

4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN

215

“ SOLUCION A LA CONSTRUCCION
DEL CAJON SUBTERRANEO DEL
METRO LINEA 8, TRAMO ACULCO-
ESCUADRON 201, CON EL EMPLEO
DE MUROS MILAN PREFABRICADOS ”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
FACUNDO ANGELES BERNABE



ACATLAN, EDO. DE MEXICO

1995

FALLA DE ORIGEN

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"
JEFATURA DEL PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

SR. ANGELES BERNABE FACUNDO
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL.
P R E S E N T E :

DE ACUERDO A SU SOLICITUD PRESENTADA CON FECHA 15 DE MAYO DE 1992, ME COMPLACE NOTIFICARLE QUE ESTA JEFATURA DEL PROGRAMA TUVO A BIEN ASIGNARLE EL SIGUIENTE TEMA DE TESIS:
"SOLUCION A LA CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO LINEA 6. TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, CON EL EMPLEO DE MUROS MILAN PREFABRICADOS".

- I.- GENERALIDADES.
- II.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS MUROS MILAN PREFABRICADOS.
- III.- PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CAJON DEL METRO.
- IV.- PERSPECTIVAS EN MEXICO.
BIBLIOGRAFIA.

ASI MISMO FUE DESIGNADO COMO ASESOR DE TESIS EL
ING. RAUL IBARRA RUIZ.

PIDO A USTED TOMAR NOTA QUE EN CUMPLIMIENTO DE LO ESPECIFICADO EN LA LEY DE PROFESIONES, DEBERA PRESTAR SERVICIO SOCIAL DURANTE UN TIEMPO MINIMO DE SEIS MESES COMO REQUISITO BASICO PARA SUSTENTAR EXAMEN PROFESIONAL, ASI COMO DE LA DISPOSICION DE LA DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES EN EL SENTIDO DE QUE SE IMPRIMA EN LUGAR VISIBLE DE LOS EJEMPLARES DE LA TESIS, EL TITULO DE TRABAJO REALIZADO. ESTA COMUNICACION DEBERA IMPRIMIRSE EN EL INTERIOR DE LA TESIS.

SIN MAS POR EL MOMENTO, RECIBA UN CORDIAL SALUDO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
ACATLAN, EDO. DE MEX., A 21 DE ABRIL DE 1995

ING. CARLOS ROSALES AGUILAR
JEFE DEL PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



ENEP-ACATLAN
JEFATURA DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA

A DIOS, CREADOR DEL UNIVERSO

**CON TODA LA VENERACION QUE SE MERECE,
PORQUE DE EL NACE LA VIDA, EL AMOR
Y LA EXISTENCIA DE LA HUMANIDAD.**

**a la memoria de mi padre
PABLO ANGELES MARTINEZ**

**POR TODO EL APOYO Y LA CONFIANZA QUE DEPOSITO EN MI
PARA SER UN PROFESIONISTA, Y QUE AUN DESPUES DE SU
MUERTE, ESPIRITUALMENTE SIEMPRE ME HA ACOMPAÑADO
Y SIEMPRE LO RECORDARE.**

**a mi madre
FELIPA ROSALIA BERNABE DE ANGELES**

**CON TODO EL AMOR, RESPETO Y ADMIRACION
LE DEDICO ESTA TESIS PORQUE ES EL LOGRO
QUE ELLA SIEMPRE DESEO.**

a mi esposa
MARTHA PATRICIA MOSQUEDA DE ANGELES

**POR TODA LA MOTIVACION, AYUDA Y COMPRESION
QUE ME BRINDO PARA QUE ESTA TESIS LLEGARA
A SER LO QUE ES HOY : ¡ UN TRIUNFO DE AMBOS !**

A MI FUTURO BEBE

**QUE AUN NO CONOCIENDOLO, ME HA DADO EL
ESTIMULO NECESARIO PARA SEGUIR ADELANTE.**

PALABRAS DE AGRADECIMIENTO

AL ING. RAUL IBARRA RUIZ

QUIERO AGRADECERLE INFINITAMENTE TODO EL APOYO Y ATENCION QUE ME BRINDO, QUIEN NO ESCATIMANDO TIEMPO, TUVO LA PACIENCIA DE ASESORAR EL PRESENTE ESTUDIO.

AL ING. JAIME E. ROMERO LAGARDA

POR TODO EL APOYO Y TODAS LAS FACILIDADES QUE ME DIO PARA PODER LLEVAR A CABO LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL LIC. ERNESTO NEGRETE GARCIA.

POR TODO EL APOYO QUE ME BRINDO DENTRO DE LA "COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO" PARA LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

AL JURADO DEL EXAMEN

ING. RAUL IBARRA RUIZ.

ING. HECTOR ARCE PAZ.

ING. FERNANDO RIVAS OLIVERA.

ING. VICTOR J. PERUSQUIA MONTOYA.

ING. JESUS L. SANCHEZ GARCIA.

INDICE

PROLOGO.	1
CAPITULO I. GENERALIDADES.	
1.1. INTRODUCCION.	3
1.2. EVOLUCION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO.	4
1.3. IMPORTANCIA DE LA LINEA 8 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO	7
1.4. ASPECTOS TECNICOS DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, CAD. 7+845.809 AL CAD. 8+165.000.	
1.4.1. ESTRATIGRAFIA DEL SUELO.	11
1.4.2. CONDICIONES HIDRAULICAS DEL SUELO.	17
CAPITULO II. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS MUROS MILAN PREFABRICADOS.	
2.1. PREFABRICACION DE LOS MUROS MILAN	19
2.2. EXCAVACION DE LA ZANJA.	22
2.3. COLOCACION DE LOS TABLEROS.	27
2.4. INYECCION DE LAS JUNTAS "WATER STOP".	30
CAPITULO III. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CAJON DEL METRO.	
3.1. ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO.	44
3.2. EXCAVACION, TROQUELAMIENTO Y CONSTRUCCION DEL CAJON.	
3.2.1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO I (ZONA COMUN)	46
3.2.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO II (ZONA DE REJILLAS)	47
3.2.3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO III (ZONA DE CARCAMO)	49
3.2.4. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO IV (CRUCE DE DUCTOS DE TELMEX).	51
CAPITULO IV. PERSPECTIVAS EN MEXICO.	
4.1. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROCEDIMIENTO DE PREFABRICADOS.	
4.1.A. CALIDAD DE LOS TRABAJOS.	73
4.1.B. COSTO DE LOS TRABAJOS.	76
4.1.C. TIEMPO DE EJECUCION.	101
4.1.D. FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD DEL SISTEMA DE PREFABRICADOS.	105
4.2. FACTIBILIDAD DE USO DE LOS MUROS MILAN PREFABRICADOS EN LA CONSTRUCCION DEL METRO EN MEXICO.	106
CONCLUSIONES.	107
DEFINICION DE TERMINOS.	109
BIBLIOGRAFIA.	115

PROLOGO.

Ultimamente, México ha tenido grandes avances técnicos en el ámbito de la construcción, particularmente en la "Obra Metro", a tal grado que los estudios de planeación, proyecto urbanístico y arquitectónico, el diseño de la obra civil en las áreas correspondientes a estructuras, mecánica de suelos, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, son totalmente realizados por técnicos mexicanos de la empresa "Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano, S.A. de C.V.", ahora llamada "ICA Ingeniería".

El método que se ha utilizado hasta el momento en la construcción del Cajón del Metro es a base de Muros Milán colados en sitio.

La "Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR), del D.D.F.", en su afán por adquirir nuevas técnicas de construcción en este tipo de obra, aceptó poner a prueba la solución propuesta por "Cimentaciones Mexicanas, S.A. de C.V." en la cual propone la construcción del Cajón del Metro a base de Muros Milán Prefabricados. Este procedimiento fue patentado por Soletanche, empresa francesa, y motivo de este escrito.

Tal solución fue aplicada en el tramo Aculco-Escuadrón 201 de la línea 8 del Metro de la Ciudad de México, que se encuentra ubicado en la avenida Cinco, entre la avenida Agustín Yañez y Río Churubusco, de la colonia Sector Popular, específicamente entre los cadenamientos 7+845.809 y 8+165.000.

GENERALIDADES

CAPITULO

I

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION.

El transporte ha sido siempre uno de los grandes problemas del hombre. Desde su aparición en la tierra, el género humano ha ocupado gran parte de su tiempo e ingenio en buscar soluciones para transportarse de un lugar a otro. Al principio, el uso de animales y vehículos rudimentarios como balsas y canoas satisfizo esta necesidad, pero gradualmente el problema fué agudizándose en la medida del crecimiento de los centros urbanos.

Hasta 1930, su crecimiento fué lento y el área urbana no rebasaba los límites del Distrito Federal.

Como un reflejo del desarrollo del país, a partir de 1940 se incrementó el desarrollo industrial en la Ciudad de México, la población en masa, recursos y bienes; éstos elementos al combinarse con un acelerado crecimiento poblacional produjeron la urgencia de satisfacer las grandes y variadas necesidades que demanda la creciente población. El transporte es un servicio que destaca en forma predominante, para lo cual, la tecnología en este ámbito se ve aplicado en todo momento: ferrocarriles, transportes marítimos, automóviles y autobuses, aviones, etc.

En la actualidad, la Ciudad de México se encuentra conurbada con 17 municipios del Estado de México, formando así una zona metropolitana que va más allá de los límites político-administrativo del Distrito Federal.

De seguir con la actual tendencia de crecimiento, esta gran metrópoli se convertirá en el fenómeno urbano del siglo con una población de aproximadamente 23.4 millones de habitantes para el año 2000.

La necesidad de producir, hacer circular y distribuir los satisfactores, obliga al hombre a transportarse y a pensar en la forma de lograrlo con la mayor rapidez y eficiencia posible.

Introducir un sistema de transporte eficiente dada la extensión urbana y complejidad del trazo de la ciudad, fué una de las problemáticas más difíciles de solucionar, pero una de las prioritarias en los programas gubernamentales del Distrito Federal para continuar estructurando nuestro

desarrollo social y económico, ya que la evolución de los servicios de comunicación y transporte influyen decisivamente en el progreso económico y en el bienestar general de la sociedad.

1.2. EVOLUCION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO "METRO".

El incremento demográfico y urbano registrado en la Ciudad de México en los últimos años provocó grandes cambios en su fisonomía.

Asimismo, el problema del transporte colectivo en el Distrito Federal se incrementó cada día por:

A) La demanda excesiva de transporte debido principalmente a la falta de zonificación y planeación adecuada de la ciudad y zonas vecinas.

B) Falta de coordinación entre los diferentes medios de transporte, lo que ocasionaba transbordos y competencias innecesarias.

C) Equipos obsoletos que proporcionaban un servicio lento, incómodo e ineficiente.

D) Falta de continuidad en muchas avenidas y calles importantes.

E) Localización inadecuada de terminales de todo tipo de transporte.

Ante estas consideraciones y los frecuentes congestionamientos que se presentaban en el centro de la ciudad en la década de los sesenta, forzaron a la implantación de un transporte masivo capaz de absorber los fuertes volúmenes de viajes que había en algunos corredores.

La solución que se buscaba en ese momento no podía estar orientada hacia el núcleo central de la ciudad y sus principales zonas congestionadas a base de "sistemas de superficie". Por tal motivo y dentro de una planeación racional, se vió la alternativa y conveniencia de construir el "Metro" para que constituyera la columna vertebral de un sistema de transporte.

Esto se inició a partir de 1965 con los primeros estudios para construir este sistema, que es el mas seguro, eficiente y confortable respecto a otro sistema de transporte masivo.

Para ello, se tuvieron que considerar tres aspectos: el técnico, el económico y el financiero.

A) El primero contemplaba los problemas que presentaba el subsuelo de la Ciudad de México para la construcción de este tipo de estructuras.

B) El segundo requería de una tarifa que estaba sobre la capacidad económica del usuario.

C) El tercero, como consecuencia de los anteriores, resultaba también negativo, ya que para fijar una tarifa acorde con la capacidad de pago del usuario se requería de subsidio gubernamental.

PLANEACIÓN DE LAS PRIMERAS LINEAS DEL METRO

Antes de la elección de los trazos definitivos de las líneas se analizaron treinta opciones de trazo, y se seleccionó una preliminar que cubriera las necesidades más urgentes del transporte colectivo y solucionara al mismo tiempo los problemas de congestiónamiento del primer cuadro y zona central de la ciudad. La solución elegida fue transitoria ya que permitió ensayar la factibilidad técnica, económica y financiera.

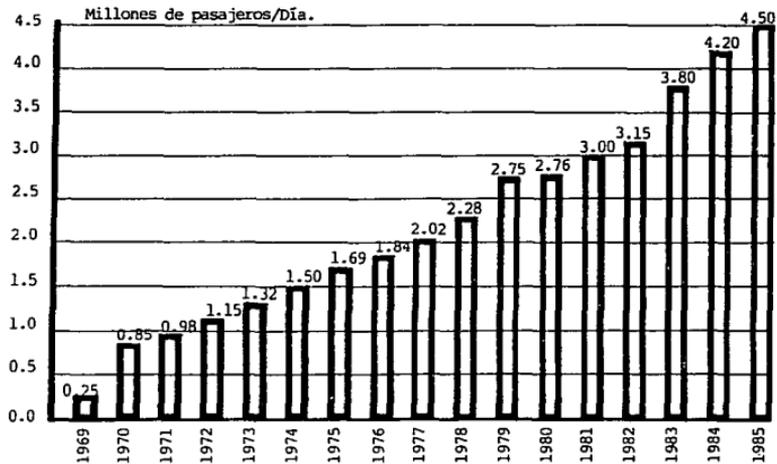
En el aspecto técnico, se analizaron los hundimientos del Valle de México, sus causas y efectos en la estructura del Metro, su estabilidad y los principios de la cimentación compensada.

En los aspectos económico y financiero se estudió la estimación de la captación de pasajeros, costos preliminares, programas para la ejecución de la obra; de lo que resultó el primer antepresupuesto que dió como resultado las posibilidades para el financiamiento.

La primera etapa de construcción realizada entre 1967 y 1970 constó de la línea 1 (de estación Zaragoza a estación Observatorio), la línea 2 (de estación Taxqueña a estación Tacuba) y un tramo de la línea 3 (de estación Tlaltelolco a estación Hospital General), las cuales sumaban una longitud total de 42 km.

Fue tal la preferencia del público por el Sistema Metro que de 248 mil pasajeros por día en 1969, pasó a 855 mil al año siguiente, y entre 1970 y 1980 aumentó a un ritmo sostenido del 12% anual. Ver gráfica G-1. Por tal motivo fue necesario construir nuevas líneas y ampliar las existentes con el fin de aumentar la capacidad del Metro y así canalizar por este medio el transporte

EVOLUCION DE LA CAPTACION DE PASAJEROS EN EL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO



GRAFICA G-1

FUENTE: SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO & T.C.

colectivo, lo que permite obtener importantes economías al reducir los tiempos de recorrido, los consumos de combustible y la contaminación ambiental.

Por estas causas, se decidió la construcción de un organismo desconcentrado que se encargaría de buscar alternativas y proponer soluciones al problema de la vialidad y transporte, y que tuviera a su cargo la ampliación del Sistema Metro, así como la construcción de todas las obras necesarias para el mejoramiento del servicio público.

En el período presidencial del Lic. José López Portillo y por acuerdo del jefe del Departamento del Distrito Federal, Prof. Carlos Hank González, se creó la "Comisión Técnica Ejecutiva del Metro (COTEME)", a la que en 1977 se le cambió la denominación por "Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR)".

En 1978 se inició la segunda etapa de construcción del Metro, que incrementó la red a 88.4 km. gracias a la ampliación de la línea 3 en su zona norte desde Tlalteolco hasta Indios Verdes y del Hospital General a la estación Zapata en el sur, así como la construcción de las líneas 4, 5 y 6. Ver figura 1.1.

En este mismo año, COVITUR creó el "Plan Maestro del Metro", cuyas metas consistieron en la construcción de 378 km. de red, en la cual deberían funcionar 807 trenes para cubrir una capacidad de 24 millones de pasajeros al día.

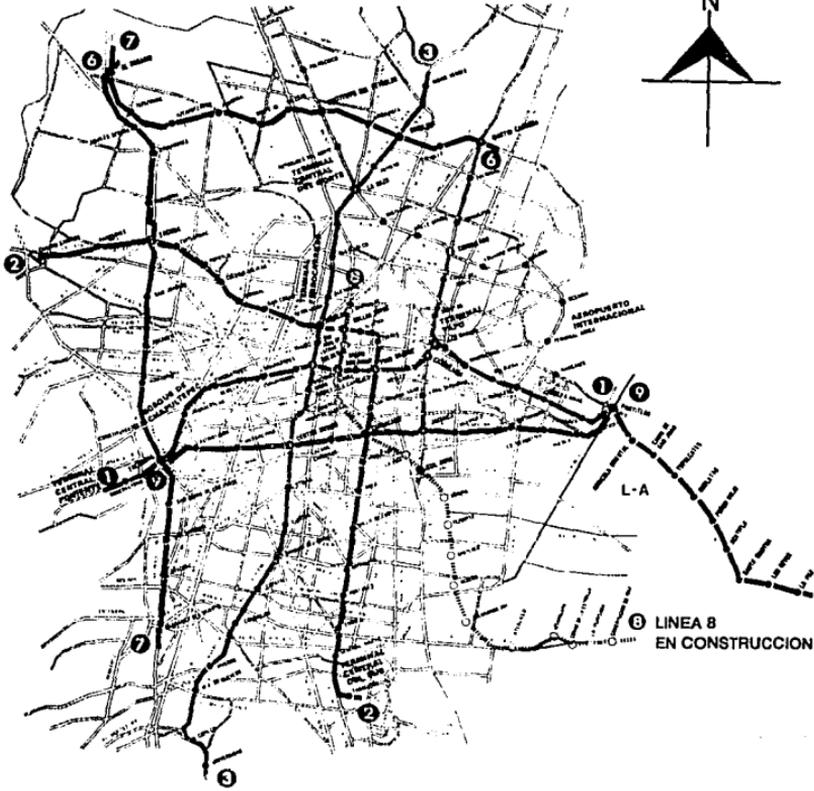
En 1980, una nueva revisión modificó los alcances del Plan a 444 km. de red, 882 trenes y una captación de 26.4 millones de usuarios al día.

De los planes mencionados, la cobertura de la red se amplió hasta la Ciudad Universitaria con la extensión de la línea 3, se prolongó la línea 2 al nor-poniente hasta Cuatro Caminos, la línea 1 se extendió hacia el nor-oriente hasta la estación Pantitlán, la línea 7 se prolongó al sur hacia Barranca del Muerto y al norte hasta el Rosario, asimismo se construyó la ampliación oriente de la línea 6 a Martín Carrera y la línea 9 de Pantitlán a Tacubaya.

1.3. IMPORTANCIA DE LA LINEA 8 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO

Iniciados los trabajos del Metro de la Ciudad de México en la década de los sesenta, este sistema de transporte colectivo ha registrado avances significativos, pues ya en la actualidad cuenta con 8 de las 15 líneas que se tienen proyectadas para ser concluidas a largo plazo.

RED DEL METRO



⑧ LINEA 8 EN CONSTRUCCION

U.N.A.M.

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



RED DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO CIUDAD DE MEXICO

FIGURA No. 1.1

Dentro del Plan Maestro del Metro, la construcción de la Línea Ocho se dió inicio en Septiembre de 1991 para ser puesta en servicio en el segundo semestre de 1994.

Por su extensión , trayecto y conexión con otras líneas de las que ya existen, además de las que se tienen contempladas en el Plan Maestro, la Línea Ocho significa la columna vertebral de este sistema de transporte.

Esta nueva línea, en su primera etapa de construcción comprende 20 km. de longitud, partiendo de Iztapalapa para llegar a Garibaldi.

