		1324						
7) PERDIDA POR INTemperismo ACCELERADO (%)								
8) PERDIDA POR ABRASION LOS ANGELES (%)								
FORMULO		REVISO		ENTERADO		ENTERADO		
_____		_____		_____		_____		
ECON		ECON		CONTRATISTA		COVITUR		

OBSERVACIONES:

Propiedades físicas de grava para concreto

TA-BLA 25

02

Núm. de muestra:	Lugar de muestreo: MINA ARCONSA IT (LA ESTRELLA)	Fecha de muestreo: 14 Junio	1984	
DESCRIPCIÓN: 3/4"		Fecha informe:		
		Informe No.		
CONCEPTO	RESULTADO		ESPECIFICACION	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	PARCIAL	ACUM.	MIN.	MAX.
RETENIDO MALLA No. 4 (GRAVA) (%)	3			
PASA MALLA No. 4 (ARENA) (%)				
RETENIDO MALLA 5" (%)		100		
" " 1" (%)	5	95		100
" " 3/4" (%)	23	72	90	100
" " 3/8" (%)	55	17	20	50
" " No. 4 (%)	14	3	0	10
2) DENSIDAD	2.17			
3) ABSORCIÓN (%)	7.07			
4) PASA MALLA No. 200 (LAVADO) (%)	3.2			
5) P.V. SECO SUELTO (kg/m ³)	1231			
6) P.V. SECO VARILLADO (kg/m ³)	1427			
7) PERDIDA POR INTemperismo ACCELERADO (%)				
8) PERDIDA POR ABRASION LOS ANGELES (%)				
FORMULO	REVISO		ENTERADO	
_____	_____		_____	
ECON	ECON		CONTRATISTA	
			ENTERADO	

			COVITUR	

ABERTURA EN MM.

MALLAS

Tabla 26

P r u e b a	Frecuencia, (cada):
- Revenimiento	5 m ³ .
- Resistencia a la compresión	
- Los primeros 5000 m ³ , para cada tipo y fuente de abastecimiento.	
- Una muestra de 2 cilindros	20 m ³ . ó fracción
- Una muestra de 4 cilindros	40 m ³ . ó fracción
- Después de 5000 m ³ , para cada tipo y fuente de abastecimiento.	
- Una muestra de 2 cilindros	40 m ³ . ó fracción
- Una muestra de 4 cilindros	80 m ³ . ó fracción

Para las siguientes pruebas, la frecuencia es determinada convenientemente por la dirección de la obra:

- Peso volumétrico, rendimiento y contenido de aire (gravimétrico).

- Tiempo de fraguado de mezcla.

- Sangrado del concreto.

- Resistencia del concreto a tensión indirecta.

- Resistencia a la flexión del concreto.

- Módulo de elasticidad estática y relación de Poisson.

B) Criterios de calidad

a) Resistencia a la compresión.

Se acepta una probabilidad del 20% de resultados inferiores a $f'c$ para evaluar dicha calidad:

1) Un suministro de concreto cumple con la resistencia $f'c$, si ninguna pareja de cilindros da una resistencia media inferior a $f'c - 50 \text{ Kg/cm}^2$, y si los promedios de todos los conjuntos de 3 parejas

consecutivas no son menores a $f'c=17 \text{ Kg/cm}^2$.

2) El ajuste al factor de sobrediseño de los proporcionamientos será realizado por las premezcladoras de acuerdo a la desviación estándar que obtengan, siendo notificado a la dirección de obra.

b) Curado.

Se colarán y curarán cilindros adicionales que se dejan en obra bajo las mismas condiciones que la estructura.

Cuando la resistencia de los cilindros curados en el campo a la edad de prueba, sea menor que el 85% de la resistencia obtenida con cilindros curados en laboratorio, será obligatorio mejorar los procedimientos de protección y curado del concreto.

c) Pruebas de corazones.

Si se presentan resistencias interiores en más de 50 kg/cm^2 , a $f'c$ en pruebas individuales de muestras curadas, deben tomarse medidas para asegurar la capacidad de carga.

Si se confirma que el concreto tiene baja resistencia, se puede requerir la prueba de corazones extraídos de la zona en consideración. Se procede así:

1) Se extraerán de la zona en duda, tres corazones por cada pareja de cilindros cuya resistencia media resulte menor que $f'c=50 \text{ Kg/cm}^2$. El concreto de los corazones será adecuado si el promedio de la resistencia de los tres corazones es mayor ó igual a $0.8 f'c$ y si la resistencia de ningún corazón es menor que $0.7 f'c$.

2) Se volverán a probar nuevos corazones extraídos de esas zonas, cuando hayan dado resultados erráticos.

d) Prueba de carga.

Si los corazones ensayados no cumplen todavía, la dirección de --

la obra puede ordenar la realización de pruebas de carga o tomar las medidas que consideren más adecuadas.

e) Calificación de muestreo.

Para la evaluación de las resistencias a la compresión se aceptará como máximo coeficiente de variación 5%.

f) Módulo de elasticidad del concreto.

Se determina cuando se desee limitar las deformaciones y debe cumplir con el siguiente valor mínimo:

$$E_c \geq 2500 \sqrt{f'_c} \quad f'_c = \text{Valor nominal de resistencia de proyecto.}$$

IV.6 SEGURIDAD EN LA OBRA.

Existen 2 comisiones que se encargan de ordenar todo lo referente a seguridad e higiene laboral. Una de ellas está formada por la parte patronal y la otra es conformada por parte del sindicato al cual están afiliados los trabajadores.

Se realizan reuniones mensuales en las que toman parte ambos intereses, durante las cuales el sindicato realiza un recorrido de inspección y propone una serie de peticiones que tienen como fin, el bienestar y la buena salud del personal que trabaja en la obra.

La comisión patronal tiene como obligación, llevar a cabo las modificaciones y medidas que le sean requeridas; así como realizar un reporte de honor los accidentes ocurridos durante el mes anterior.

Las medidas de seguridad e higiene laboral que poseen mayor importancia son las siguientes:

- a) Uso y buen estado del equipo de protección personal: cascos, guantes, coras, chamarras de hule, caretas para soldar, ocejeras para el ruido, mascarillas de un filtro, petos, guoles, etc.

- b) Colocación adecuada de carteles preventivos en lugares estratégicos de la obra para prevenir accidentes en zonas peligrosas.
- c) Buenas condiciones higiénicas y sanitarias en almacenes ó depósitos de materias primas.
- d) Excelente manejo y almacenamiento de sustancias tóxicas. (En esta obra no se manejaron).
- e) Buen estado del servicio de suministro de agua y bebedores -- higiénicos.
- f) Adecuada iluminación y aseo de los locales.
- g) Buen estado y número suficiente de baños y mingitorios.
- h) Establecimiento de un consultorio médico y botiquines en buenas condiciones.
- i) Aplicación de exámenes médicos de admisión y periódicos.
- j) Pláticas mensuales de higiene y seguridad, dirigidas a los -- trabajadores.
- k) Conocimiento del Reglamento Interior de Seguridad por parte -- de los nuevos trabajadores.
- l) Medidas preventivas y correcciones que se van necesitando durante el transcurso de la obra. (Colocación de escaleras, pasamanos, soldaduras, amarras, etc.).

CAPITULO V. ANALISIS DE COSTOS.

La base para realizar cualquier proyecto de Ingeniería antes de su ejecución, está constituida por la factibilidad técnica, económica y de tiempo. Cuando estas tres condiciones son posibles, sumadas en forma adecuada concluyen en la correcta realización de un desarrollo constructivo.

Ahora bien, la factibilidad económica queda determinada por dos aspectos:

- a) El monto total de la obra (presupuesto).
- b) La serie de beneficios que aporta la construcción del proyecto.

En el Esquema 2 se puede observar la importancia que implica un correcto análisis de costos y de que manera se conforma.

Los precios unitarios constituyen el punto de partida en este proceso, por lo que a continuación se da la siguiente definición.

Un precio unitario se puede definir de la siguiente forma:

Precio Unitario.- Es el importe total por unidad de medida de cada concepto de trabajo.