En total, la Línea Ocho esta proyectada a futuro con una extensión de 26 km. hasta llegar a Indios Verdes y se conectará con 11 de las 15 líneas que se construirán en los próximos años, adquiriendo un carácter total de distribuidora y de factor de equilibrio porque permitirá desahogar líneas sobrecargadas y alimentar a líneas con menor demanda, y también porque abarcará el Centro Histórico que sigue siendo la zona de mayor generación de viajes.

Por lo que se refiere a los beneficios que generará la Línea Ocho en su primera etapa, son múltiples:

A) Ofrecerá 20 km. más de transporte masivo con capacidad de 600 mil pasajeros por día, sumándose a la actual red de 158 km.

B) La red se incrementará de 35 posibilidades de transbordo que actualmente tiene a 44, que dará mayor flexibilidad a todos los usuarios de este sistema:

B.1) La Línea 1, actualmente sobrecargada disminuirá su ocupación en un 4%

B.2) La Línea 2 que se encuentra saturada reducirá su carga un 11.3%

B.3) La Línea 4, actualmente subutilizada incrementará su carga en un 45%.

B.4) La Línea 9 con capacidad disponible aumentará su carga en un 31%.

C) La captación actual de la red subirá de 4.5 millones de boletos a 5.1 millones , es decir, 600 mil nuevos boletos.

D) Mejorará la circulación en sus zonas de influencia y determinadamente en la Av. Francisco del Paso y Troncoso desde el Circuito Interior hasta el Viaducto, que se convertirá en vía de circulación continua.

D.1) La comunidad ahorrará 300 mil horas-hombre aproximadamente al día, que actualmente se ocupan en transporte.

D.2) Se incrementará la cobertura del sistema, incidiendo contundentemente en la delegación Iztapalapa y fortaleciéndose en las delegaciones Iztacalco, Venustiano Carranza y Cuauhtémoc.

D.3) Se fortalecerá la cobertura del sistema en el Centro Histórico.

D.4) Ayudará a la reordenación del transporte terrestre en la zona de influencia de la línea ocho.

En síntesis, la línea ocho del Metro beneficiará en mayor o menor grado a todos los habitantes de la Ciudad de México.

CARACTERISTICAS DE LA LINEA OCHO EN SU PRIMERA ETAPA

La longitud de la obra es de 20 km. y contará con 19 estaciones; con una dirección nor-poniente comunicará a Iztapalapa con el centro de la ciudad por las siguientes avenidas y calles: Ermita Iztapalapa, Avenida Cinco, Francisco del Paso y Troncoso, calle Hidalgo, Avenida Coyuya, Viaducto Río de la Piedad, Calzada de la Viga, calle José T. Cuellar, calle Juan A. Mateos, Eje Central Lázaro Cárdenas y avenida Reforma Norte.

Tipo de Línea: subterránea desde su extremo sur-oriente en Ermita Iztapalapa y Fundición hasta el cruce de avenida Cinco y Río Churubusco, superficial sobre Francisco del Paso y Troncoso, y subterráneo desde el cruce del Eje 3 Oriente y avenida Hidalgo hasta Reforma Norte.

1.4. ASPECTOS TECNICOS DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, CAD.7+845.809 AL CAD. 8+165.000

1.4.1. ESTRATIGRAFIA DEL SUELO.

1.4.1.A. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LA CUENCA DE MEXICO.

Las condiciones del subsuelo en que se han desarrollado a la fecha los diferentes proyectos subterráneos referidos a la Obra Metro varían de las arcillas más blandas y compresibles a las Tobas y los Basaltos.

MARCO GEOLOGICO GENERAL

La Cuenca de México asemeja una enorme presa azolvada: la cortina, situada al sur, está representada por los basaltos de la Sierra del Chichinautzin, mientras que los rellenos del vaso están constituidos en su parte superior por arcillas lacustres y en su parte inferior por clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes. Ver figura 1.2. El conjunto de rellenos contiene además capas de cenizas y estratos de pómez producto de las erupciones volcánicas menores y mayores durante el último medio millón de años. También se identifican numerosos tipos de suelo, producto de la meteorización de los depósitos volcánicos, fluviales, aluviales y glaciares. Estos tipos de suelo, hoy transformados en paleosuelos o tobas, llevan el sello del clima en el que fueron formados, siendo a veces amarillos producto de ambientes fríos, y otras veces café y hasta rojizos producto de ambientes moderados a subtropicales.

Sobre este complejo relleno ha crecido la Ciudad de México. Desde la fundación de Tenochtitlán, los pobladores del lugar han tenido que enfrentarse a las características más difíciles del relleno; hacia la mitad de este siglo, sus edificios y obras se fueron desplantando sobre los rellenos correspondientes al borde de la planicie, y en lo que va de la segunda mitad de la centuria, la ciudad se ha extendido aún más, rebasando los límites de la planicie hasta la zona del Iomerio.

FACUNDO ANGELES B.

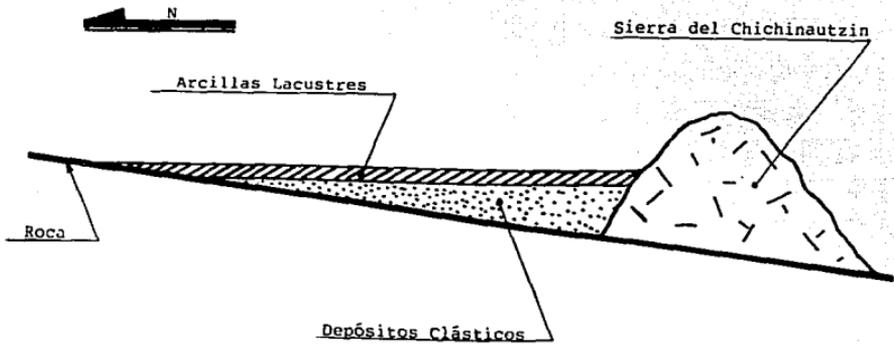


UNAM

CONSTRUCCION DE LA LINEA B DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

ESQUEMA GEOLOGICO GENERAL DE LA CUENCA DE MEXICO

FIGURA No. 12



ZONIFICACION GEOTECNICA

La zonificación del área se basa en las propiedades de compresibilidad y resistencia de los depósitos característicos de la cuenca.

ZONA DEL LAGO

Esta zona se caracteriza por los grandes espesores de arcillas blandas de alta compresibilidad, que subyacen a una costra endurecida superficial de espesor variable en cada sitio, dependiendo de la localización e historia de cargas; por ello, la zona del lago se ha dividido en tres subzonas:

LAGO VIRGEN.- Corresponde al sector oriente del lago, cuyos suelos prácticamente han mantenido sus propiedades mecánicas desde su formación; sin embargo, el reciente desarrollo de esta zona de la ciudad está incrementando la sobrecarga en la superficie.

LAGO CENTRO I.- Esta asociada al sector no colonial de la ciudad, la cual empezó a desarrollarse a principios de este siglo y ha estado sujeta a las sobrecargas por construcciones pequeñas y medianas; las propiedades mecánicas del subsuelo de esta zona representan una condición intermedia entre el Lago Virgen y el Lago Centro II.

LAGO CENTRO II.- Esta zona corresponde a la traza de la ciudad, donde la historia de cargas aplicadas en la superficie ha sido muy variable; esta situación ha provocado que en esta subzona se encuentren las siguientes condiciones extremas:

- 1) Arcillas fuertemente consolidadas por efecto de rellenos y grandes sobrecargas de construcciones prehispánicas y coloniales.
- 2) Arcillas blandas asociadas a lugares que han alojado plazas y jardines durante largos periodos de tiempo.
- 3) Arcillas muy blandas en los cauces de antiguos canales.

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

En la tabla T-1 se resume la estratigrafía característica de las tres subzonas del lago.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN

ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES, ZONA DEL LAGO
CIUDAD DE MEXICO

SUBZONA	ESTRATO *	ESPEJOR (M)	γ (TON/M ³)	c (TON/M ²)	ϕ (°)
LAGO VIRGEN	COSTRA SUPERFICIAL	1.00 A 2.50	1.40	1.00	20.00
	SERIE ARCILLOSA SUPERIOR	38.00 A 40.00	1.50	0.50 A 1.00	---
	CAPA DURA **	1.00 A 2.00	---	0.00 A 10.00	25.00 A 36.00
	SERIE ARCILLOSA INFERIOR	15.00 A 30.00	1.25	3.00 A 4.00	---
LAGO CENTRO I	COSTRA SUPERFICIAL	4.00 A 6.00	1.60	4.00	25.00
	SERIE ARCILLOSA SUPERIOR	20.00 A 30.00	1.20	1.00 A 2.00	---
	CAPA DURA **	3.00 A 5.00	1.50 A 1.60	0.00 A 10.00	25.00 A 36.00
	SERIE ARCILLOSA INFERIOR	8.00 A 10.00	1.30 A 1.35	5.00 A 8.00	---
LAGO CENTRO II	COSTRA SUPERFICIAL	6.00 A 10.00	1.70	4.00	25.00
	SERIE ARCILLOSA SUPERIOR	20.00 A 25.00	1.30	3.00	---
	CAPA DURA **	3.00 A 5.00	1.50 A 1.60	0.00 A 10.00	25.00 A 36.00
	SERIE ARCILLOSA INFERIOR	6.00 A 8.00	1.30 A 1.40	6.00 A 12.00	---

* EN ORDEN DE APARICION A PARTIR DE LA SUPERFICIE.

** LA INFORMACION DISPONIBLE ES MUY LIMITADA, LOS PARAMETROS
PRESENTADOS CORRESPONDEN A PRUEBAS TRIAXIALES CU.

TABLA T-1

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOTECNICO, VOL. 1.

COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO, D.D.F.

ZONA DE TRANSICION

Es la franja comprendida entre la zona del lago y la zona de lomas. La frontera entre las zonas de transición y del lago se define donde desaparece la zona arcillosa inferior, que corresponde aproximadamente con la curva de nivel donde la capa dura está a 20 m. de profundidad respecto al nivel medio de la planicie.

En 1985, en el Manual de Estudios Geotécnicos para el Metro se introduce una subdivisión de la zona de transición en Baja y Alta. Esta subdivisión se hizo en función de la cercanía a las lomas y del espesor de suelos relativamente blandos.

TRANSICION BAJA. - Corresponde a la transición vecina a la zona del lago; aquí se encuentra la serie arcillosa superior con intercalaciones de estratos limo-arenosos de origen aluvial, éstos se depositaron durante las regresiones del antiguo lago. Este proceso dió origen a una estratigrafía compleja donde los espesores y propiedades de los materiales pueden tener variaciones importantes en cortas distancias, dependiendo de la ubicación del sitio en estudio respecto a las corrientes de antiguos ríos y barrancas. En esta subzona, los materiales compresibles se extienden únicamente a profundidades máximas del orden de 20 m.

TRANSICION ALTA. - Es la subzona de transición más próxima a la zona de lomas, representa irregularidades estratigráficas producto de los depósitos aluviales cruzados; la frecuencia y disposición de estos depósitos depende de la cercanía a antiguas barrancas. Bajo estos materiales se encuentran estratos arcillosos que sobreyacen a los depósitos propios de las lomas.

ZONA DE LOMAS

La zona de lomas está formada por las serranías que limitan a la cuenca al poniente y al norte, así como los derrames del Xitle al sur-oeste; en las sierras predominan tobas compactas de cementación variable, depósitos de origen glacial y aluviones. Por otro lado, en el pedregal del Xitle los basaltos sobreyacen a las tobas.

1.4.1.B. GEOLOGIA Y CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, DEL CAD.7+845.809 AL CAD. 8+165.000.

El tramo de la línea 8 del Metro donde se aplicará la solución técnica a base de Muros Milán Prefabricados para la construcción del Cajón del Metro, se encuentra ubicado en la avenida Cinco, entre Río Churubusco y Agustín Yañez (calle donde se encuentra la estación Escuadrón 201), en la colonia Sector Popular.

Esta colonia se sitúa, desde el punto de vista geológico, en la zona del lago Centro I, la cual tiene las siguientes características de acuerdo a la tabla T-1 :

ESTRATO	ESPESOR (m)	γ (t/m ³)	c (t/m ²)	ϕ (°)
Costra superficial	4-6	1.6	4	25
Arcillas superiores	20-30	1.2	1-2	-----
Capa dura	3-5	1.50 -1.60	0-10	25-36
Arcillas inferiores	8-10	1.30-1.35	5-8	-----

Estas características están confirmadas por los sondeos de exploración mixtos realizados por "Perforaciones y cimentaciones, S.A. de C.V." en los extremos del tramo en cuestión.

Tales sondeos indican la presencia de una costra superficial de 3.20 m de espesor en la zona de la estación Escuadrón 201, la cual disminuye a 1.20 m en Río Churubusco.

En todos los sondeos se localizó una fina capa de arena muy suelta a profundidades que varían entre 9.20 m. y 12.60 m.

En virtud de la homogeneidad geométrica y de las características de los tipos de suelo encontrados y de acuerdo a los valores promedio de los ensayos, se tiene lo siguiente:

ESTRATO	ESPESOR (m)	γ (t/m ³)	γ' (t/m ³)	c (t/m ²)	ϕ (°)
Costra superficial	3.20	1.60	0.60	4.00	25.00
Arcillas superiores	7.55	1.20	0.20	2.00	0.00

1.4.2. CONDICIONES HIDRAULICAS DEL SUELO.

El nivel freático en este tramo se encuentra entre 1.80 y 5.00 m. de profundidad, estos datos son producto de los sondeos realizados en Río Churubusco y Agustín Yañez.

Para el cálculo de la estructura del Cajón del Metro se estableció lo siguiente:

A) N.A.F. a corto plazo (durante la ejecución de los trabajos) N-1.50 m.

B) N.A.F. a largo plazo (situación definitiva) N-1.50 m.

PROCESO CONSTRUCTIVO
DE LOS
MUROS MILAN
PREFABRICADOS

CAPITULO



CAPITULO II

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS MUROS MILAN PREFABRICADOS

2.1. PREFABRICACION DE LOS MUROS MILAN

2.1.A. ORGANIZACION GENERAL.

Las zonas requeridas para las instalaciones necesarias en la prefabricación de los muros, comprenden:

- A) Una zona de prefabricación.
- B) Una zona para almacenamiento de los tableros.
- C) Un área de habilitado, armado y almacenamiento del acero de refuerzo.

La prefabricación y almacenamiento son realizados en una superficie de aproximadamente 1,600.00 m². Todas las instalaciones se encuentran dentro de la misma obra de construcción del Metro, pero fuera del tramo donde se aplicará el sistema de prefabricados; en el croquis II.1 se presenta la distribución de las instalaciones.

Antes de definir la ubicación de la zona de instalaciones, es indispensable consultar con el programa de obra de los tramos adjuntos a fin de no interferir con las actividades de la zona donde se decida tener las instalaciones, ya que éstas permanecerán en actividad hasta la completa terminación del cajón en el tramo de prefabricados, el cual esta comprendido entre el cad. 7+845.809 y el cad. 8+165.000; la ubicación puede observarse en el croquis II.2.

2.1.B. BANCO DE PREFABRICACION.

El banco de prefabricación se construye sobre la carpeta asfáltica, el cual consiste en una losa de concreto armado con una resistencia de 400 kg/cm², donde el tamaño máximo del agregado es 3/8" y el acero de refuerzo que se utiliza es malla electrosoldada 6-6/10-10.

Esta losa de 20 cm. de espesor tiene un acabado perfectamente liso y esta diseñada para soportar el peso de los tableros prefabricados (aproximadamente 43 toneladas). Ver croquis II.3.

Previo a la colocación de la cimbra y colado de la losa del banco, se colocarán elementos IR de 6" a cada 2.12 m. que permitirán nivelar, en su oportunidad, la cimbra de los tableros prefabricados.

2.1.C. CIMBRA.

Los tipos de cimbra que se utilizan en la fabricación de los tableros son de madera y tipo metálica. En las dos caras laterales del tablero se utiliza cimbra metálica, la cual debe estar perfectamente lisa y sin pintar, ésta va fijada sobre un tronco metálico y rígido (ver croquis II.4). Este tipo de cimbra es móvil y ajustable, ya que permite obtener el colado de un tablero de 12.00 m. de largo y 3.00 m. de ancho máximo, asimismo pueden ajustarse a todas las medidas menores.

Las caras del pie y la cabeza de los paneles o tableros son de madera y se adaptan a la forma de cada pieza.

La cara interior de la cimbra metálica tiene un molde negativo que permite la realización de la preparación para la junta "Water Stop".

2.1.D. ARMADO.

El acero que se utiliza es de un $F'y=4200$ kg/cm², el cual será almacenado en la zona prevista, donde será habilitado y armado. Las jaulas serán almacenadas y después colocadas directamente en la losa de prefabricación en su posición final.

Cada jaula estará referenciada con una etiqueta anunciando el número del tablero, siempre colocado del lado tierra de la excavación (cara no cimbrada).

2.1.E. COLADO.

El concreto que se utiliza es de $F'c=200$ kg/cm², clase II, calidad B.

Después de la colocación de la jaula de acero y del ajuste de la cimbra, el concreto será suministrado en ollas directamente de la planta y colocado en un cordón central sobre la longitud de la cimbra.

A la cara superior del tablero se la dará un acabado grueso, lo que permitirá aumentar la fricción con el suelo una vez ya colocado.

Todos los paneles serán curados de noche con vapor durante seis horas, esto permitirá obtener una resistencia mínima de 100 kg/cm² y así poder descimbrarlos al día siguiente y colocarlos en el área de almacenaje.

Las muestras de calidad serán obtenidas y ensayadas cada 40 m³:

- A) 3 probetas a 3 días.
- B) 3 probetas a 7 días.
- C) 3 probetas a 28 días.

El ciclo de trabajo de un día es el siguiente:

- 1) Descimbrado y almacenamiento.
- 2) Limpieza y colocación de la cimbra en la losa de prefabricación.
- 3) Colocación de la armadura.
- 4) Nivelación y ajuste de la cimbra.
- 5) Colocación del concreto.
- 6) Curado (de noche).

El número de tableros colados en promedio es de cuatro piezas.

2.1.F. DESCIMBRADO.

Previo a descimbrar se marca con pintura cada tablero indicando el número de éste y su fecha de colado.

Después del fraguado del concreto, las caras laterales de la cimbra serán desplazadas hacia el exterior para permitir mover el tablero y almacenarlo. La resistencia requerida del concreto para la operación de descimbrado y almacenamiento es de 100 kg/cm².

El transporte de los paneles se efectuará siempre en forma horizontal, el izaje vertical se realizará únicamente al momento de la colocación.

La sujeción de los tableros se hace por medio de anclas tipo "ARTEON" colocadas en la cara no cimbrada; éstas están dimensionadas para absorber el peso del panel. Ver croquis II.5.

Los tableros serán almacenados sobre polines y estibados a no más de seis piezas, lo que permite almacenar cuarenta y ocho elementos en la zona prevista para este fin.

Todas estas maniobras se realizan con una grúa tipo LS-318 que se mantiene exclusivamente en la zona de prefabricación, y un trailer para los fletes.

2.2. EXCAVACION EN ZANJA.

2.2.A. BROCALES.

2.2.A.1 GENERALIDADES.

Los brocales son elementos de concreto de sección rectangular, los cuales desempeñan cuatro papeles en este sistema de prefabricados. Ver croquis II.6 y II.7. :

- A) Materialización del trazo y nivelación.
- B) Soporte para las maniobras necesarias al proceso de colocación del panel.
- C) Estabilizar el suelo sobre el primer metro y soportar las cargas próximas a la zanja debido al peso de varias máquinas de obra (grúas, equipo de perforación, camiones de volteo, etc.).
- D) Soporte para la fijación y el calzado de los paneles.

2.2.A.2. METODO DE CONSTRUCCION (TRAZO Y EJECUCION).

El trazo es efectuado por un topógrafo con el siguiente método:

- A) Se colocan estacas de una y otra parte del muro de tal forma que el eje de éste sea siempre equidistante de las estacas en un mismo perfil.

B) Se traza con pintura o cal el eje de la pre-excavación a partir de las estacas.

C) La excavación se realiza con una máquina tipo retroexcavadora sobre una profundidad de 1.00 m. y un ancho de 1.50 m.

D) Después de la excavación se efectúa la colocación de los puentes sobre la trinchera y, asimismo el trazo de los bordes interiores del brocal o muro guía.

E) Los brocales solamente son cimbrados de la cara interior. La cimbra es de madera.

F) El armado consiste en cinco varillas de 5/8" y estribos de 1/2" a cada 30 cm.

G) El concreto a utilizar será de un $F'c=200$ kg/cm², clase II, calidad A.

2.2.B. EXCAVACION.

2.2.B.1. EQUIPO.

La excavación se realiza con un equipo Kelly complementado con una almeja hidráulica de 2200 x 820 mm. Este equipo es instalado sobre una grúa Link-Belt tipo LS-118. La excavación de la zanja deberá ejecutarse en continuo, ya que la colocación de los paneles se llevará a cabo de la misma manera. **Ver croquis II.8.**

La profundidad a la cual deberá excavarse la zanja tendrá que ser mayor al nivel de desplante de los tableros, 50 cm. mínimo.

2.2.B.2. COLOCACION DEL EQUIPO DE EXCAVACION.

Antes de la llegada del equipo, el ayudante del operador debe asegurarse de que la superficie sea plana, sin hoyos y/o excavaciones en el área de maniobras de la grúa.

2.2.B.3 COLOCACION DE PUNTOS DE REFERENCIA.

Después de posicionar el equipo frente a la zona a excavar, se coloca una estaca según instrucciones del operador de la grúa, ésta permite colocar correctamente la almeja hidráulica en el lugar teórico. La estaca deberá estar implantada en el lineamiento del eje de la almeja suficientemente cerca de ésta para evitar todo error de paralaje.

2.2.B.4. EXCAVACION DE LOS MERLONES.

El merl n se excavará de la siguiente forma: bajar la almeja, cerrarla, subir y vaciar en el camil n de volteo. El método que consiste en tumbar el merl n y luego recuperar en el fondo de la excavación el material que lo conformaba, no est  permitido.

La longitud de la excavación depende del terreno y será ajustada para colocar dos o tres paneles, es decir, entre 6.00 y 10.00 m.

2.2.B.5. LIMPIEZA DEL FONDO DE LA EXCAVACION.

Después de la excavación de varios metros lineales es necesario limpiar el fondo de la zanja, esto se hace desplazando el equipo de excavación cada 1.50 m. después de haber alcanzado el fondo definido por el máximo de los dos valores siguientes:

- A) Profundidad alcanzada durante la excavación para colocar el panel.
- B) Profundidad teórica indicada en los planos de construcción.

2.2.B.6. CONTROL Y FRECUENCIA.

A) Colocación del equipo: deberá tenerse un control visual de lo plano y estabilidad de la superficie antes de cualquier movimiento de la grúa.

B) Puntos de referencia de la excavación: se tiene que asegurar que la almeja se posicione correctamente entre los puntos de referencia de los extremos del panel, ésto cuando el operador se alinea sobre las estacas.

Frecuencia: deberá llevarse a cabo cada vez que se inicia la excavación en un tramo.

C) Excavación de la zanja para los Muros Milán Prefabricados:

C.1) Control de verticalidad: La colocación de los paneles (0.50 m. de espesor y 3.00 m. de ancho) se realiza en una zanja de 0.82 m. La desviación máxima deberá ser del 0.15% para permitir la colocación de un tablero. Tomando en cuenta esta tolerancia de desviación, es necesario tener un control frecuente de la verticalidad del muro, tal control se efectuará con un nivel de mano o de burbuja.

C.2) Control de profundidad: Este se lleva a cabo con un plano en las dos extremidades de la excavación.

Frecuencia: cada 5.00 m. y a cada golpe de la almeja cuando ésta se acerca a la profundidad de desplante de proyecto.

C.3) Control de la geología: Previamente se hace un estudio de mecánica de suelos del cual se obtiene el perfil estratigráfico de la zona, con esto se toman las medidas necesarias para evitar "caídos" dentro de la zanja.

C.4). Limpieza del fondo de la excavación: Esta limpieza se refiere al nivel del fondo de la excavación, la cual deberá estar a la misma profundidad en todo lo largo del muro. Tal limpieza se checa con un plomo, medido al fondo de la excavación.

2.2.C. FLUIDO ESTABILIZADOR.

2.2.C.1. GENERALIDADES.

El papel que desempeña el fluido estabilizador es el siguiente:

A) Asegurar la estabilidad de las paredes de la zanja en el transcurso de la excavación.

B) Mantener los tableros en forma definitiva, ya que éste es autofraguante.

C) Impermeabilizar el Muro Milán Prefabricado.

2.2.C.2. METODO DE FABRICACION Y UTILIZACION.

A) Se utiliza un mezclador de alta turbulencia de 1200 litros de capacidad.

B) Componentes:	- Agua	750 l/m ³
	- Bentonita	40 kg/m ³
	- Cemento	200 kg/m ³
	- Lignosulfato	2 kg/m ³

Las cantidades de cada componente se determinan en obra con pruebas previas y tendrán que adaptarse al tipo de suelo encontrado.

C) Almacenamiento: Se recomienda almacenar el cemento y la bentonita a los períodos siguientes:

- Cemento	48 ton/semana
- Bentonita	18 ton/semana

D) El fluido estabilizador se almacena en un tanque antes de ser enviado a la trinchera con bombas tipo "MISSION 3x4R". El fluido no será desarenado ni reciclado, se quedará en forma definitiva en la zanja.

El nivel del fluido tiene que estar dentro de los brocales; además, antes de colocar un tablero se puede bajar el nivel aún más y de esta manera al bajar el panel subirá más rápidamente.

2.2.C.3. CONTROL Y FRECUENCIA.

A) Bentonita: En cada entrega en la obra se deberá obtener una muestra.

El rendimiento se define como la cantidad de bentonita necesaria para agregarse en 1.00 m³ de agua hasta obtener una viscosidad de 33" a 40" MARSH.

B) Concreto. Muestras en cada entrega. Deben controlarse los tiempos de llegada de las "ollas" a la obra, esto con el fin de que la fabricación de los tableros sea simultánea con el avance en la colocación de éstos.

C) Fluido estabilizador. El control de calidad que debe llevarse es en los siguientes aspectos:

C.1) La viscosidad después de la fabricación: Mínimo una vez por turno y/o cuando se requiera.

C.2) Densidad (entre 1.05 y 1.13): Mínimo una vez por turno.

C.3) Deben tomarse tres muestras al día, tanto en la central de fabricación así como en la trinchera, para la medición de la resistencia a los 30, 90 y 100 días.

2.3. COLOCACION DE LOS TABLEROS.

2.2.A. ALMACENAMIENTO.

Los tableros fabricados en la zona de prefabricación son llevados a la zona de obra en un trailer, el traslado se hace en forma horizontal por medio de los tres puntos de anclaje tipo "arteón".

El muro se descarga y se coloca sobre polines en una superficie plana.

2.3.B. PROCESO DE COLOCACIÓN.

Se hace con una grúa de 100 toneladas. **Ver croquis II.9.**

2.3.B.1. PREPARACION.

Antes de su colocación, una guala metálica se suelda sobre el lado que viene junto al tablero ya colocado, ésta conducirá la junta. La junta "Water Stop" se inserta en la preparación previamente hecha durante la fabricación del tablero.

2.3.B.2. MANIOBRAS.

El panel se sube a la vertical por medio de un doble estrobo con las anclas frontales. Una vez que el muro está vertical se posiciona en la zanja. El doble estrobo se mantiene hasta que el tablero esté parcialmente sumergido en la lechada de cemento-bentonita; luego así, el peso aparente se reduce y por

consecuencia los riesgos de accidente también. Posteriormente se quitan los estrobo laterales y se usan únicamente los del extremo superior del tablero.

2.3.B.3. COLOCACION.

Durante la bajada del tablero, la cara del lado de la excavación del núcleo del cajón se impregna de un producto graso para que la lechada no se adhiera al concreto del muro, y así facilitar la limpieza del tablero después de la excavación.

2.3.B.4. GUIADO.

Para el proceso de colocación del tablero el guiado de éste se asegura en varias direcciones:

- A) El panel deberá bajar verticalmente.
- B) La posición del tablero deberá quedar nivelado con respecto a los puntos de nivelación.
- C) El Muro Milán Prefabricado tendrá que quedar alineado con respecto al tablero adjunto ya colocado.

2.3.B.5. IMPLANTACION.

Una varilla embebida en el concreto del brocal permite nivelar y dar la posición exacta a cada panel. El tablero prefabricado se posiciona y se calza con respecto a este punto de referencia. **Ver croquis II.10.**

2.3.B.6. POSICION RELATIVA.

El panel a colocar está equipado con su junta "Water Stop" y de una pieza metálica que sirve de guía, la cual se va a deslizar por la preparación previamente hecha para este fin en el panel ya colocado. Durante la bajada se chequea que la junta sea colocada en su posición correcta.

2.3.B.7. CALZADO.

Una vez colocado el panel en su nivel de desplante, el cual se checa con un tránsito, se calza en esta posición utilizando el siguiente sistema de suspensión, **ver croquis II.11:**

- A) Dos barras roscadas embebidas, previamente, en el concreto del tablero
- B) Tuercas de ajuste; dan una precisión de un centímetro.
- C) Vigas metálicas de apoyo colocadas transversalmente a la zanja y sobre los brocales.

Después del calzado se checa la verticalidad y se quitan los estrobos. A partir del tercer día de la colocación del tablero es factible quitar los sistemas de sujeción y de calzado.

La tolerancia de la distancia entre dos paneles consecutivos es de 2.5 cm.

2.3.C. CONTROL Y FRECUENCIA.

Todo el proceso y calidad de los trabajos se lleva a cabo en base al siguiente control:

- A) Número del panel.
- B) Geometría.
- C) Posición de las anclas.
- D) Colocación de los estrobos.
- E) Orientación. La cara cimbrada va del lado interior de la excavación del núcleo del cajón.
- F) La distancia entre la cara del panel y la varilla de nivelación topográfica.
- G) El guiado del "Water Stop" y la bajada de ésta.
- H) La verticalidad, con un nivel de mano o de burbuja.
- I) El nivel de desplante (± 2.00 cm.).

2.4. INYECCION DE LAS JUNTAS "WATER STOP".

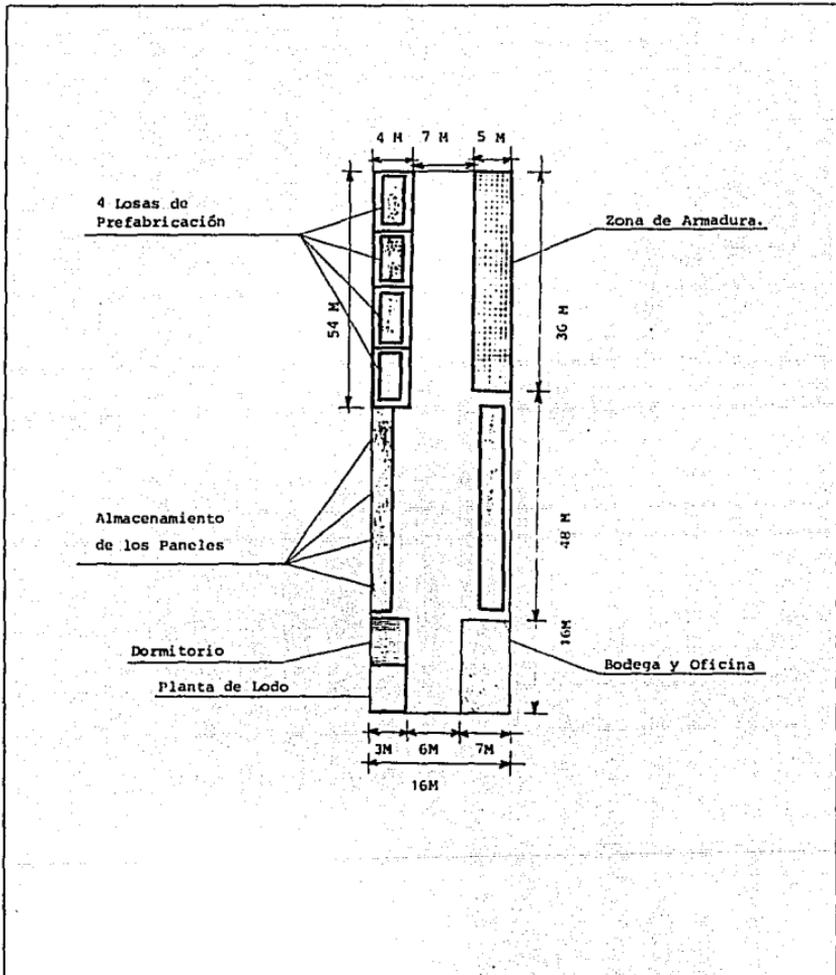
Después de la colocación de los paneles y con el fin de asegurar la impermeabilización entre el concreto y la junta "Water Stop", ésta se infla por inyección a presión de una lechada de cemento. Ver croquis II.12. Esta operación puede llevarse a cabo el mismo día o unos días después de la colocación. En caso de atraso (fin de semana o suspensión temporal de la obra), las juntas se inflan con inyección de agua y se mantienen así hasta la inyección definitiva.

La composición de la lechada es la siguiente:

Relación Cemento/Agua = 0.15 (150 kg. de cemento por cada metro cúbico de agua).

Presión: 2 a 3 bars.

Una vez terminada la inyección, la parte superior de la junta se sella.



UNAM

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

ZONA DE INSTALACIONES

CROQUIS No.
II.1



FIN DE LOSA SUPERIOR

(OTE 158)
CRISOFORO SALIDO G.

ALFONSO TORO
(OTE 154)

ESCUADRON
201

EJE DE TRAZO

CALLE 10

AV. CINCO

CALLE 8

8 + 165.000

8 + 006.259

7 + 966.259

7 + 845.809

PLANTA DE LOCALIZACION

SUBTRAMO SUBTERRANEO ACULCO - ESCUADRON 201

DINAM.

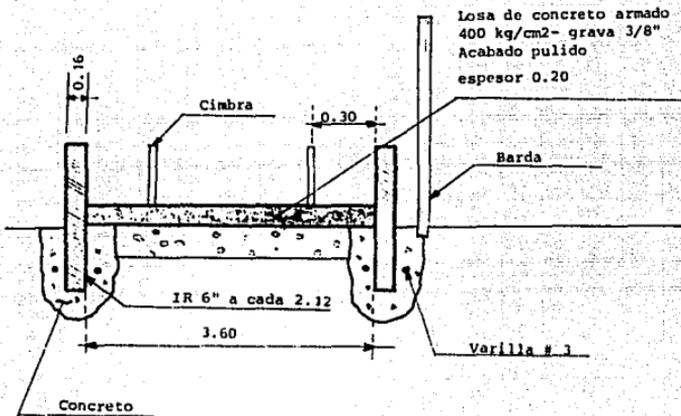


FACUNDO ANGELES B.

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

CROQUIS No.
II.2

PLANTA DE LOCALIZACION



U.N.A.M.

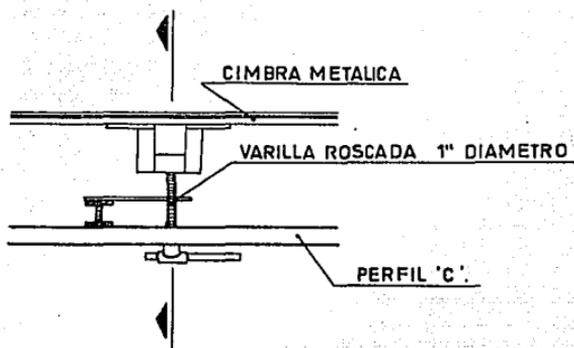
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



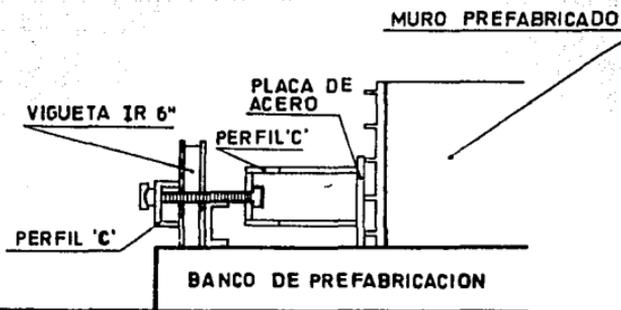
FACUNDO ANGELES B.

BANCO DE PREFABRICACION

CROQUIS No.
II.3



P L A N T A



C O R T E

UNAM

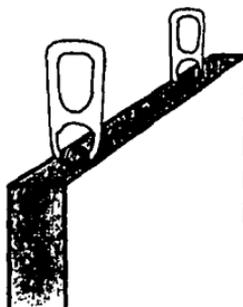
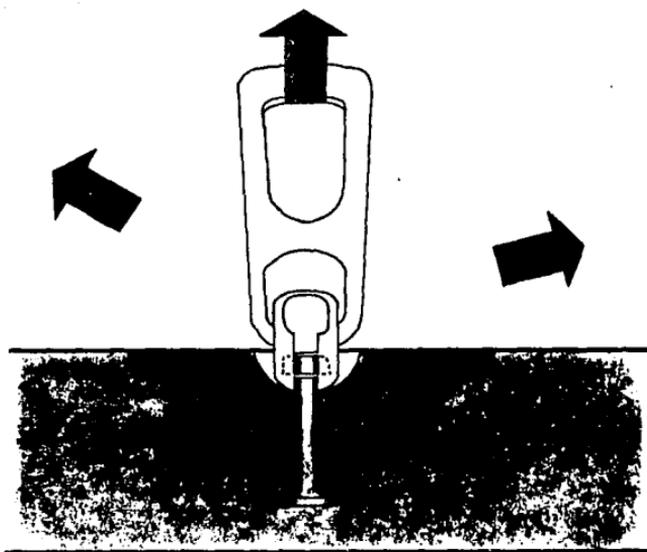
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

SISTEMA PARA RIGIDIZAR LA CIMBRA METALICA

CROQUIS No.
II.4



D.N.A.M.

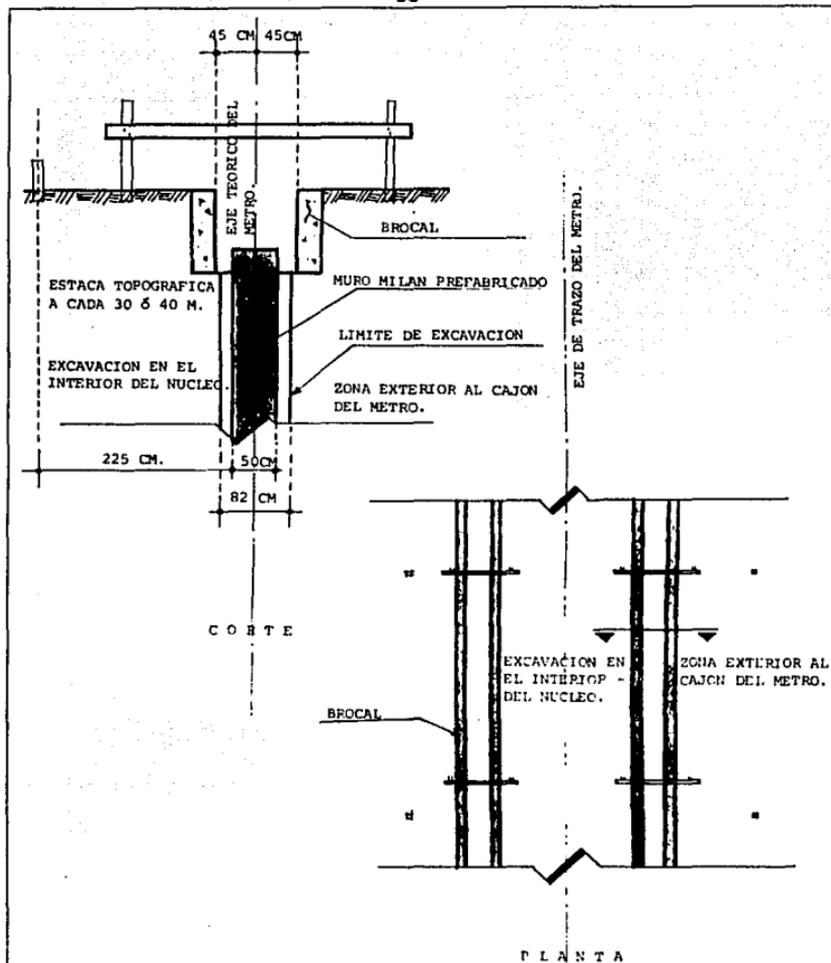
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

ANCLAS TIPO ARTEON

CROQUIS No.
II,5



U.N.A.M.