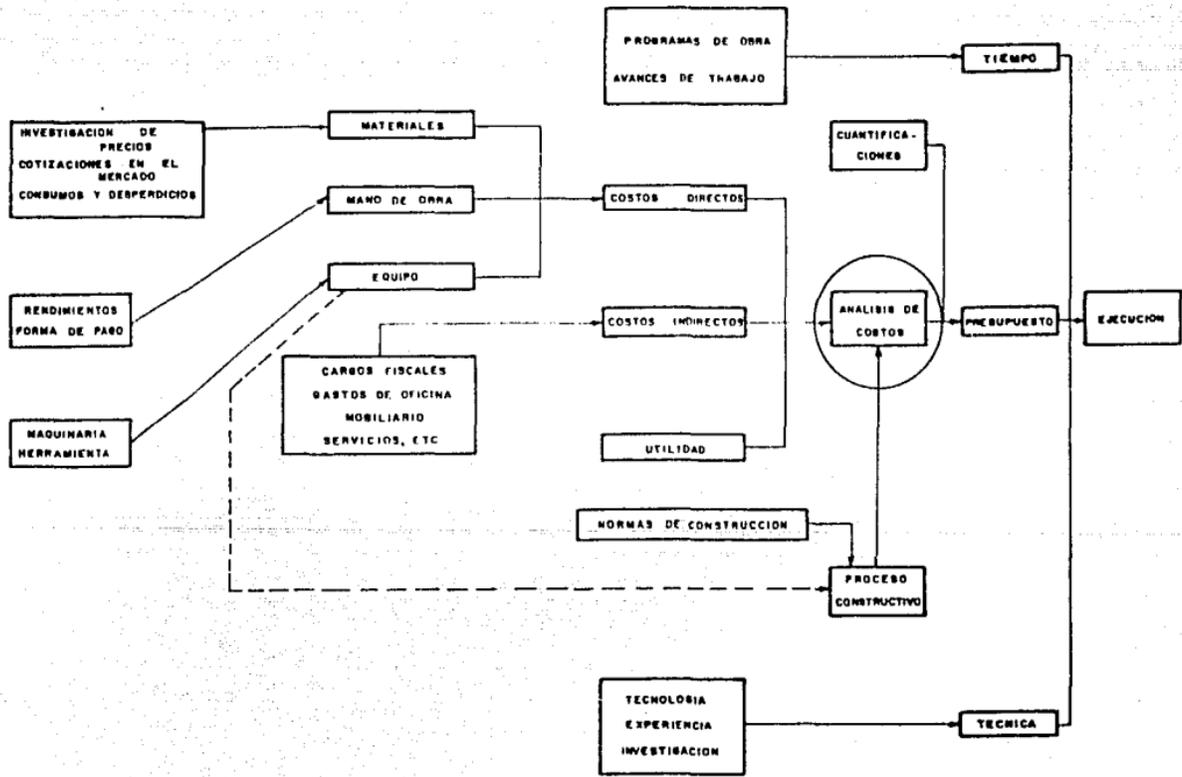
Los integrantes de un precio unitario son los siguientes:

Precio unitario = Costos directos + Costos indirectos + Utilidad + Cargos adicionales.

Describiendo cada uno de los conceptos anteriores, tenemos lo siguiente:

- "Costos Directos.- Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.
- Costos Indirectos.- Son los gastos de carácter general no incluidos en los cargos en que debe incurrir "el contratista" para la ejecución de los trabajos y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar el precio unitario.
- Utilidad.- Es la ganancia que debe percibir "el contratista" por la ejecución del concepto de trabajo.
- Cargos Adicionales.- Son las erogaciones que debe realizar "el contratista", por estar estipuladas en el contrato, convenio ó acuerdo, como obligaciones adicionales, así como los impuestos y derechos locales que se causen con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos, indirectos, ni de la utilidad".

"Los costos de construcción en el México de Hoy". Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica y de Costos. VI Reunión Nacional de Análisis de Costos. México, Noviembre 1983.



V.1 EJEMPLO.

Debido a que la cantidad de conceptos de obra es muy extensa, a continuación se muestra un ejemplo de análisis de precio unitario. Tomando en cuenta que se trata de un costo propuesto, este análisis sufrirá modificaciones para adecuarlo a los cambios en el proceso constructivo de acuerdo a las condiciones específicas que se presenten en la zona de trabajo.

Por ejemplo, se produjeron varios cambios en la colocación de la fijación de los parapetos, ocasionados por la dificultad para llevar a cabo el proceso constructivo, según la Figura 29.

Otro ejemplo de cambio en el proceso constructivo, se observó en el cadenamiento 4703, punto seleccionado para construir y apoyar una zapata. En este lugar se encontró durante la excavación, un suelo con una capacidad de carga menor de la esperada; por lo que el diseño original se modificó, produciendo una zapata con características específicas y llevando una consecuente modificación del precio unitario.