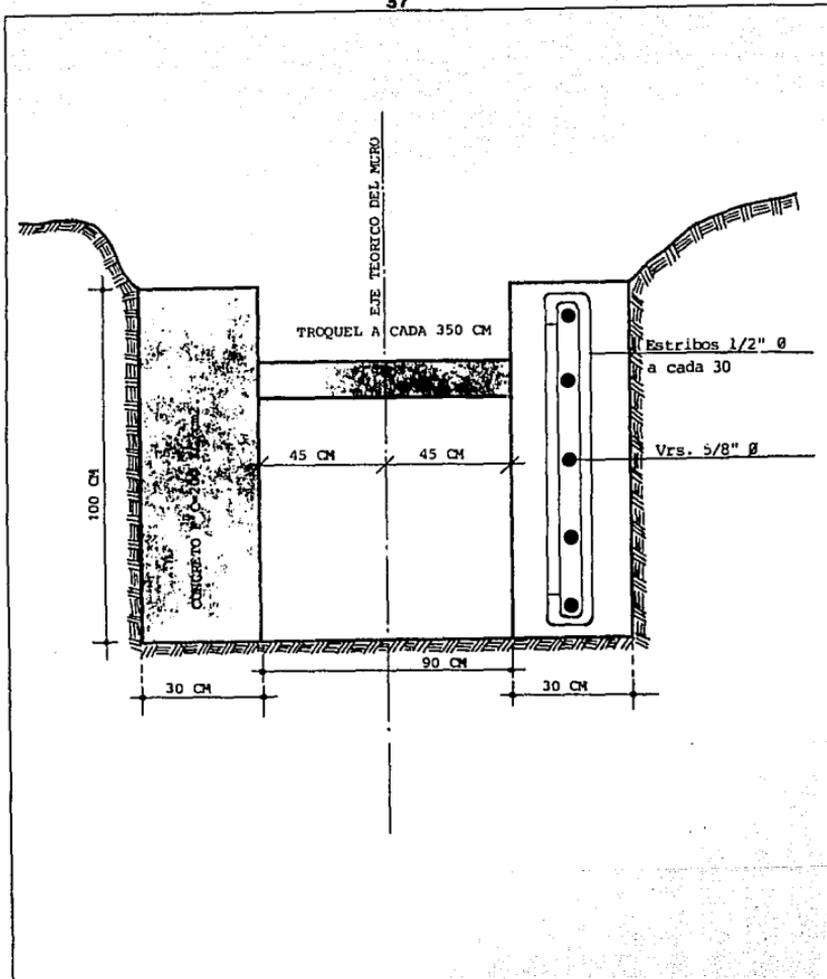
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

TRAZO DE LOS BROCALES

CROQUIS No.
II.6



U.N.A.M.

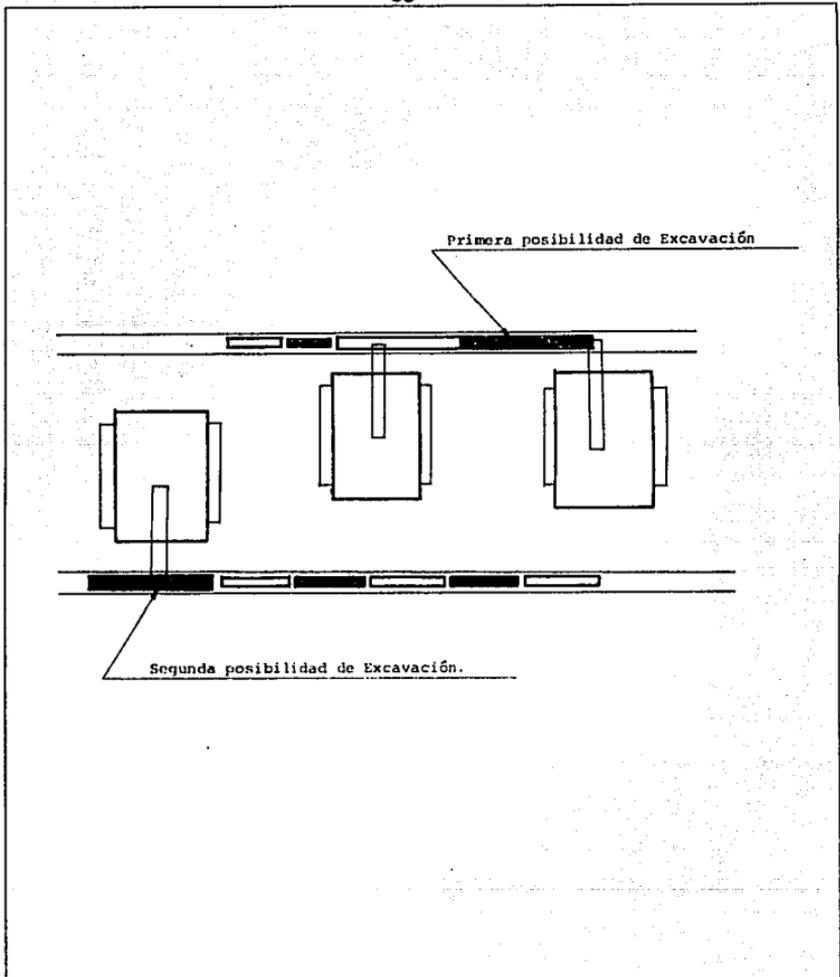
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

CONSTRUCCION DE LOS BROCALES

CROQUIS No.
II.7

**DNAM**

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

FACUNDO ANGELES B.

SISTEMA DE EXCAVACION

CROQUIS No.
II.8

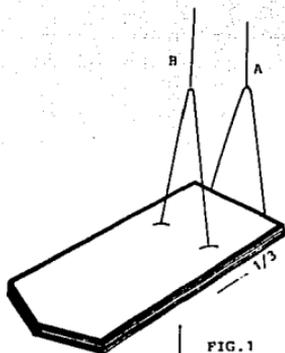


FIG. 1



FIG. 2

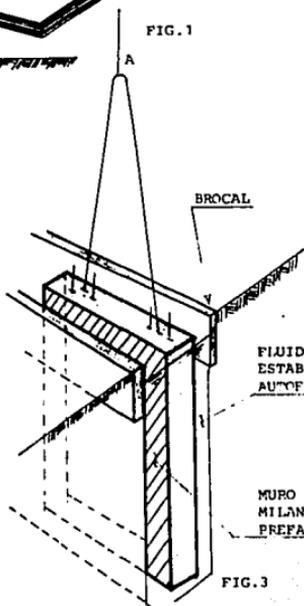


FIG. 3

FIG. 1 EL TABLERO SE SUBE A LA VERTICAL POR MEDIO DE LAS ESLINGAS A Y B.

FIG. 2 LA ESLINGA B SE MANTIENE COMO MEDIDA DE SEGURIDAD.

FIG. 3 UNA VEZ EL PANEL DENTRO DE LA ZANJA, SE RETIRA LA ESLINGA B.

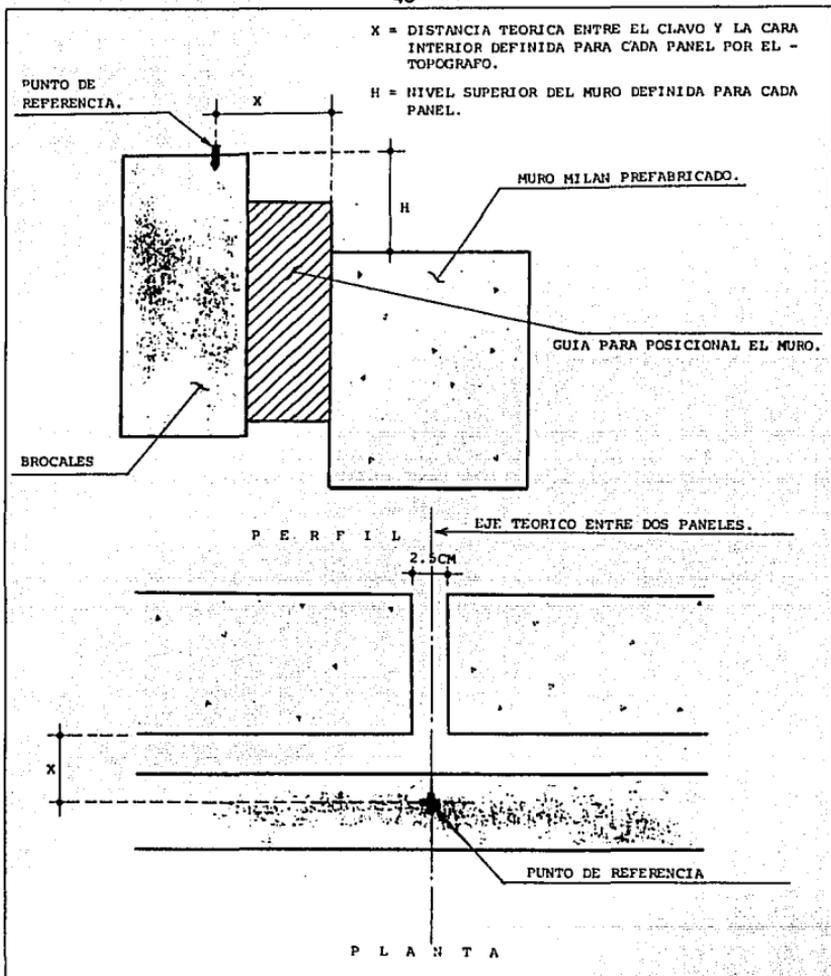
UNAM

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

FACUNDO ANGELES B.

PROCESO DE COLOCACION DE LOS MUROS

CROQUIS No.
II.9



UNAM

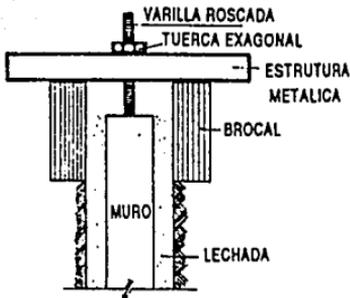
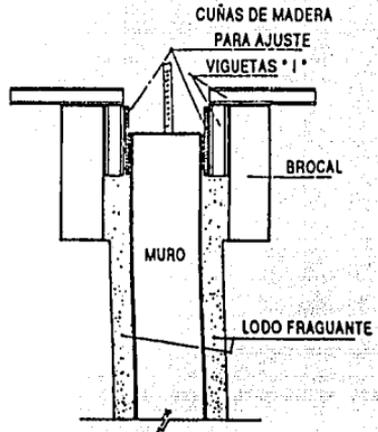
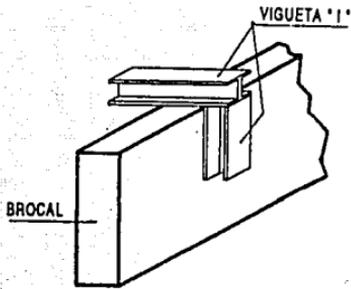
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



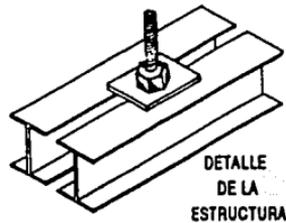
FACUNDO ANGELES B.

SISTEMA DE IMPLANTACION DE LOS MUROS

CROQUIS No.
II.10



DETALLE DE FIJACION DE MURO A BROCAL



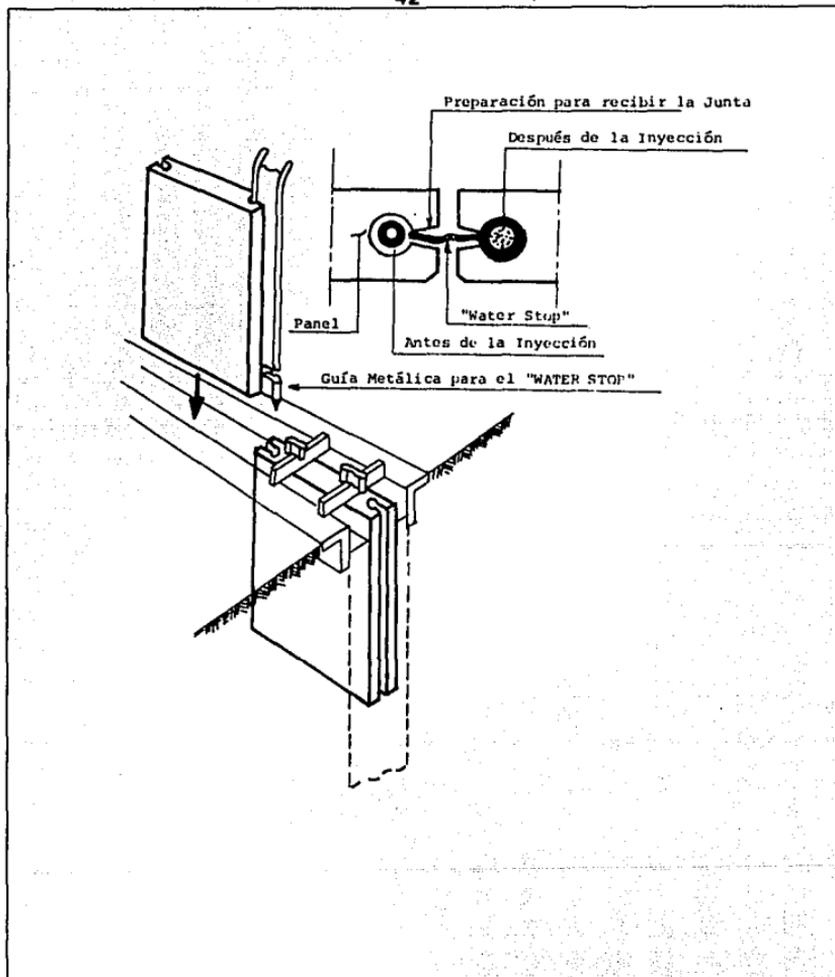
UNAM

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

FACUNDO ANGELES B.

NIVELACION, CENTRADO Y CALZADO DE LOS MUROS

CROQUIS No.
II.11



UNAM

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

F
FACUNDO ANGELES B.

INSERCIÓN DE LA JUNTA "WATER-STOP"

CROQUIS No.
II.12

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CAJON DEL METRO

CAPITULO



CAPITULO III

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CAJON DEL METRO

3.1. ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO.

Antes de iniciar la excavación de cualquier etapa, es necesario abatir el nivel de aguas freáticas por medio de un bombeo de alta presión tipo eyector; esto con el fin de controlar las fuerzas de filtración, reducir las expansiones ("el pateo") en el fondo de la excavación y mantenerla lo más estanca posible.

Para realizar el abatimiento del agua freática se instalan pozos de bombeo de acuerdo a lo indicado a continuación:

3.1.A. UBICACION Y PROFUNDIDAD DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Los pozos de bombeo se localizan sobre el eje de trazo del Metro, a cada 9.00 m. La profundidad de desplante de cada pozo es la correspondiente a 3.00 m. por abajo del nivel máximo de excavación en el sitio donde quedará instalado. Ver croquis III.1 y III.2.

3.1.B. PERFORACION Y ADEME DE LOS POZOS DE BOMBEO.

Los pozos se perforan con máquina rotatoria, equipada con una broca del tipo de aletas, inyectando agua como fluido de perforación; el diámetro usual es de 25 cm. Una vez alcanzada la profundidad especificada se lava el pozo, hasta que el agua de retorno salga limpia (libre de lodo o arena).

Posteriormente, en la perforación se coloca el ademe ranurado, formado por un tubo de PVC de 7.5 o 10 cm. de diámetro interior, con ranuras de 1 mm., espaciadas 10 mm. entre sí; el tubo puede estar ranurado únicamente en los 6.00 m. inferiores.

El espacio anular entre el ademe y la pared del pozo se rellena con gravilla de tamaños variables entre 5 y 10 mm., en toda la longitud del pozo.

Dentro del ademe se instalan bombas de eyector a una profundidad no menor de 3.00 m. bajo el nivel del fondo de la excavación, a fin de garantizar un nivel piezométrico abatido mínimo de 1.00 m. bajo el fondo; las bombas eyectoras deben tener tubo de inyección de 13 mm. de diámetro y salida de 19 mm.

3.1.C. GASTO HIDRAULICO BOMBEABLE.

El gasto de agua a extraer en cada pozo se deberá ajustar a lo que se indica a continuación:

A) Para profundidades de hasta 10.00 m. se debe tener un gasto de 4.00 litros/minuto.

B) Para profundidades mayores el gasto debe ser de 9.00 litros/minuto.

C) El diámetro y presión de operación para cada pozo deberá ser tal que garantice la extracción del volumen indicado.

D) El nivel de succión y el dinámico de las bombas deberá ubicarse a 0.50 m. arriba del nivel del desplante de cada pozo.

3.1.D. TIEMPO Y SUSPENSIÓN DE BOMBEO.

Para iniciar la excavación de una determinada etapa, es necesario que exista un tiempo previo de bombeo de tres días en cada pozo situado dentro del tramo que se pretende excavar, y en todos aquellos localizados a una distancia de 25.00 m. contados a partir del pie del talud de avance de dicha etapa.

No se podrá iniciar el bombeo hidráulico hasta que no se tengan colocados los muros tablestacas prefabricados en una distancia mínima de 30.00 m. medidos a partir del talud; asimismo, no se puede iniciar ninguna etapa de excavación si no se ha cumplido con el tiempo previo de bombeo indicado.

El bombeo deberá suspenderse en cada pozo una vez colada la losa de cimentación, siempre que estos pozos no tengan influencia en la etapa siguiente de excavación. Posteriormente se tapa la perforación con un mortero de cemento-arena en proporción 1:3 desde su nivel de desplante hasta 30 cm.

abajo del lecho inferior de la losa. La parte restante se rellenará con el mismo concreto utilizado en el colado de la losa de cimentación.

3.2. EXCAVACION, TROQUELAMIENTO Y CONSTRUCCION DEL CAJON.

A continuación se describe el proceso constructivo que se aplicará en los subtramos comprendidos entre los cadenamientos:

7+845.809 al 7+966.259
8+006.259 al 8+102.000
8+105.000 al 8+165.000

Durante la excavación del núcleo del cajón deberá llevarse como frente de ataque un talud cuya inclinación será 1:1, éste deberá respetarse durante todo el proceso y, el equipo de excavación o de colocación de los troqueles deberá quedarse un metro atrás del talud.

Los niveles que se mencionan en este escrito están referidos a la parte más alta de la losa tapa del cajón del Metro (extradós) considerado como nivel ± 0.00 .

La excavación, colocación de troqueles y construcción de la estructura se realizará por etapas que se describen a continuación:

3.2.1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO I (ZONA COMUN).

La excavación se realiza en tramos de 9.00 m. de longitud a lo largo del eje del cajón del Metro. La secuencia que deberá seguirse durante la ejecución de este procedimiento constructivo es la siguiente, ver croquis III.3 :

A) Se inicia la excavación a partir de la superficie de rodamiento hasta alcanzar la cota -1.00 m., inmediatamente después se procede a colocar el primer nivel de troqueles en la cota -0.70 m. tal como se muestra en el croquis III.4. Deberá evitarse continuar con la excavación si los troqueles no han sido colocados, éstos son montados sin precarga y con una separación de 3.00 m.. El espacio entre el troquel y los muros es rellenado con mortero adicionado de un expansor o estabilizador de volumen, esto para garantizar el contacto entre los troqueles y el muro.

B) Una vez realizada la actividad del inciso anterior, se continúa con la excavación hasta alcanzar la cota -5.45 m. Inmediatamente después se coloca el segundo nivel de troqueles en la cota -5.15 m. con una precarga de 10 toneladas.

C) Ya habiendo colocado los troqueles en la segunda cota, se continúa con la excavación hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto : -6.65 m. Posteriormente se cuefa la plantilla de 10 cm. de espesor con un concreto de un F'c=150 kg/cm2 provisto de un aditivo acelerante de fraguado.

El colado de la plantilla deberá efectuarse en un tiempo no mayor de tres horas, contadas a partir del momento en que se alcance el nivel máximo de excavación. Dos horas después de haber realizado el colado, se inician las actividades correspondientes al armado, cimbrado y colado de la losa de piso o cimentación, ligándola con el muro tablestaca estructural y dejando las preparaciones necesarias para su liga posterior con el armado de la losa de la etapa siguiente.

D) Veinticuatro horas después de colada la losa de cimentación se procede a retirar el segundo nivel de troqueles. Posterior a esto se colocan las tabletas prefabricadas que sirven de cimbra y a la vez forman parte integrante de la losa de techo. Inmediatamente después, previa colocación de los puntales al centro de los troqueles del primer nivel, se debe efectuar el armado y colado de esta losa, ligándola al armado de los muros tablestaca.

E) Una vez que el concreto haya alcanzado el 65% de su resistencia de proyecto, se retiran los puntales de los troqueles y, al alcanzar el 100% se procede a colocar el material de terracerías hasta llegar al nivel de la subrasante, a partir del cual se restituirá el pavimento asfáltico.

3.2.2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO II (ZONA DE REJILLAS).

Subtramo comprendido entre los cadenamientos 7+966.259 al 8+006.259.

La excavación, apuntalamiento y construcción del cajón en esta zona se realiza de la misma manera que en el Procedimiento Constructivo I, descrito en el inciso 3.2.1 de este escrito, a excepción de lo siguiente:

A) MURO MILAN PREFABRICADO.-

El muro intermedio con ventanas para el paso del aire es prefabricado, respetando la sección abierta para la ventilación. Este tablero implica la trabe inferior así como las columnas. Ver croquis III.5. Posteriormente la trabe superior es colada en sitio. Esto permite lo siguiente:

A.1) Sostener el terreno entre dos niveles de losas.

A.2) Llevar a cabo la colocación de las tabletas prefabricadas para la losa de techo del cajón según el mismo sistema que para el tramo general o zona común.

A.3) Ganar tiempo en la realización de la estructura interior de la rejilla.

B) EXCAVACION Y TROQUELAMIENTO.-

B.1) El proceso de excavación de la zanja es el mismo que el indicado en el capítulo II de este escrito.

B.2) Los Muros Milán Prefabricados están diseñados de tal forma que tienen las preparaciones para recibir las dos losas de fondo y la trabe superior, para que de esta forma queden empotrados todos los elementos.

B.3) El troquelamiento de la zona de rejillas se hace con un sólo nivel de troqueles provisionales debajo del diafragma. Ver croquis III.6.

B.4) La excavación dentro del cajón central y de la zona de rejillas se hace siguiendo el mismo nivel (-1.50 m. aproximadamente).

B.5) El segundo nivel de troqueles del cajón central se apoya sobre el muro Milán intermedio. Ver croquis III.7 y III.8.

B.6) El diafragma, las trabes y la losa superior de la zona de rejillas se colarán "en sitio" al término de la estructura interior de la rejilla. Ver croquis III.9.

B.7) La losa superior del cajón central se construye de la misma forma que en el tramo general, descrita en párrafos anteriores.

3.2.3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO III (ZONA DE CARCAMO).

Subtramo comprendido entre los cadenamientos 8+102.000 al 8+105.000.

La excavación, apuntalamiento y construcción del cajón en la zona del cárcamo se ejecuta tal y como se menciona en el Procedimiento Constructivo I, descrito en el inciso 3.2.1.

El plan de ataque es de manera simultánea en la zona del cárcamo y la correspondiente al cajón, el nivel de los troqueles inferiores para ambas zonas es el mismo. Ver croquis III.10, III.11 y III.12.

Después de la colocación del segundo nivel de troqueles en ambas áreas de trabajo (cajón y cárcamo), se continúa con la excavación hasta alcanzar su nivel máximo en la zona del cajón (nivel -6.65 m.) para así colar la losa de fondo. Posteriormente se prosigue con la excavación en la zona del cárcamo hasta colocar el tercer nivel de troqueles y alcanzar la profundidad máxima de proyecto (nivel -9.54 m.); se cuela la losa de fondo igualmente que en la zona del cajón, ligándola con los cuatro muros prefabricados.

Veinticuatro horas después de colada la losa se pueden retirar los troqueles provisionales del cárcamo y del cajón.

Habiendo realizado lo anterior, se colocan las tabletas prefabricadas que constituirán la losa tapa o de techo del cajón del Metro y del cárcamo; sabiendo de antemano que, teniendo las tabletas en su posición final se colará el firme de compresión.

Una vez que la losa superior alcance su resistencia de proyecto, se rellenará y se restituirá el pavimento de acuerdo a lo indicado en las especificaciones correspondientes.

NOTAS IMPORTANTES CORRESPONDIENTES A LOS SUBCAPITULOS 3.2.1, 3.2.2 Y 3.2.3

A) Durante la excavación de estos subtramos debe respetarse el talud de avance, el cual debe tener una inclinación 1:1 y dejar un metro de distancia entre el equipo y el inicio del talud.

B) No debe iniciarse la excavación de una determinada etapa si no se ha cumplido con el tiempo previo de bombeo específico.

C) El proceso constructivo y su secuencia de ejecución es aplicable tantas veces sean necesarias para construir totalmente el cajón del Metro en el subtramo definido en este escrito, con la condición de que para iniciar la excavación de una determinada etapa, es necesario que previamente se halla colado la losa de cimentación de la etapa inmediata anterior.

D) Los troqueles deben ser colocados inmediatamente después de que la excavación descubra sus puntos de aplicación, no debiendo continuar con ésta si los troqueles no han sido colocados en sus cotas correspondientes

E) Todos los troqueles deben sujetarse a puntos establecidos sobre la superficie de los muros Milán Prefabricados por medio de apoyos fijos (placa de acero), previamente colocados en éstos.

F) Los troqueles provisionales (tubo de acero) se colocan con una precarga de 10 toneladas, debiendo llevar un control en la aplicación de la misma cada cuarenta y ocho horas con el mismo gato de precarga.

G) Antes de llegar a la máxima profundidad de excavación, debe tenerse disponible al pie de la obra el acero de refuerzo correspondiente a la losa de cimentación.

H) Para efectuar el procedimiento constructivo indicado en este capítulo, es condición necesaria que previamente se realicen los desvíos de agua potable, atarjeas existentes, ductos de Cia. de Luz y Fuerza, etc., en general todas las obras inducidas.

I) Si en los tramos adjuntos al de Prefabricados no se han colado los muros de contención, el talúd de excavación se quedará dentro de los cadenamientos 7+845.809 al 8+165.000. Si los Muros Milán colados in situ son construidos en los tramos extremos, el talúd de excavación se llevará hasta el tramo siguiente, permitiendo colar la losa de fondo.

J) CONTROL DE CALIDAD.

J.1) Concreto.- El concreto a utilizar es de una resistencia de $F'c=300$ kg/cm², clase II, calidad B, con un revenimiento de 10 ± 2.5 cm. para el concreto normal y de 15 ± 3.5 cm. para concreto bombeable. Para incrementar el revenimiento del concreto es admisible utilizar un aditivo superfluidificante.

Las muestras de concreto se toman cada 40 m³ con seis probetas:

- 3 ensayos a 7 días.
- 3 ensayos a 28 días.

J.2) Acero.- El acero empleado es de un $F'y=4200$ kg/cm². Se hace una prueba de tensión cada veinte toneladas.

K) La excavación y colocación de los troqueles se hace con dos equipos: una retroexcavadora y una draga. Las dos máquinas pueden trabajar dentro del núcleo (colocación del primer nivel de troqueles y excavación) o fuera de él (excavación y colocación del segundo nivel de troqueles, así como las tabletas prefabricadas de la losa superior del cajón) sin rebasar la sobrecarga de 1.50 ton/m².

3.2.4. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO IV (CRUCE DE DUCTOS DE TELMEX).

Los ductos de cable de fibra óptica que cruzan la zona correspondiente al cajón del Metro, se deberán "puentear" a base de cables de acero que colgarán de una trabe metálica, la cual a su vez se apoya sobre una cama de polines de madera de 6"x 6", que se colocarán en la superficie del terreno fuera del trazo del cajón del Metro.

Los elementos que integran la estructura del "puenteo" son los siguientes:

A) Trabe metálica de celosía como elemento principal de soporte, ángulos de 4"x 1/4", de 80 x 50 cm. de sección.

B) Cable de acero de 1/2" de diámetro con sus tensores de 1 1/4" de diámetro y sus grapas para cable de acero.

C) Polines de madera de 6"x 6"x 8.25' , sobre los cuales se apoyará la trabe metálica.

D) Tablones de madera de 2" de espesor que fungirán como elementos de protección del ducto.

La ubicación y distribución de los elementos aquí mencionados se muestran en los croquis III.13 , III.14 y III.15.

DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

A) Se realizan inicialmente calas para detectar la trayectoria real de los ductos de fibra óptica.

B) Definida la trayectoria de los ductos y para poder efectuar el "puenteo" de éstos, se coloca la cama de polines sobre el terreno natural y en la posición indicada en los croquis III.13 y III.14, en la cual se apoyará la trabe metálica.

C) A continuación se inicia la excavación a partir del nivel del terreno natural hasta alcanzar el nivel de desplante del banco de ductos de fibra óptica; en dicha profundidad se suspende momentáneamente el proceso con el fin de iniciar la excavación de pequeñas zanjas perpendiculares al eje del ducto. Las zanjas deben tener las dimensiones y separación tal que permitan la colocación de los tablonés, el orden de ejecución de las mismas es en forma alternada.

D) Una vez hechas las zanjas se colocan, en el interior de éstas y en contacto con el lecho inferior del banco de ductos, tablonés de 2" de espesor que servirán como protección de dicho banco durante el "puenteo" del mismo. Enseguida se colocarán los cables de acero, cuidando de que el contacto de éstos con los ductos sea en forma indirecta a través de los tablonés.

E) Realizado el "puenteo" de los ductos de TELMEX, se puede continuar con el proceso de excavación del cajón del Metro siguiendo el mismo procedimiento que se utiliza para la zona común.

F) La construcción de los muros tablestaca en la zona del cruce de los ductos de telefonía se efectúa de la siguiente manera: la excavación se realiza a mano, se colocan viguetas de acero conforme se profundice, así como una estructura de contención a base de tablonés y polines de madera, para que funcione como ademe.

G) La excavación en las vecindades del "puenteo" debe hacerse con precaución, con el propósito de no golpearlo y crear problemas de inestabilidad de la misma.

H) La estructura del "puenteo" se puede retirar cuando se halla construido la losa de techo del cajón del Metro y el relleno sobre la misma alcance el nivel de desplante del ducto de fibra óptica.

CONSTRUCCION DE LA GALERIA PARA EL "PUENTE" DE LOS DUCTOS TELMEX.

A continuación se describe el procedimiento constructivo que debe seguirse para efectuar la excavación y construcción de la galería para el "puente" de los ductos de TELMEX, que se encuentran ubicados en el cruce de la calle Ocho con el cajón del Metro en el tramo Aculco-Escuadrón 201 de la línea ocho. Ver croquis III.16 y III.17.

A) Una vez realizado el "puente" provisional, se continúa con la excavación de toda el área hasta alcanzar la profundidad máxima de proyecto. Después se colará una plantilla de concreto simple de 5.00 cm. de espesor con un aditivo acelerante de fraguado.

B) Con la finalidad de excluir el bombeo para abatir el nivel freático en esta zona, es necesario construir dos muros pantalla de lodo fraguante que confinen dicha área. El nivel de desplante y remate de estos muros es el mismo al de los muros tablastaca estructurales en esta zona.

C) Es condición necesaria para iniciar la construcción de la galería que previamente se construyan los muros tablastaca estructurales hasta 50 cm. del paño de los ductos existentes; estos muros se construyen dejando las preparaciones necesarias en el armado para efectuar posteriormente la liga estructural con la losa de piso de dicha galería.

D) La excavación para la construcción de la galería se efectúa a cielo abierto entre taludes cuya inclinación es 0.25:1.

E) La galería que funciona como estructura de "puente" es de concreto armado y está constituida por la losa de piso y muros laterales paralelos a los ductos.

F) La construcción de la losa de piso de la galería debe hacerse en una sola etapa, dejando las preparaciones necesarias para la liga estructural con los muros laterales y con la losa de techo del cajón del Metro que se construirá posteriormente a ambos lados de la galería.

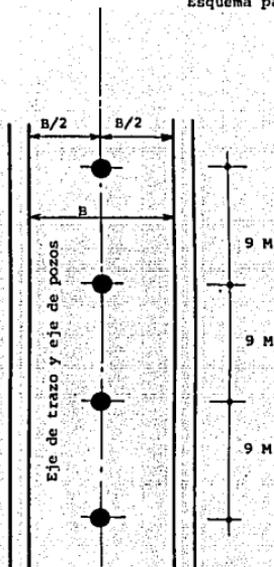
El nivel del lecho superior de la losa de piso de la galería deberá ser igual al nivel inferior de los ductos para garantizar el apoyo de éstos.

En la zona de cruce con la construcción del Metro, la losa de piso de la galería funciona como losa de techo del cajón.

G) La construcción de los muros laterales se debe hacer en una sola etapa de colado. Es necesario que previamente se preparen juntas frías en la losa de piso de tal manera que garanticen la continuidad estructural de éstos elementos.

H) Una vez que los muros laterales de la galería hallan alcanzado su resistencia de proyecto se procede a colocar el relleno sobre los ductos de acuerdo a las especificaciones de TELMEX.

I) La excavación que se efectúa para la construcción del cajón del Metro en el sitio del cruce con la galería se lleva a cabo de acuerdo a lo indicado en la especificación para la excavación del tramo; se puede iniciar cuando el concreto utilizado en la construcción de la galería halla alcanzado su resistencia de proyecto.

Esquema para $B = 7.20$ y 7.45 M.

NOTA: LA UBICACION DE LOS POZOS EN ESTAS ZONAS EN EL SENTIDO LONGITUDINAL AL EJE DE TRAZO ES ESQUEMATICA, SU POSICION DEPENDERA DEL DESPIECE PARTICULAR CON QUE SE HAYA PARTIDO EN EL TRAMO.

UBICACION DE POZOS DE BOMBEO
ZONA COMUN.

U.N.A.M.

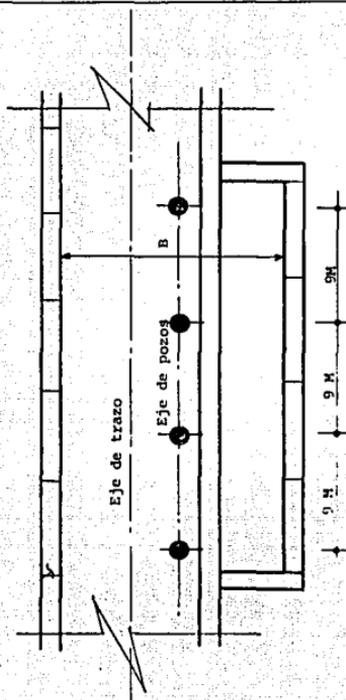
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

UBICACION DE LOS POZOS DE BOMBEO PARA EL ABATIMIENTO DEL NIVEL DE AGUAS FREATICAS EN EL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201.

CROQUIS No.
III.1



NOTA: La ubicación de los pozos en estas zonas en el sentido longitudinal al eje de trazo es esquemática, su posición dependerá del despiece particular con que se haya partido en el tramo.

UBICACION DE POZOS DE BOMBEO
ZONA DE REJILLAS.

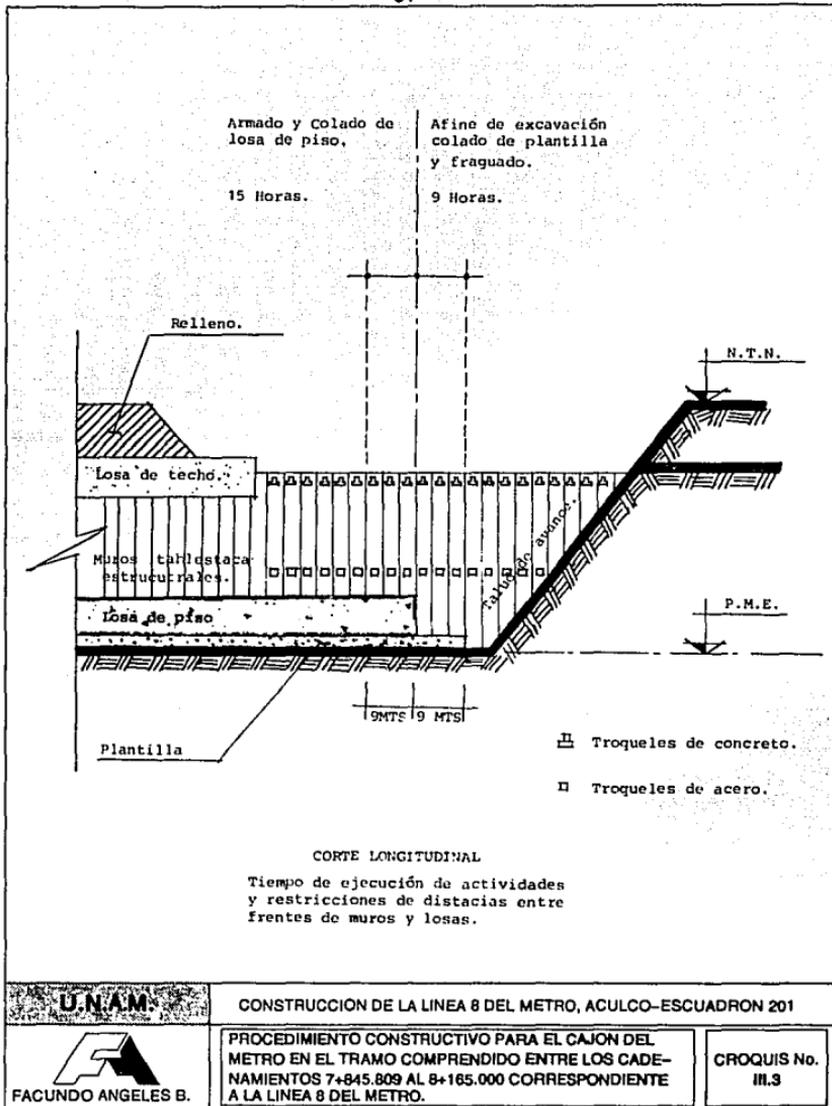


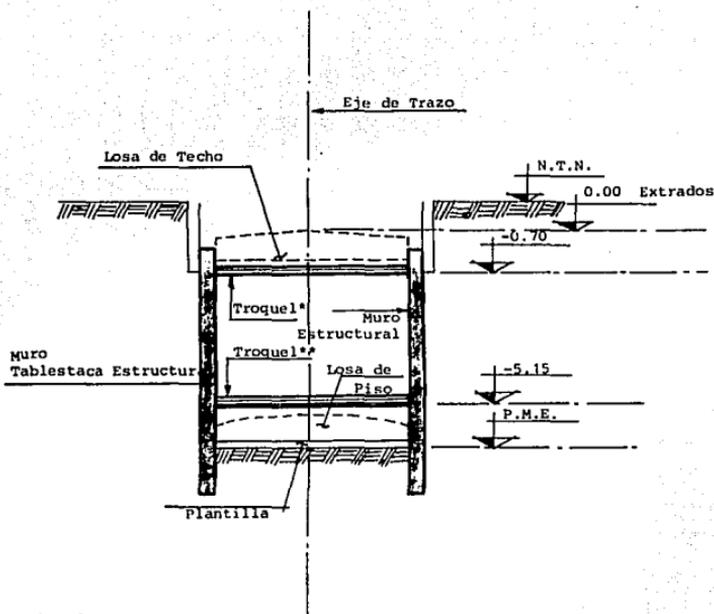
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

FACUNDO ANGELES B.