Análisis del precio unitario para el suministro y colocación de puntales metálicos con tubo de acero de 6" ó ced. 40 para apoyo de cabezales de columnas del metro elevado de línea 9. (Ver figura 30).

A) Suministro y habilitado.

1) Materiales.

a) Tubo de acero de 6" ó Ced. 40

Costo = \$34,754.00/m.

Longitud = 5.40 m/pza.

Cargo = \$34,754.00/m. x 5.40 m/pza. = \$187,671.60/pza.

Desperdicio y descalibre 10% = \$ 18,767.16/pza.

b) Placas de apoyo de 16" x 16" x 1" (2 placas).

Costo = \$780.00/kg.

Peso de la placa de 1" = 199.21 kg/m².

Peso total = 2 (0.406 m)² x 199.21 kg/m².
= 65.67 kg/pza. (2 placas).

Cargo = \$780.00/kg. x 65.67 kg/pza. = \$51,222.60/pza.

Desperdicio y descalibre 5% = \$ 2,561.13/pza.

c) Placa de 1/2" para cartabones.

Costo = \$780.00/kg.

No. de cartabones = 8

Peso de la placa de 1/2" = 99.61 kg./m².

Area de un cartabón = $\frac{5" \times 5"}{2} = \frac{(0.127 \text{ m})^2}{2} = 0.0081 \text{ m}^2$.

Peso total = 8 x 0.0081 m²/pza. x 99.61 kg/m².
= 6.45 kg/pza.

Cargo = \$780.00/kg. x 6.45 kg/pza. = \$ 5,011.00/pza.

Desperdicio y descalibre 5% = \$ 251.55/pza.

d) "Quesos" de madera de 16" ø, 4" de espesor.

Costo = \$ 360.00/P.T.

Cargo = $\frac{\$ 360.00/P.T. \times 5.58 \text{ P.T./pza.}}{10 \text{ usos}} = \$ 200.88/pza.$

Desperdicio y descalibre 10% = \$ 20.09/pza.

e) Soldadura E-7018

Costo = \$ 528.00/kg.

Cantidad = 3 kg/pza.

Cargo = \$ 528.00/kg. x 3 kg/pza. = \$ 1,584.00/pza.

Desperdicio 10% = \$ 158.40/pza.

f) Materiales menores (2% del costo del tubo)

Cargo = \$187,671.60/pza. x 0.02 = \$ 3,753.43/pza.

SUMA DE MATERIALES \$271,221.84/pza.

II) Obra de mano.

a) Habilitado (trazo, corte, soldado).

0.10 Cabo x \$10,263.00/turno = 1,026.30/turno

1 Oficial soldador x \$10,177.00/turno = \$10,177.00/turno

1 Ayudante x \$7,586.00/turno = 7,586.00/turno

\$18,789.30/turno

Rendimiento = 1 pza./turno

Cargo = $\frac{\$18,789.30/\text{turno}}{1 \text{ pza./turno}}$ = \$18,789.30/pza.

b) Carga en almacen.

0.20 Cabo x \$10,263.00/turno = \$ 2,052.60/turno

2 peones x \$6,567.00/turno = \$13,134.00/turno

\$15,186.60/turno

Rendimiento = 80 pzas/turno

Cargo = $\frac{\$ 15,186.60/\text{turno}}{80 \text{ pzas./turno}}$ = 189.83/pza.

c) Descarga en sitio de colocación.

Idem a la carga = 189.83/pza.

SUMA OBRA DE MANO \$ 19,168.96/pza.

III) Equipo

a) Equipo de corte oxígeno - acetileno.

Costo horario = \$1,401.00/hr.

Rendimiento = 1.5 hr./pza.

Cargo = \$1,401.00/hr. x 1.5 hr./pza. = \$ 2,101.50/pza.

b) Soldadora de 300 amperes.

Costo horario activa = \$2,481.00/hr.

Costo horario ociosa = \$1,500.00/hr.

Tiempo activa = 3 hr./pza.

Cargo = \$2,481.00/hr. x 3 hr./pza. = \$ 7,443.00/pza.

Tiempo ociosa = 1 hr./pza.

Cargo = \$1,500.00/hr. x 1 hr./pza. = \$1,500.00/pza.

c) Esmeriladora.

Costo horario = \$3,000.00/hr.

Rendimiento = 1.5 hr./pza.