UBICACION DE LOS POZOS DE BOMBEO PARA EL ABATIMIENTO DEL NIVEL DE AGUAS FREATICAS EN EL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201.

CROQUIS No.
III.2





- * Troqueles de concreto
- ** Troqueles de acero 10" diam. (cedula 20)

CORTE TRANSVERSAL

Del cad. 7+845.809 al cad. 7+966.259
 Del cad. 8+006.259 al cad. 8+102.000
 Y del cad. 8+105.000 al cad. 8+165.000

Simbología:

N.T.N. Nivel de terreno natural.
 P.M.E. Profundidad máxima de excavación.

UNAM

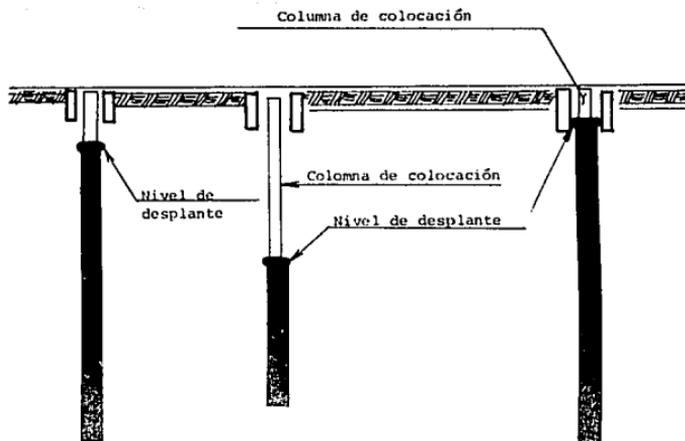
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA EL CAJON DEL METRO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LOS CADENAMIENTOS 7+845.809 AL 8+165.000 CORRESPONDIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

CROQUIS No.
III.4



ZONA DE REJILLA.
ETAPA No. 1

- Construcción de los muros prefabricados.

UNAM

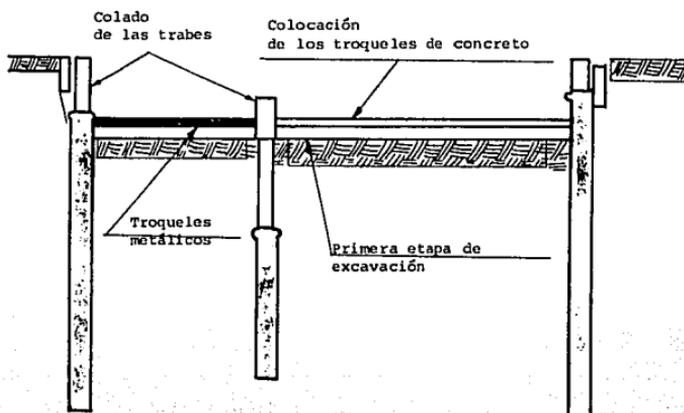
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE REJILLA -
LLAS DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, PERTENE-
CIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

CROQUIS No.
III.5



ZONA DE REJILLA.

ETAPA No. 2

- Excavación a -1.00 m.
- Colado de las traves de la rejilla.
- Colocación del primer nivel de troqueles.

UNAM

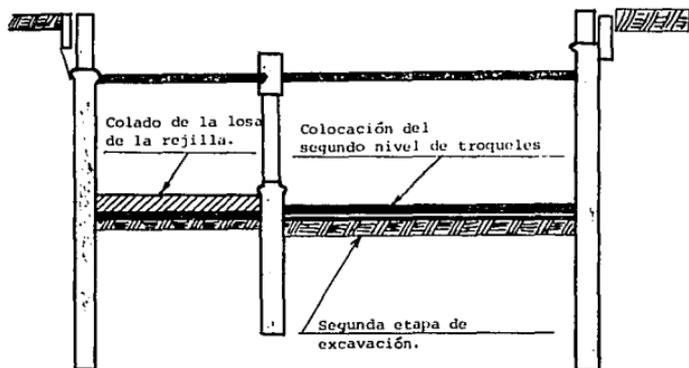
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE REJILLAS DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, PERTENECIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

CROQUIS No.
III.6



ZONA DE REJILLA.

ETAPA No. 3

- Excavación a -4.20 m.
- Colocación del segundo nivel de troqueles en el Cajón.
- Colado de la losa de piso de la rejilla.

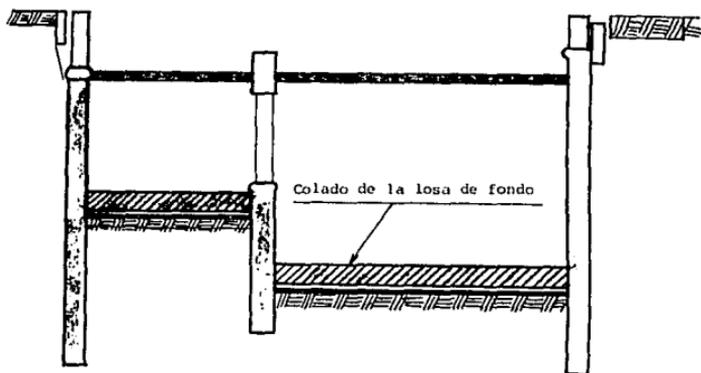
U.N.A.M.

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

F
FACUNDO ANGELES B.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE REJILLAS DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, PERTENECIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

CROQUIS No.
III.7



ZONA DE REJILLA.
ETAPA No.4

- Excavación del Cajón hasta -6.65 m.
- Colado de la losa de fondo en el Cajón.
- Retiro del segundo nivel de troqueles.

UNAM

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

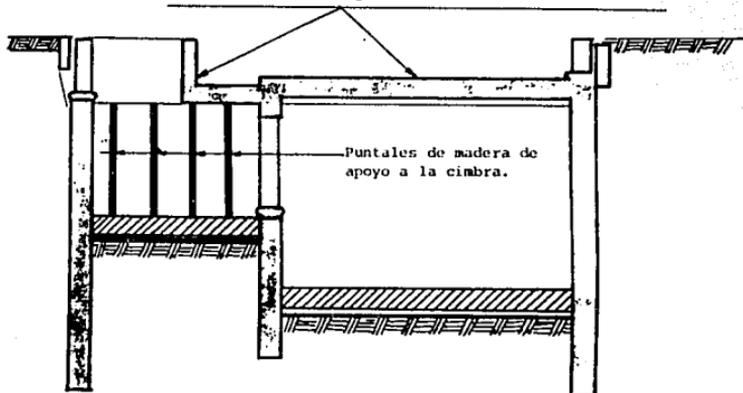


FACUNDO ANGELES B.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DE REJILLAS DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, PERTENECIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

CROQUIS No.
III.8

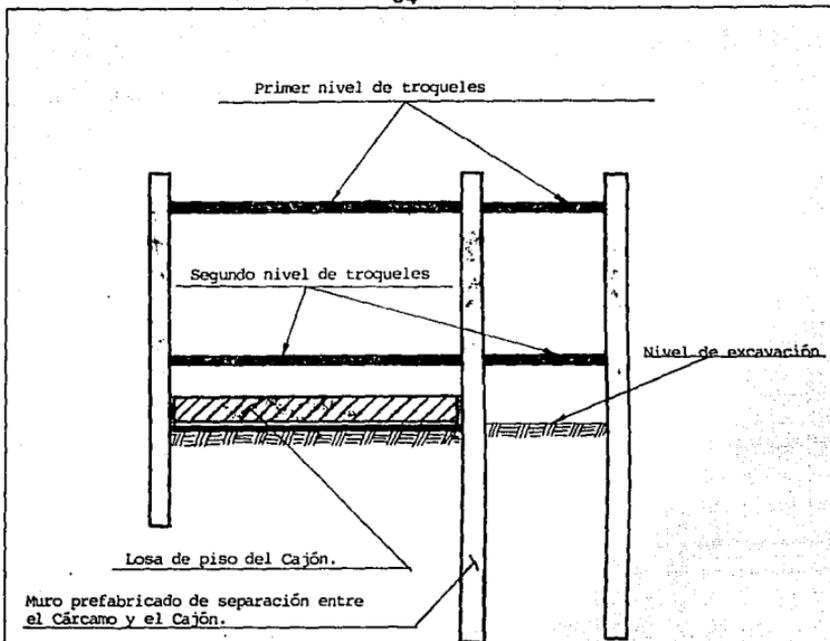
Colado de la losa de techo del Cajón y de la estructura de la rejilla.



ZONA DE REJILLA.
ETAPA No. 5

- Colado de la losa del Cajón.
- Construcción de la losa y del diafragma de la rejilla.
- Retiro de los troqueles en la zona de la rejilla.

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



ZONA DE CARCAMO.
ETAPA No. 1

- Muro Milán Prefabricado del Cajón y del Cárcamo.
- Excavación del Cajón y del Cárcamo hasta -1.00 m.
- Colocación del primer nivel de troqueles.
- Excavación hasta -5.45 m.
- Colocación del segundo nivel de troqueles.
- Excavación hasta -6.65 m.
- Colado de la losa de piso del Cajón.

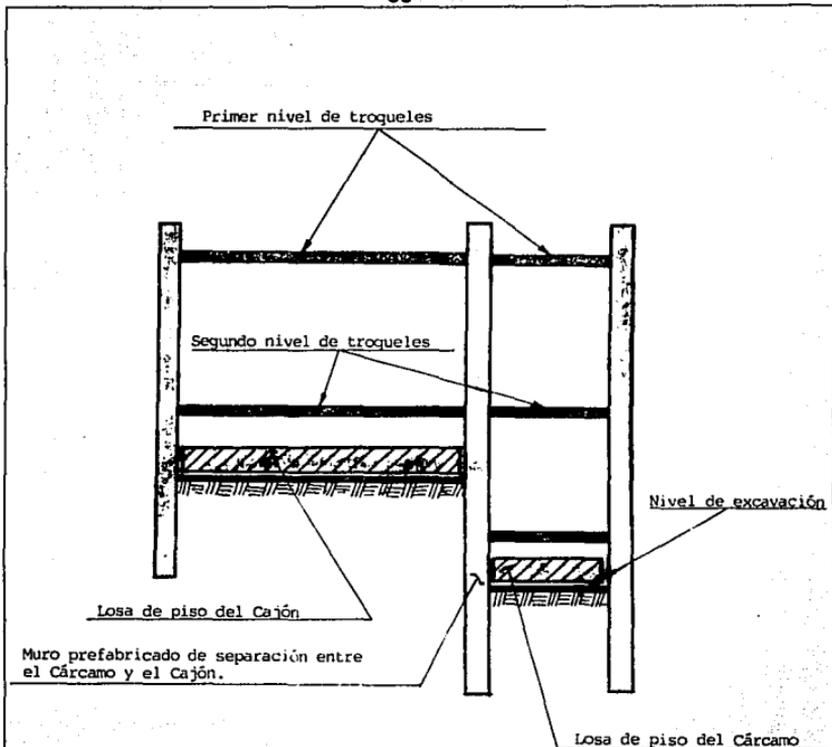


CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DEL CARCAMO DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, PERTENECIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

CROQUIS No.
ML.10



ZONA DE CARCAMO.

ETAPA No.2

- Excavación del Cárcamo hasta -9.54 m.
- Colocación del tercer nivel de troqueles.
- Colado de la losa de piso del Cárcamo.

U.N.A.M.

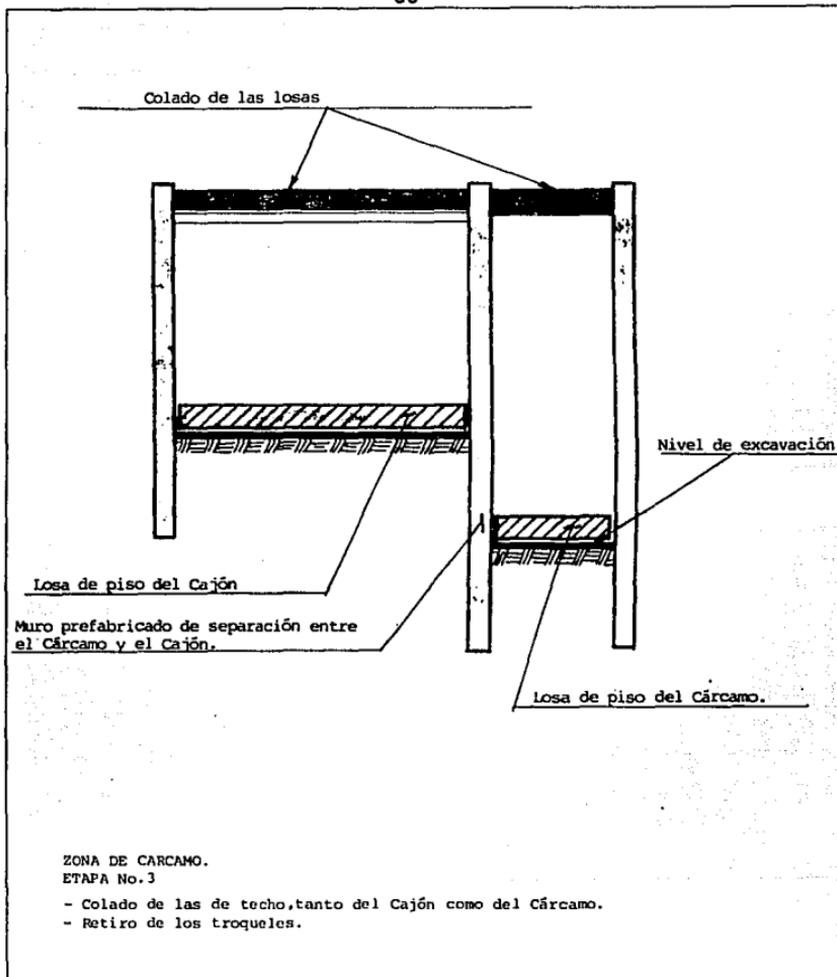
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DEL CARCAMO DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, PERTENECIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

CROQUIS No.
III.11



CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



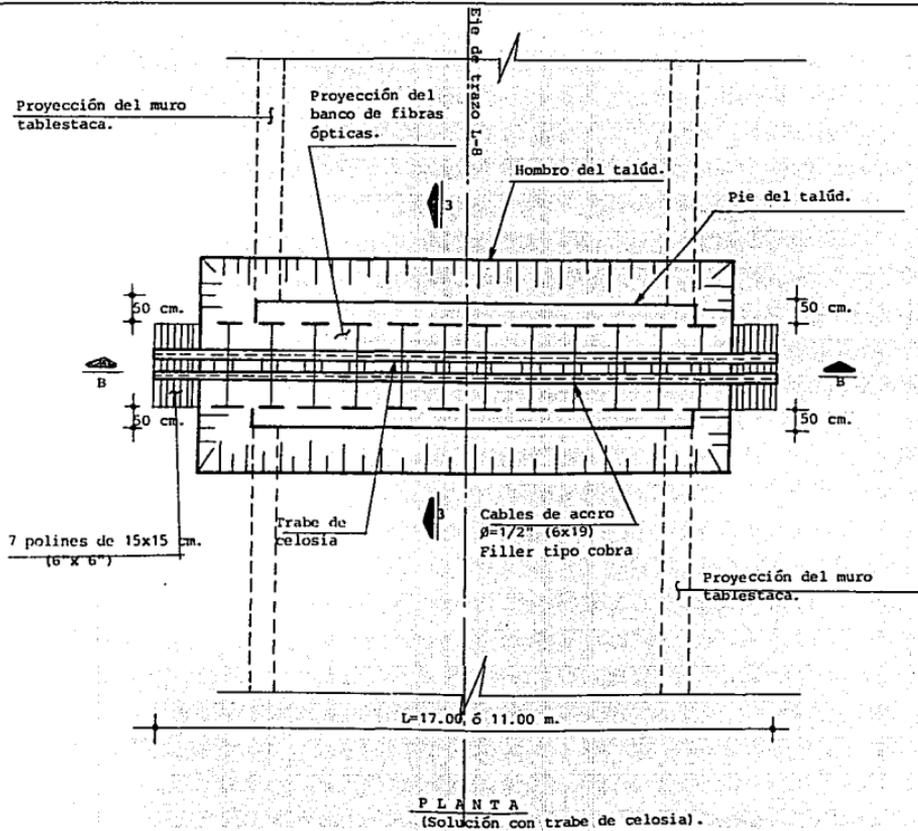
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO EN LA ZONA DEL CARCAMO DEL TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201, PERTENECIENTE A LA LINEA 8 DEL METRO.

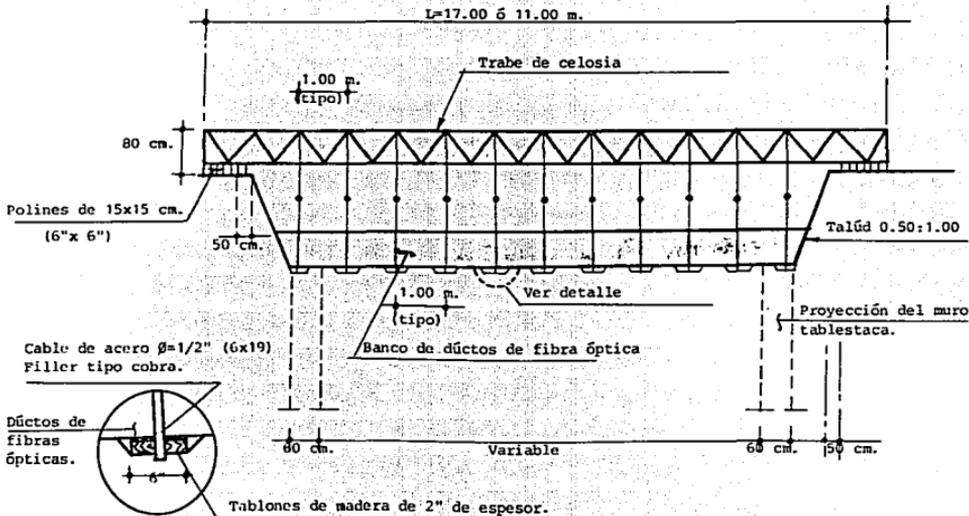
CROQUIS No.
III.12



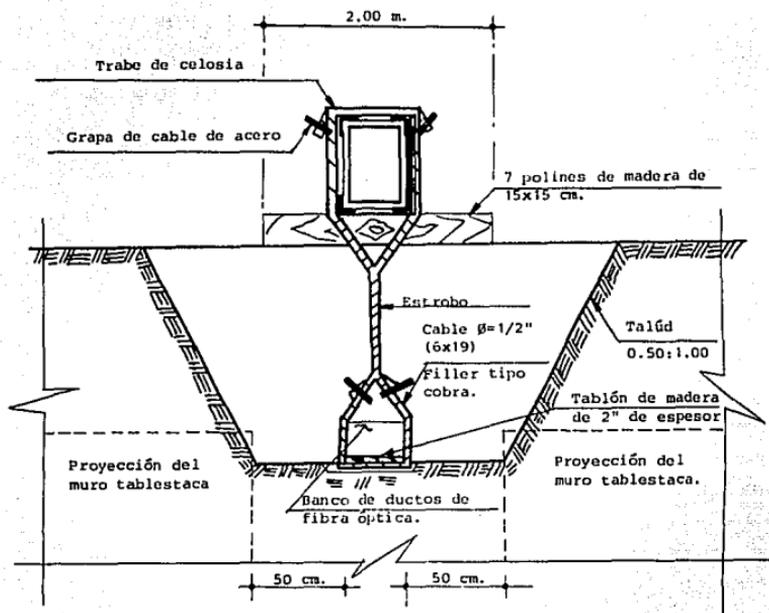
PROCESO CONSTRUCTIVO PARA EFECTUAR EL "PUEN-
TE" DE LOS DUCTOS DE FIBRA OPTICA DE TELMEX,
QUE CRUZAN EL CAJON DEL METRO DE LA LINEA 8.

CROQUIS No.
III. 13





CORTE B-B



CORTE 3-3

UNAM

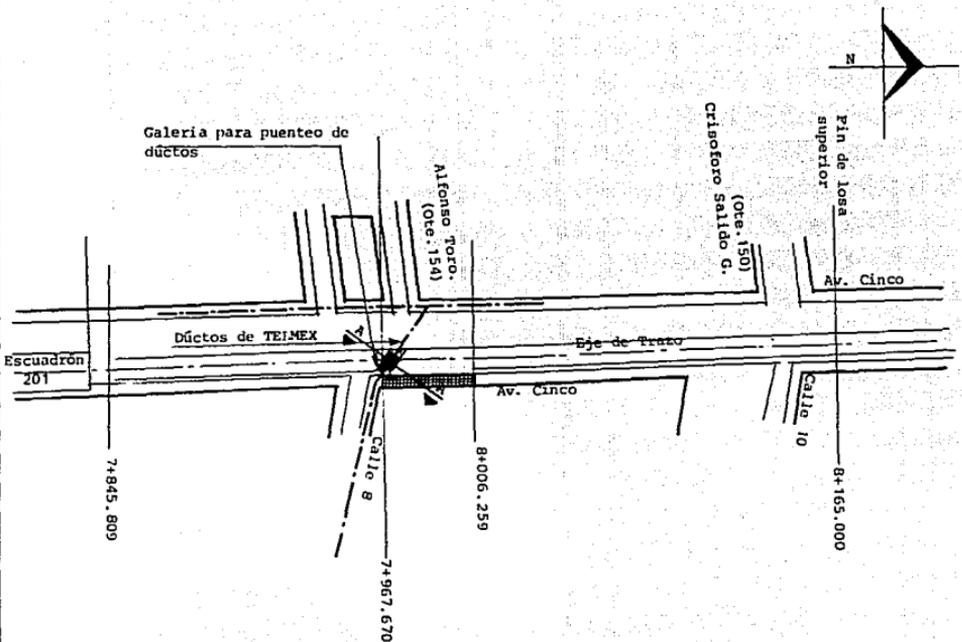
CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201



FACUNDO ANGELES B.

PROCESO CONSTRUCTIVO PARA EFECTUAR EL "PUEN-
TEO" DE LOS DUCTOS DE FIBRA OPTICA DE TELMEX,
QUE CRUZAN EL CAJON DEL METRO DE LA LINEA 8.

CROQUIS No.
III.15



PLANTA DE LOCALIZACION

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

ESPECIFICACIONES PARA EFECTUAR LA EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA GALERIA PARA EL "PUENTEO" DE LOS DUCTOS DE TELMEX EN LA CALLE 8, EN CRUCE CON EL CAJON DE LA LINEA 8 DEL METRO.

PROOJIS No.
III.16

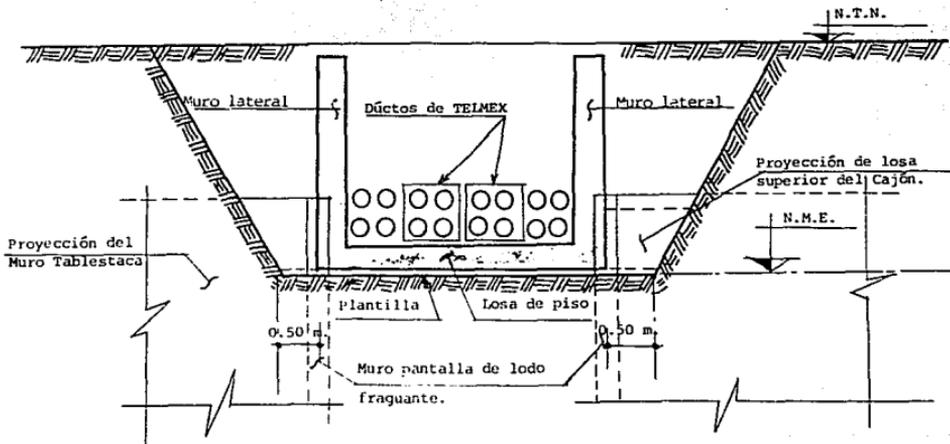

 FACUNDO ANGELES B.



ESPECIFICACIONES PARA EFECTUAR LA EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LA GALERIA PARA EL "PUENTE" DE LOS DUCTOS DE TELMEX EN LA CALLE 8, EN CRUCE CON EL CAJON DE LA LINEA 8 DEL METRO.

CONSTRUCCION DE LA LINEA 8 DEL METRO, ACULCO-ESCUADRON 201

CROQUIS No. M. 17



CORTE A-A

Simbología:

- N.T.N. Nivel de terreno natural.
- N.M.E. Nivel máximo de excavación.

PERSPECTIVAS EN MEXICO

CAPITULO

IV

CAPITULO IV

PERSPECTIVAS EN MEXICO

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROCEDIMIENTO DE PREFABRICADOS.

Dentro de la ingeniería civil, uno de los campos más importantes es "la construcción" y dentro de ésta existen parámetros que deben tenerse presentes en la planeación y construcción de cualquier tipo de obra, éstos son: calidad de los trabajos, costo de la obra, tiempo de ejecución, funcionalidad y, principalmente, seguridad. Cuando se cumplen estos puntos en la construcción, se puede decir que el método o proceso constructivo empleado es el adecuado.

4.1.A. CALIDAD DE LOS TRABAJOS.

Durante el transcurso de la construcción del cajón del Metro a base de Muros Milán Prefabricados, proceso expuesto en este escrito, se observó que este sistema presenta muchas ventajas con respecto al Muro Milán Tradicional, entre las cuales destacan: una mayor limpieza de la obra, mejor calidad del muro terminado, tolerancias de obra más reducidas, ahorro de materiales, reducción del número de maniobras, se reduce considerablemente el grado de filtraciones y sobre todo, se cuenta con una mayor rapidez de ejecución de la obra.

LIMPIEZA DE LA OBRA.

En cualquier actividad es indispensable la limpieza, y dentro del campo de la construcción es uno de los factores que nos ayuda a incrementar el avance en la ejecución de los trabajos y una mayor seguridad para el personal.

Durante el desarrollo de la construcción del cajón del Metro con el empleo de Muros Milán Prefabricados, la limpieza con la que se llevaron a cabo los trabajos fue notoria, esto debido a que todas las actividades son en serie y metódicas, en la misma zona de prefabricación se encuentran áreas definidas

para cada actividad. El construir los tableros fuera del tramo en el cual se van a colocar éstos, permite tener un mayor espacio libre y una limpieza aceptable, que repercutirá en el avance de la obra.

CALIDAD DE LA PARED TERMINADA.

Cuando el muro tablestaca es colado in situ, éste adquiere la geometría que tenga la zanja, y en el caso donde se presenten "caídos" o cavidades durante la excavación de la zanja, el muro aparecerá con protuberancias considerables, por lo que será necesario darle un acabado final posteriormente; este tipo de actividades extras causarán un incremento de tiempo y costo en la obra.

Por el contrario, en el método de Muros Milán Prefabricados el acabado que se obtiene es muy satisfactorio. Cuando se presentan los "caídos" en la zanja, la geometría de la tablestaca no es alterada en ningún sentido, ya que el lodo bentonítico autofraguante es el que ocupa el volumen excavado, incluyendo los "caídos".

Cuando se está llevando a cabo la excavación del núcleo, el lodo bentonítico adherido a la tablestaca se desprende fácilmente, ya que ésta fue previamente impregnada de un producto graso, precisamente para este fin, y así dar un buen acabado a la pared del cajón del Metro.

TOLERANCIAS DE OBRA MAS REDUCIDAS.

Dentro del método tradicional resulta muy engorroso nivelar y alinear topográficamente la tablestaca simultáneamente con el colado de la misma, ya que en ese momento se encuentran en la zona de obra todo el equipo necesario para un buen colado así como el personal requerido para el mismo.

La solución propuesta por Cimentaciones Mexicanas, S.A. de C.V. permite nivelar y alinear la tablestaca sin problema alguno, puesto que al estar el muro colocado en la zanja, únicamente se encuentra la grúa que la está sosteniendo y dos personas para nivelarla por medio del sistema mencionado en el inciso 2.3.B.7.

AHORRO DE MATERIALES.

Esta ventaja se refleja principalmente en el concreto cuando la

zanja presenta cavernas. Por el método tradicional el concreto cubre todo el volumen de la zanja, incluyendo los "caídos"; caso que no se presenta en el método a prueba, ya que las tablestacas precoladas ocupan únicamente el volumen necesario, por lo que no existen excedentes de concreto, solamente de lodo bentonítico autofraguante.

REDUCCION DEL NUMERO DE MANIOBRAS.

Esencialmente, la reducción de maniobras en la zona donde se hincan las tablestacas prefabricadas, se debe a que éstas se fabrican fuera de esta zona y sólo se trasladan las piezas que se van a utilizar, esto provoca que el área de trabajo esté más despejado; además, sólo se encuentra la grúa que colocará la tablestaca dentro de la zanja, y una cantidad mínima de personal que se encargará de auxiliar al operador de la grúa y al topógrafo en el alineamiento y nivelación del muro.

En el método tradicional las maniobras se incrementan debido a que en el momento de colar la tablestaca se encuentran en el área de trabajo; la grúa que está bajando el armado y lo está suspendiendo dentro de la cepa, las ollas revoledoras que continuamente están llegando y vaciando el concreto dentro de la zanja, los vibradores necesarios, así como el personal requerido para todas estas actividades; todo este equipo de trabajo hace más difícil el desarrollo de las actividades.

SE REDUCE EL GRADO DE FILTRACIONES.

Esto se debe, principalmente, a que el vibrado del concreto de la tablestaca en el banco de prefabricación es más accesible y fácil de hacerlo, y por lo tanto se tiene un concreto más compacto. Además, como el banco de prefabricación tiene un acabado pulido, este mismo acabado lo obtiene la tablestaca al tener un buen vibrado durante su colado; todo esto repercute en la reducción del grado de filtraciones.

RAPIDEZ DE EJECUCION.

Este factor sólo es producto de las ventajas ya mencionadas, ya que al tener una organización, un procedimiento, un método y un control estricto de las actividades a desarrollar, siempre repercutirá en el programa de obra, así como en el costo de la misma.

4.1.B. COSTO DE LOS TRABAJOS.

En cualquier tipo de proyecto o construcción, el costo de los trabajos así como la calidad de los mismos, deben ser comparados con otros sistemas o métodos para poder tener un parámetro más en la decisión del sistema óptimo.

Por lo que se refiere a la construcción del cajón subterráneo del Metro con el empleo de Muros Milán Prefabricados, es necesario compararlo con el sistema de Muros Milán colados en sitio o sistema tradicional. Es por eso que a continuación se presentan los presupuestos para cada uno de los sistemas en sus conceptos de obra más representativos.

Cabe aclarar que la comparación fue hecha de acuerdo a lo siguiente:

SISTEMA DE MUROS MILAN PREFABRICADOS: El presupuesto de este sistema está basado en la cotización real que presentó "Cimentaciones Mexicanas, S.A. de C.V." en Diciembre de 1991 a la "Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, del D.D.F.", siendo estos mismos precios con los cuales se pagaron los trabajos ejecutados.

SISTEMA DE MUROS MILAN COLADOS EN SITIO: Este presupuesto está hecho en base a los análisis de precios unitarios de los conceptos más representativos, para los cuales se consideraron precios del mes de Agosto de 1991.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: EXCAVACION EN ZANJA POR MEDIOS MECANICOS, EN CUALQUIER ZONA, MATERIAL TIPO II Y II-A, INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION DEL LODO BENTONITICO, ASI COMO EL ACARREO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION AL PRIMER KILOMETRO.		UNIDAD.	M3	
		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-1	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Bentonita	KG	112.750	160.00	18,040.00
2) Diesel	LT	0.029	406.00	11.77
3) Gasolina Nova	LT	1.140	450.00	513.00
				18,564.77
MANO DE OBRA				
1) Cabo	TUR	0.006	114,731.00	688.39
2) Ayudante	TUR	0.061	58,848.00	3,589.73
				4,278.12
EQUIPO				
1) Equipo Williams con almeja de 1½ yd3.	HR	0.203	335,918.00	68,191.35
2) Draga sobre orugas LS-108 de 1½ yd3.	HR	0.203	335,918.00	68,191.35
3) Camión de volteo de 6 m3 de capacidad (activo).	HR	0.033	59,845.00	1,974.89
4) Camión de volteo de 6 m3 de capacidad (ocioso).	HR	0.125	28,726.00	3,590.75
5) Planta de fabricación y tratamiento de lodos.	HR	0.285	174,377.00	49,697.45
6) Planta de lodos, equipo de recirculación, se incluye el 1.5% por consumo de energía eléctrica y materiales eléctricos en trabajos nocturnos.	HR	0.380	83,701.00	31,806.38
				223,452.17
HERRAMIENTA.				
	M.O	0.030	4,278.12	128.34
				128.34
		COSTO DIRECTO		246,423.40
		INDIRECTOS + UTILIDAD 31%		76,391.25
		PRECIO UNITARIO		322,814.65

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: EXCAVACION DEL NUCLEO A CIELO ABIERTO ENTRE - MUROS COLADOS EN SITIO O TABLESTACAS, DE 0.00 A 10.00 M. DE PROFUNDI- DAD. INCLUYE ACARREO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION AL PRIMER KILOMETRO.		UNIDAD.	M3	
		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-2	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MANO DE OBRA				
1) Cabo	TUR	0.008	114,731.00	688.39
2) Ayudante	TUR	0.058	58,848.00	3,413.18
				4,101.57
EQUIPO				
1) Draga sobre orugas LS-108 de 1½ yd3.	HR	0.015	335,918.00	5,038.77
2) Draga sobre orugas LS-98	HR	0.045	333,074.00	14988.33
3) Camión de volteo de 6 m3 de capacidad (activo).	HR	0.033	59,845.00	1,974.89
4) Camión de volteo de 6 m3 de capacidad (ocioso).	HR	0.060	28,726.00	1,723.56
5) Cucharón de almeja de 1½ yd3.	HR	0.060	17,090.00	1,025.40
6) Materiales menores.	M.O	0.020	4,101.57	82.03
				24832.98
HERRAMIENTA.				
	M.O	0.030	4,101.57	123.05
				123.05
COSTO DIRECTO				29,057.60
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				9,007.86
COSTO UNITARIO:				38,065.46

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: ACARREO EN CAMION CON CARGA MECANICA DEL - MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION. MEDIDO EN EL LUGAR. KILOMETROS SUBSECUENTES. (15 KILOMETROS)		UNIDAD.	M3-KM	
		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-3	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Lona.	M2	0.005	15,000.00	75.00
				75.00
EQUIPO				
1) Camión de volteo de 6 m3 de capacidad (activo).	HR	0.023	59,845.00	1,376.44
				1,376.44
		COSTO DIRECTO		1,451.44
		INDIRECTOS + UTILIDAD 31%		449.95
		PRECIO UNITARIO		1,901.39

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: CIMBRA PARA BROCALES, INCLUYE SUMINISTRO DE MATERIALES Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.		UNIDAD:	M2	
		HOJA:	1/1	
		CLAVE:	MCS-4	
		FECHA:	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Madera de pino para cimbra.	P.T	4.140	1,000.00	4,140.00
2) Triplay de 19 mm de espesor.	M2	0.220	26,203.00	5,764.66
3) Varilla de refuerzo de 15.6 mm (5/8) diám.	KG	0.130	1,114.00	144.82
4) Varilla de refuerzo de 19.1 mm (3/4) diám.	KG	0.320	1,105.00	353.60
5) Alambre recocido No.18	KG	0.030	2,200.00	66.00
6) Clavo de 2½"	KG	0.300	2,478.00	743.40
7) Diesel	LT	0.350	406.00	142.10
				11,354.58
MANO DE OBRA				
Habilitado:				
1) Cabo	TUR	0.002	114,731.00	229.46
2) Oficial carpintero	TUR	0.020	95,574.00	1,911.48
3) Ayudante	TUR	0.020	58,848.00	1,176.96
Cimbrado:				
1) Cabo	TUR	0.013	114,731.00	1,491.50
2) Oficial carpintero	TUR	0.130	95,574.00	12,424.62
3) Ayudante	TUR	0.130	58,848.00	7,650.24
Descimbrado:				
1) Cabo	TUR	0.003	114,731.00	344.19
2) Oficial carpintero	TUR	0.033	95,574.00	3,153.94
3) Ayudante	TUR	0.033	58,848.00	1,941.98
				30,324.37
HERRAMIENTA				
	M.O	0.030	30,324.37	909.73
				909.73
COSTO DIRECTO				42,588.68
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				13,202.49
PRECIO UNITARIO				55,791.17

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: CIMBRA PARA MURO ESTRUCTURAL O DE ACOMPAÑAMIENTO. INCLUYE SUMINISTRO DE MATERIALES Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.		UNIDAD.	M2	
		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-5	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Madera de pino para cimbra.	P.T	1.370	1,000.00	1,370.00
2) Triplay de 19 mm de espesor.	M2	0.130	26,203.00	3,406.39
3) Clavo de 2½	KG	0.200	2,478.00	495.60
4) Diesel	LT	0.100	408.00	40.60
5) Varilla de refuerzo de 19.1 mm (¾") diám.	KG	0.370	1,105.00	408.85
6) Alambón de 6.4 mm (¼") diám.	KG	0.110	1,228.00	135.08
7) Tablero metálico de acero A-36	KG	0.520	1,594.00	828.88
8) Tubo mecánico de 2" diám.	KG	0.110	1,594.00	175.34
9) Ruedas de hula macizo de 6" diám.	PZA	0.050	30,050.00	1,502.50
10) Varilla de refuerzo de 25.4 mm (1") diám.	KG	0.330	1,295.00	427.35
				8,790.69
MANO DE OBRA				
Habilitado, transporte y armado.				
1) Cabo	TUR	0.002	114,731.00	229.46
2) Oficial soldador	TUR	0.021	109,944.00	2,308.82
3) Ayudante	TUR	0.021	58,848.00	1,235.81
Habilitado y reparaciones de madera de contacto.				
1) Cabo	TUR	0.001	114,731.00	114.73
2) Oficial carpintero	TUR	0.011	95,574.00	1,051.31
3) Ayudante	TUR	0.011	58,848.00	647.33
Cimbrado y Descimbrado:				
1) Cabo	TUR	0.001	114,731.00	114.73
2) Oficial carpintero	TUR	0.011	95,574.00	1,051.31
3) Ayudante	TUR	0.011	58,848.00	647.33
Reparaciones de campo/12 usos de materiales	MATS	0.005	8,790.59	43.95
				7,444.78
HERRAMIENTA				
	M.O	0.030	7,444.78	223.34
				223.34
COSTO DIRECTO				16,458.71
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				5,102.20
PRECIO UNITARIO				21,560.91