Cargo = \$3,000.00/hr. x 1.5 hr./pza. = \$4,500.00/pza.

d) Autogrúa Pettibone para carga en almacén.

Costo horario activa = \$27,083.00/hr.

Rendimiento = 8 min./pza.

Cargo = $\frac{\$27,083.00/\text{hr.} \times 8 \text{ min./pza.}}{60 \text{ min./hr.}}$ = \$3,611.07/pza.

e) Camión de redilas.

Costo horario activo = \$9,128.00/hr.

Costo horario ociosa = \$5,372.00/hr.

Tiempo activo = 30 min/viaje

No. pzas/viaje = 25

Cargo = $\frac{\$9,128.00/\text{hr.} \times 30 \text{ min./viaje}}{60 \text{ min/hr.} \times 25 \text{ pzas/viaje}}$ = \$182.56/pza.

Tiempo ocioso = 120 min/viaje

Cargo = $\frac{\$5,372.00/\text{hr.} \times 120 \text{ min./viaje}}{60 \text{ min./hr.} \times 25 \text{ pzas/viaje}}$ = \$429.76/pza.

SUMA EQUIPO

\$19,767.89/pza.

B) Colocación y retiro.

I) Materiales.

a) Polín de 4"x4" x 1.00 m.

Costo = \$360.00/P.T.

No. piezas = 4

$$\text{Cargo} = \frac{\$360.00/\text{P.T.} \times 4 \times 4.38 \text{ P.T./pza.}}{10 \text{ usos}} = \$ 630.72/\text{pza.}$$

b) Torsales de alambre recocido.

$$\text{Costo} = \$ 405.00/\text{kg.}$$

$$\text{Cantidad} = 8 \text{ m.} \times 8 \text{ hilos} \times 0.009 \text{ kg/m.} = 0.58 \text{ kg.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 405.00/\text{kg.} \times 0.58 \text{ kg/pza.}}{3 \text{ usos}} = 78.30/\text{pza.}$$

c) Materiales menores.

Se considera el 10% de los materiales

$$\text{Cargo} = \$ 709.02/\text{pza.} \times 0.10 = \underline{70.90/\text{pza.}}$$

$$\text{SUMA MATERIALES} \quad \underline{\$779.92/\text{pza.}}$$

II) Obra de mano.

a) Colocación.

$$0.3 \text{ Cabo} \times \$ 10,263.00/\text{turno} = \$ 3,078.90/\text{turno}$$

$$1 \text{ Maniobrista} \times \$ 9,801.00/\text{turno} = \$ 9,801.00/\text{turno}$$

$$3 \text{ Ayudantes} \times \$ 7,586.00/\text{turno} \quad \underline{\$ 22,758.00/\text{turno}}$$

$$\$ 35,637.90/\text{turno}$$

$$\text{Rendimiento} = 40 \text{ min./pza.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 35,637.90/\text{turno} \times 40 \text{ min./pza.}}{60 \text{ min./hr.} \times 10 \text{ hr./turno}} = \$ 2,375.86/\text{pza.}$$

b) Retiro y movimiento a la siguiente posición.

$$\text{Rendimiento} = 20 \text{ min./pza.}$$

$$\text{Cargo} = \frac{\$ 35,637.90/\text{turno} \times 20 \text{ min./pza.}}{60 \text{ min./hr.} \times 10 \text{ hr./turno}} = \$ 1,187.93/\text{pza.}$$

$$\$ 3,563.79/\text{pza.}$$

III) Equipo

a) Autogrúa Pettibone MK-25.

$$\text{Costo horario} = \$ 27,083.00/\text{hr.}$$

Tiempo.- Colocación	=	40 min.	
Retiro y movimiento	=	20 min.	
Maniobras	=	<u>15 min.</u>	
		75 min.	
Cargo =	$\frac{\$ 27,083.00/hr. \times 75 \text{ min.}}{60 \text{ min./hr.}}$	/pza.	= \$ 33,853.75/pza.
	SUMA EQUIPO		<u>\$ 33,853.75/pza.</u>

TOTALES:

A) Suministro y habilitado.

I) Materiales	\$	271,221.84/pza.
II) Obra de mano	\$	19,168.96/pza.
III) Equipo	\$	<u>19,767.89/pza.</u>
SUMA	\$	<u>310,158.69/pza.</u>

No. de usos = 10

Valor de rescate = 50%

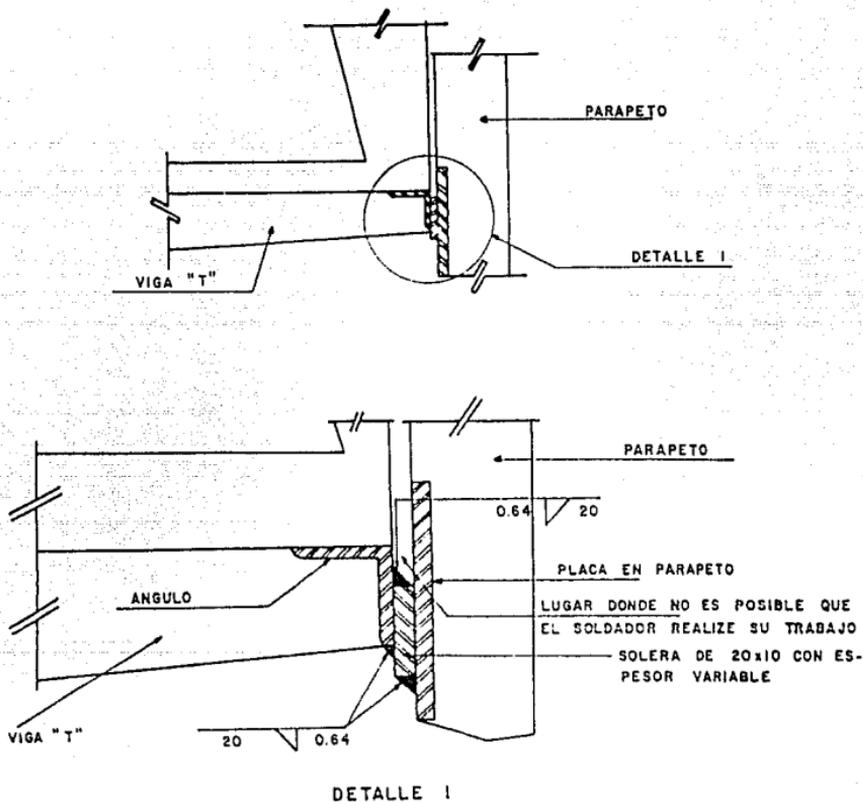
Cargo = $\frac{\$ 310,158.69/pza. - 50\%}{10 \text{ usos}}$ = \$ 15,507.94/pza. - uso

B) Colocación y retiro.

I) Materiales	\$	779.92/pza.
II) Obra de mano	\$	3,563.79/pza.
III) Equipo	\$	<u>33,853.75/pza.</u>
SUMA	\$	<u>38,197.46/pza.</u>
		<u>\$38,197.46/pza.</u>
COSTO DIRECTO	\$	53,705.40/pza.
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD 31%	\$	<u>16,648.67/pza.</u>
PRECIO UNITARIO	\$	<u>70,354.07/pza.</u>

FIGURA 29.

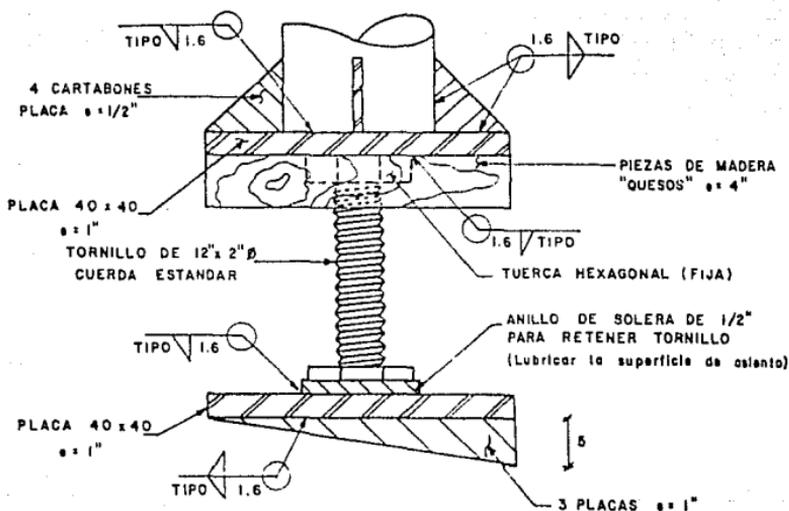
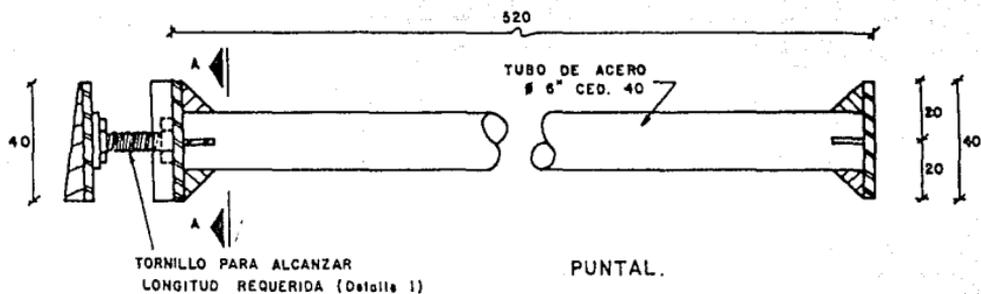
Acol. cm.



BOLETIN No. 85-E-100900-III-190-289-B. COVITUR. Fecha: 7-October-1985.
 ESPECIFICACION No. 171. COMETRO.

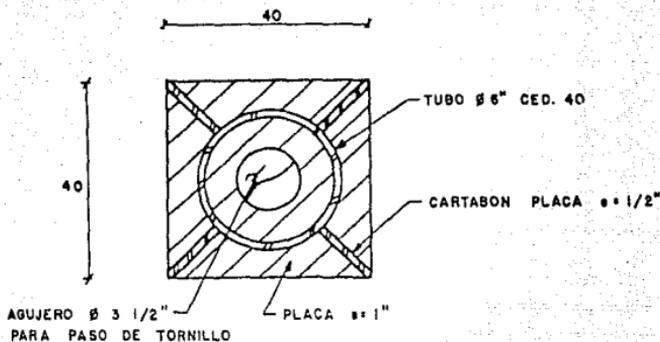
FIGURA 30.

Acol. cm.



Detalle 1

Aool. cm.



Corte A-A

Notas:

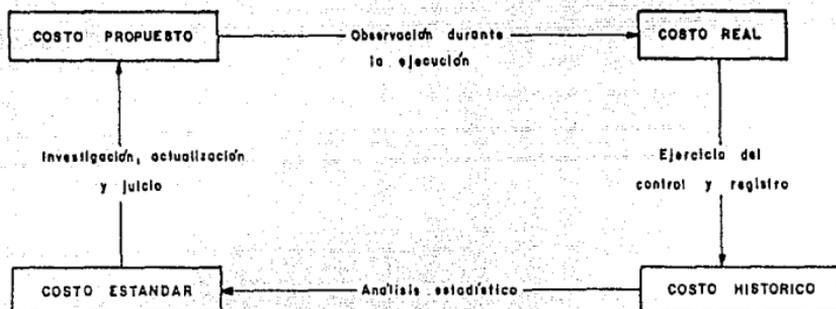
- 1) LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CMS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- 2) LAS SOLDADURAS SERAN AL ARCO ELECTRICO USANDO ELECTRODOS DE LA SERIE E-70.
- 3) EL ACERO EN PLACAS CUMPLIRA CON LA NORMA ASTM - A36.
- 4) SE FABRICARAN 8 PUNTALES IDENTICOS.
- 5) SE APUNTALARAN LOS EXTREMOS DEL CABEZAL DE LAS DOS COLUMNAS EN LAS QUE SE COLOCARA LA TRABE PORTADA. (Longitud = 24.50 mts.)
- 6) ESTOS PUNTALES SE RETIRARAN CUANDO SE ENCUENTREN COLOCADAS LAS OTRAS 2 TRABES.

V.2 CICLO DE CONTROL DE COSTOS PROPUESTOS.

El costo propuesto anterior, está sujeto a sufrir modificaciones de acuerdo a lo que se vaya observando durante el transcurso de la obra, de esta forma, se ejerce un registro de todos los costos observados. Como siguiente paso, se realiza un análisis estadístico que permita conocer el costo estándar del concepto en consideración.

Los costos estándar servirán a futuro para ser tomados como propuestos cuando se realice otro procedimiento constructivo similar.

FIGURA 31.



Esta retroalimentación, permite a mediano o largo plazo, que el costo propuesto sea cada vez más semejante al costo real; dando como resultado, que el presupuesto de una obra sea cada vez más confiable y verídico.

CONCLUSIONES:

EL S.C.T. metropolitano ha respondido a la necesidad de dar servicio a un -
volúmen bastante considerable de pasajeros por lo que el Estado sigue apo--
yando la construcción de nuevas líneas y tramos complementarios.

Los proyectos son muy ambiciosos, pero en el futuro serán insuficientes las
líneas que existan, ya que la tasa de natalidad no se mantiene estática y -
va en ascenso, a pesar de que se contará con cientos de kilómetros de vías--
fértreas.

El incremento desmesurado de la población provoca una consecuente expansión
de la zona metropolitana y una mayor actividad social y comercial. Por - -
consiguiente se presenta una demanda creciente de viajes/persona/día, tanto
en zonas de influencia de líneas existentes como en zonas donde no existe -
alguna estación cercana.

En el caso de la línea 1, se presentó una saturación constante ocasionada -
por los factores anteriores, requiriéndose la construcción de una línea pa--
ralela como alternativa contando con los mismos orígenes y destinos.

De los tres diferentes tipos de línea: superficial, subterránea (tunel ó --
cajón) y elevada. Para el tramo oriente se optó por construir una línea ele--
vada, presentando las siguientes características favorables:

- 1) El avance de trabajo para un tramo elevado es mayor, mientras el --
proceso constructivo se va mecanizando. La duración de trabajo para
un km. de tramo elevado es aproximadamente, de un 75% - 80% con - -

respecto a un tramo subterráneo construido en cajón.

Como dato general comparativo, se puede mencionar que para un tramo construido en cajón, se requieren 10 meses para terminar un km. en tramo y 12 meses para terminar una estación, en promedio.

- 2) El costo por km. construido de tramo elevado es aproximadamente, - un 70% del costo para construir un km. de tramo subterráneo tipo - cajón.
- 3) El tramo elevado de la línea 9 está construido con una buena calidad en todos los materiales, con el objeto de minimizar los costos de mantenimiento y mejorar la durabilidad.
- 4) Los tramos elevados proporcionan los siguientes beneficios generales:
 - a) Mayor rapidez de construcción que un tramo subterráneo.
 - b) Mayor economía que un tramo subterráneo.
 - c) Mayor limpieza en el trabajo.
 - d) Se maneja un menor volumen de movimiento de tierras.
 - e) Durante la construcción, existen menores molestias para los - - peatones y los conductores de vehículos.
 - f) Menor número de intersecciones con obras inducidas, tales como: cables telefónicos, ductos, tuberías, etc.
 - g) Recomendable para construirse en avenidas amplias o donde existen camellones centrales.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
Cometro. México, D.F. 1987.
- 2) CONSTRUCCION DE PUENTES. TOMO I
Centro de Educación Continua.
UNAM. México, D.F. 1978.
- 3) CURSO SOBRE MAQUINARIA
Cometro. México, D.F., 1984.
- 4) DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES
Instituto de Ingeniería, UNAM.
México, D.F., 1977. 225 pp.
- 5) ESPECIFICACIONES DE LA COMPAÑIA COMETRO
México, D.F. 1985.
- 6) ESTIMACION Y CONTROL DE COSTOS
Centro de Educación Continua.
UNAM. México, D.F. 1978.
- 7) JUAREZ BADILLO EULALIO, RICO RODRIGUEZ ALFONSO.
"MECANICA DE SUELOS"
TOMO II, Segunda Edición,
México, Limusa, 1983. 703 pp.
- 8) PROGRAMA MAESTRO DEL METRO
ISTME. México, D.F., 1985.
- 9) SUAREZ SALAZAR CARLOS. "COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION"
Tercera Edición. México, Limusa, 1983. 451 pp.
- 10) SUPERVISION DE LAS AMPLIACIONES DE LAS LINEAS DEL METRO
"Especificaciones de calidad del concreto".
Econ. México, D.F., Junio 1984. 22 pp.
- 11) TESIS PROFESIONAL. FUENTES, JIMENEZ Y MARTINEZ
"Análisis Estructural del Metro Elevado de la Cd. de México
(Tramo Tipo)".
UNAM. México, 1984. 292 pp.
- 12) TOGNO, FRANCISCO M. "FERROCARRILES"
Representaciones y Servicios de Ingeniería.
México, 1968 749 pp.