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO GRADO DURO CON LIMITE DE FLUENCIA F _y =4200 KG/CM ² . INCLUYE SUMINISTRO Y ACARREOS EN OBRA, HABILITADO, COLOCACION, AMARRE, GANCHOS, TRASLAPES Y DESPERDICIOS. EN BROCAL Y LOSA SUPERIOR.		UNIDAD.	TON	
		HQJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-6	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Varilla de refuerzo de 9.5 mm (3/8") diám.	TON	1.050	1,150,000.00	1,207,500.00
2) Alambre recocido No.18	KG	31.910	2,200.00	70,202.00
3) Oxígeno	M3	1.600	3,760.00	6,016.00
4) Acetileno	KG	0.300	12,995.00	3,898.50
				1,287,616.50
MANO DE OBRA				
Descarga en obra.				
1) Cabo	TUR	0.040	114,731.00	4,589.24
2) Peón	TUR	0.400	58,848.00	23,539.20
Entongado.				
1) Cabo	TUR	0.040	114,731.00	4,589.24
2) Peón	TUR	0.400	58,848.00	23,539.20
Acarreo dentro de la obra, hasta 300.00 m.				
1) Cabo	TUR	0.060	114,731.00	6,883.86
2) Peón	TUR	0.600	58,848.00	35,308.80
Corte, habilitado y colocación.				
1) Cabo	TUR	0.830	114,731.00	95,228.73
2) Oficial fierro	TUR	6.400	87,173.00	557,907.20
3) Oficial soldador	TUR	0.500	109,944.00	54,972.00
4) Ayudante	TUR	8.400	58,848.00	494,323.20
				1,300,878.67
EQUIPO				
1) Banco de habilitado	M.O	0.006	1,300,878.47	7,805.27
2) Equipo de corte oxígeno-acetileno con dos mangueras de 20 m. cada una.	HR	7.200	13,624.00	98,092.80
3) Dobladora PERFECT-50	HR	2.000	17,251.00	34,502.00
4) Cortadora PERFECT-50	HR	2.000	11,248.00	22,496.00
				162,896.07
HERRAMIENTA				
	M.O	0.030	1,300,878.67	39,026.36
				39,026.36
COSTO DIRECTO				2,790,417.60
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				865,029.46
PRECIO UNITARIO				3,655,447.06

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO GRADO DURO CON LIMITE DE FLUENCIA F _y =4200 KG/CM ² . INCLUYE SUMINISTRO Y ACARREOS EN OBRA, HABILITADO, COLOCACION, AMARRE, GANCHOS, TRASLAPES Y DESPERDICIOS. EN MUROS MILAN, LOSA DE FONDO Y MURO DE ACOMPAÑAMIENTO.		UNIDAD.	TON	
		HOJA.	1/2	
		CLAVE.	MCS-7	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Varilla de refuerzo de 19.1 mm (3/4") diám.	TON	1.050	1,105,000.00	1,160,250.00
2) Alambre recocido No.18	KG	20.000	2,200.00	44,000.00
3) Oxígeno	M3	1.600	3,760.00	6,016.00
4) Acetileno	KG	0.310	12,995.00	4,028.45
5) Soldadura E-7018 de 1/8" diám.	KG	1.310	4,050.00	5,305.50
				1,219,599.95
MANO DE OBRA				
Descarga en obra.				
1) Cabo	TUR	0.040	114,731.00	4,589.24
2) Peón	TUR	0.400	58,848.00	23,539.20
Entongado.				
1) Cabo	TUR	0.030	114,731.00	3,441.93
2) Peón	TUR	0.400	58,848.00	23,539.20
Acarreo dentro de la obra, hasta 300.00 m.				
1) Cabo	TUR	0.040	114,731.00	4,589.24
2) Peón	TUR	0.400	58,848.00	23,539.20
Corte, habilitado y colocación.				
1) Cabo	TUR	0.200	114,731.00	22,946.20
2) Oficial herrero	TUR	1.470	87,173.00	128,144.31
3) Oficial soldador	TUR	0.110	109,944.00	12,093.84
4) Ayudante	TUR	1.880	58,848.00	98,864.64
				345,287.00
EQUIPO				
1) Banco de habilitado	M.O	0.018	345,287.00	6,215.17
2) Equipo de corte oxígeno-acetileno con dos mangueras de 20 m. cada una.	HR	3.150	13,624.00	42,915.60
3) Dobladora PERFECT-50	HR	4.700	17,251.00	81,079.70
4) Cortadora PERFECT-50	HR	4.700	11,248.00	52,865.60
5) Soldadora Lincoln SAE-300 K-1197 de 300A	HR	1.050	24,221.00	25,432.05
6) Grúa HIAB Mod.1870, montada (sin camión)	HR	0.680	134,676.00	88,886.16
7) Camión Ford tipo redilas F-600	HR	0.680	67,300.00	44,418.00
8) Motogrúa hidráulica GROVE Mod.RT522 de 20 Ton.	HR	0.440	263,829.00	116,084.76
				457,897.04

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO	
CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO GRADO DURO CON LIMITE DE FLUENCIA F _y =4200 KG/CM ² . INCLUYE SUMINISTRO Y ACARREOS EN OBRA.		UNIDAD.	TON
HABILITADO, COLOCACION, AMARRE, GANCHOS, TRASLAPES Y DESPERDICIOS.		HOJA.	2/2
EN MUROS MILAN, LOSA DE FONDO Y MURO DE ACOMPAÑAMIENTO.		CLAVE.	MCS-7
		FECHA.	AGOSTO DE 1991

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
HERRAMIENTA	M.O	0.030	345,287.00	10,358.61
				10,358.61
	COSTO DIRECTO			2,033,142.60
	INDIRECTOS + UTILIDAD 31%			630,274.21
PRECIO UNITARIO:				2,063,416.81

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: CONCRETO PREMEZCLADO F' C=100 KG/CM2, T.M.A. 20 MM., CON CEMENTO R.N., INCLUYE ACARREO, MUESTREO, COLADO, VIBRADO, DESPERDICIO Y EQUIPO.		UNIDAD.	M3	
EN PLANTILLAS.		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-B	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Concreto F'c=100 kg/cm2, T.M.A. 20 mm., revenimiento=10 cm.	M3	1.030	101,042.00	104,073.26
				104,073.26
MANO DE OBRA				
1) Cabo	TUR	0.042	114,731.00	4,818.70
2) Oficial albañil	TUR	0.168	90,534.00	15,028.64
3) Ayudante	TUR	0.249	58,848.00	14,853.15
				34,500.49
HERRAMIENTA	M.O	0.030	34,500.49	1,035.01
				1,035.01
		COSTO DIRECTO		139,608.76
		INDIRECTOS + UTILIDAD 31%		43,278.72
		PRECIO UNITARIO		162,887.48

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: CONCRETO PREMEZCLADO F'c=150 KG/CM2, T.M.A. 20 MM., CON CEMENTO F.L.N., INCLUYE ACARREO, MUESTREO, COLADO, VIBRA- DO, DESPERDICIO Y EQUIPO. EN BROCALES		UNIDAD.	M3	
		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-9	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Concreto F'c=150 kg/cm2, T.M.A. 20 mm., reventamiento=10 cm.	M3	1.030	106,182.00	109,367.46
				109,367.46
MANO DE OBRA				
1) Cabo	TUR	0.047	114,731.00	5,392.36
2) Oficial albañil	TUR	0.238	90,534.00	21,366.02
3) Ayudante	TUR	0.238	58,848.00	13,888.13
				40,646.51
EQUIPO				
1) Vibrador para concreto K-91	HR	0.671	3,794.00	2,545.77
2) Artesa de madera de 2.4 x 3.00 x 0.60 m.	PZA	0.004	364,882.00	1,459.53
				4,005.30
HERRAMIENTA				
	M.O	0.030	40,646.51	1,219.40
				1,219.40
COSTO DIRECTO				155,238.67
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				48,123.99
PRECIO UNITARIO				209,362.66

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN			ANALISIS DE PRECIO UNITARIO	
CONCEPTO: CONCRETO PREMEZCLADO F'c=200 KG/CM2, T.M.A. 20 MM., CON CEMENTO R.N., INCLUYE ACARREO, MUESTREO, COLADO, VIBRADO, DESPERDICIO Y EQUIPO.			UNIDAD.	M3
MUROS MILAN, MURO DE ACOMPAÑAMIENTO, LOSA DE FONDO Y SUPERIOR.			HOJA.	T/1
			CLAVE.	MCS-10
			FECHA.	AGOSTO DE 1991
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Concreto F'c=200 kg/cm2, T.M.A. 20 mm., revestimiento=10 cm.	M3	1.050	117,026.00	122,877.30
2) Revestimiento de 18+3.5 cm. apto para ser bombeado.	M3	1.050	15,195.00	15,954.75
3) Madera de pino para cimbra.	P.T	0.034	1,000.00	34.00
4) Grasa para cimbra.	LT	0.118	1,300.00	153.40
5) Grilletes de 7/8" de diám. para estrobos.	PZA	0.001	51,369.00	51.37
6) Tubo tremien 10" de diám. Tramo de 28 m.	M	0.004	1,000,000.00	4,000.00
7) Cable de acero 3/4" de diám., tipo cobra.	M	0.0008	12,113.00	9.69
8) Perros de 7/8" de diámetro.	PZA	0.0013	13,860.00	18.02
9) Marco de ángulo de 1 3/4"x 3/16".	KG	0.0044	2,499.00	11.00
10) Placas de acero A-36 de 1/2" de espesor para tolvas metálicas.	KG	0.075	1,594.00	119.55
				143,229.08
MANO DE OBRA				
Ensamble, engrasado y colocación de tubería y concreto				
1) Cabo	TUR	0.011	114,731.00	1,262.04
2) Oficial albañil	TUR	0.110	90,534.00	9,958.74
3) Ayudante	TUR	0.110	58,848.00	6,473.28
				17,694.06
EQUIPO				
1) Motogrúa hidráulica Mca. GROVE Mod. RT-522 de 20 toneladas.	HR	0.151	263,829.00	39,838.18
				39,838.18
HERRAMIENTA				
	M.O	0.030	17,694.06	530.82
				530.82
COSTO DIRECTO				201,292.14
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				62,400.56
PRECIO UNITARIO				263,692.70

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: CURADO DE CONCRETO CON MEMBRANA DE BASE AGUA, EN TODOS LOS ELEMENTOS. INCLUYE SUMINISTRO Y APLICACION DE MEMBRANA Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.		UNIDAD.	M2	
		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-11	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Curacreto rojo (membrana de base agua).	LT	0.220	2,084.00	458.48
				458.48
MANO DE OBRA				
1) Cabo	TUR	0.001	114,731.00	114.73
2) Peon	TUR	0.012	58,848.00	706.18
				820.91
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
1) Tambor, aspensor, estopa, etc.	M.O	0.050	820.91	41.05
				41.05
		COSTO DIRECTO		1,320.44
		INDIRECTOS + UTILIDAD 31%		409.34
		PRECIO UNITARIO		1,729.78

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		
CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE BANDA DE CLORURO DE POLIVINILO (P.V.C.) PARA JUNTAS FRIAS DE CONSTRUCCION. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS. EN LOSA INFERIOR Y LOSA SUPERIOR.		UNIDAD.	ML	
		HOJA.	1/1	
		CLAVE.	MCS-12	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Banda ojillada FESTER de 9" de ancho.	M	1.400	20,070.00	28,098.00
2) Alambrcn de 6.4 mm.(1/4") de diámetro para soporte de la banda durante el colado.	KG	0.010	1,228.00	12.28
				28,110.28
MANO DE OBRA				
1) Cabo	TUR	0.005	114,731.00	573.66
2) Oficial albañil	TUR	0.050	90,534.00	4,526.70
3) Ayudante	TUR	0.050	58,848.00	2,942.40
				8,042.76
HERRAMIENTA				
	M.O	0.030	8,042.76	241.28
				241.28
COSTO DIRECTO				36,394.32
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				11,282.24
PRECIO UNITARIO				47,676.56

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN			ANALISIS DE PRECIO UNITARIO	
CONCEPTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE BANDA DE CLORURO DE POLIVINILO (P.V.C.) PARA JUNTAS FRIAS DE CONSTRUCCION. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.			UNIDAD.	ML
EN MUROS MILAN COLADOS EN SITIO Y MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO.			HOJA.	1/1
			CLAVE.	MCS-13
			FECHA.	AGOSTO DE 1981
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Banda ojillada FESTER de 9" de ancho.	M	1.070	20,070.00	21,474.90
2) Sellador de juntas "BUTILASTIC" Proconsa, utilizado en el calafateo de la junta contra el portejuntas.	M	1.000	815.00	815.00
				22,289.90
MANO DE OBRA				
Colocación de la banda, calafateo y sujeción.				
1) Cabo	TUR	0.006	114,731.00	688.39
2) Oficial albañil	TUR	0.060	90,574.00	5,434.44
3) Ayudante	TUR	0.060	58,848.00	3,530.88
Vulcanizado de trastapes en unión de la banda con la losa superior e inferior.				
1) Cabo	TUR	0.001	114,731.00	114.73
2) Oficial albañil	TUR	0.010	90,574.00	905.74
3) Ayudante	TUR	0.010	58,848.00	588.48
				11,262.66
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
1) Vulcanizadora Barinzen	M.O	0.300	11,262.66	3,378.80
				3,378.80
COSTO DIRECTO				36,931.36
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%				11,448.72
PRECIO UNITARIO				48,380.08

DESCRIPCION		U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN					
CONCEPTO: SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE TABLETA PREFABRICADA HECHA EN OBRA, CON UNA SECCION DE 0.55x0.94 M. Y UNA LONGITUD DE 7.60 M. (9.14 TONELADAS). INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.			UNIDAD.	PZA	
			HOJA.	1/1	
			CLAVE.	MCS-14	
			FECHA.	AGOSTO DE 1991	
MATERIALES					
1) Madera de pino para cimbra.		P.T.	127.000	1,000.00	127,000.00
2) Concreto F'c=300 kg/cm2, R.N., T.M.A. 20 mm., revestimiento de 10 cm.		M3	4.360	145,430.00	634,074.80
3) Varilla de refuerzo F'y=4200 Kg/cm2, de los siguientes diámetros.					
3.1) de 9.5 mm (3/8") de diámetro.		TON	0.049	1,150,000.00	56,350.00
3.2) de 12.7 mm (1/2") de diámetro.		TON	0.224	1,121,000.00	251,104.00
3.3) de 15.6 mm (5/8") de diámetro.		TON	0.091	1,114,000.00	101,374.00
3.4) de 19.1 mm (3/4") de diámetro.		TON	0.336	1,105,000.00	371,280.00
4) Alambre recocido del No.18		KG	20.380	2,200.00	44,836.00
5) Cable de acero trenzado tipo cobra de 3/4" de diámetro para estrobos.		M	5.230	12,113.00	63,350.99
6) Diésel		LT	7.780	406.00	3,158.68
					1,652,528.47
COSTOS UNITARIOS					
1) Habilitado, armado y colocación del acero de refuerzo en tabletas.		TON	0.680	210.60	143.21
2) Cimbra y descimbra en tabletas prefabricadas hechas en obra.		M2	10.240	10,999.46	112,634.47
3) Colado de concreto en tabletas prefabricadas hechas en obra.		M3	4.200	24,770.94	104,037.95
4) Curado a vapor de tabletas prefabricadas hechas en obra.		M3	4.160	14,911.88	62,033.42
5) Limpieza y acabado.		PZA	1.000	43,251.10	43,251.10
6) Manobras de patio.		TON	9.140	3,890.40	35,558.26
7) Fletes.		TON	9.140	28,930.58	264,425.50
8) Colocación de tabletas hasta 9.50 m. de longitud.		PZA	1.000	120,138.00	120,138.00
					742,221.91
COSTO DIRECTO					2,394,750.38
INDIRECTOS + UTILIDAD 31%					742,372.62
PRECIO UNITARIO:					3,137,123.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN			ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO	
CONCEPTO: SUMINISTRO, COLOCACION Y RETIRO DE MOLDE METALICO DE SECCION TRAPEZIAL CON PORTAJUNTAS PARA MURO COLADO EN SITIO DE 0.60 M. DE ESPESOR. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.			UNIDAD.	PZA/USO
			HOJA.	1/1
			CLAVE.	MCS-15
			FECHA.	AGOSTO DE 1991
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Molde metálico con portajuntas.	PZA	1.000	307,295.00	307,295.00
2) Grasa para cimbra.	LT	25.000	1,300.00	32,500.00
3) Estopa de segunda.	KG	2.500	2,813.00	7,032.50
				346,827.50
MANO DE OBRA				
1) Cabo	TUR	0.007	114,731.00	803.12
2) Maniobrista	TUR	0.070	82,846.00	5,799.22
3) Ayudante	TUR	0.070	58,848.00	4,119.36
				10,721.70
EQUIPO				
1) Grúa Link-Belt HC-68	HR	0.333	482,303.00	160,606.90
				160,606.90
HERRAMIENTA				
	M.O.	0.030	10,721.70	321.65
				321.65
				COSTO DIRECTO
				518,477.75
				INDIRECTOS + UTILIDAD 31%
				160,728.10
				PRECIO UNITARIO
				679,205.85

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN			ANALISIS DE PRECIO UNITARIO	
CONCEPTO: TROQUELES METALICOS EN CAJON, INCLUYE SUMINISTRO, COLOCACION, RETIRO Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.			UNIDAD.	PZA/USO
			HOJA.	1/1
			CLAVE.	MCS-16
			FECHA.	AGOSTO DE 1991
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MATERIALES				
1) Adquisición de elementos necesarios de acero.	KG	14.110	181.00	2,553.91
2) Material nuevo para adaptación de troqueles nuevos y usados.	KG	35.117	3,534.00	124,103.48
3) Quesos de madera de 50x60 cm. de diámetro.	PZA	1.000	29,700.00	29,700.00
4) Alambre recocido del No.18	KG	0.114	2,200.00	250.80
5) Clavo de 3"	KG	0.040	2,478.00	99.12
6) Canastillas.	KG	216.240	1,724.00	372,797.76
7) Acero para cunas.	KG	21.730	2,129.00	46,263.17
				575,788.24
MANO DE OBRA				
Carga y descarga de material.				
1) Maniobrista	TUR	0.0014	82,848.00	115.98
2) Ayudante	TUR	0.0054	58,848.00	317.78
Acarreo de quesos.				
1) Cabo	TUR	0.0013	114,731.00	149.15
2) Peón	TUR	0.0130	58,848.00	765.02
				1,347.93
EQUIPO				
Transporte de material de taller a obra, incluyendo readaptación.				
1) Trailer cama baja de 3 ejes, DINA 861-K1, 30 toneladas, (activo).	HR	0.0214	124,084.00	2,655.40
2) Trailer cama baja de 3 ejes, DINA 861-K1, 30 toneladas, (ocioso).	HR	0.0134	59,560.00	798.10
3) Autogrúa PETTIBONE MK-30 de 13.60 ton.	HR	0.0134	213,951.00	2,866.94
				6,320.44
COSTO UNITARIO				
1) Colocación de troqueles (incluyendo cargo por manejo de taller).	PZA	1.030	802,595.00	826,672.85
				826,672.85
			COSTO DIRECTO	1,410,109.46
			INDIRECTOS + UTILIDAD 31%	437,133.93
			PRECIO UNITARIO	1,847,243.39

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLÁN		PRESUPUESTO		
OBRA:		UNIDAD.	TRAMO 10.00 M.	
CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN SUBTERRÁNEO DEL METRO CON EL SISTEMA DE MUROS MILÁN COLADOS EN SITIO O "SISTEMA TRADICIONAL".		HQJA.	1/4	
		CLAVE.	"EN SITIO"	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PARTIDA I.				
BROCAL GUIA PARA ZANJA.				
MCS-4. Cimbra para brocales, incluye suministro de materiales y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	50.000	55,791.17	2,789,559.00
MCS-9. Concreto premezclado F'c=150 Kg/cm2, T.M.A. 20 mm., con cemento R.N., incluye acarreo, muestreo, colado, vibrado, desperdicio y equipo. En Brocales.	M3	6.800	203,362.66	1,382,866.00
MCS-6. Acero de refuerzo grado duro con límite de fluencia F'y=4200 Kg/cm2. Incluye suministro y acarreo en obra, habilitado, colocación, amarre, ganchos, traslapes y desperdicios. En brocal y losa superior.	TON	0.403	3,655,447.06	1,473,145.00
PARTIDA II.				
MURO MILÁN COLADO EN SITIO.				
MCS-1. Excavación en zanja por medios mecánicos, en cualquier zona, material tipo II y II-A, incluye suministro y colocación del lodo bentonítico, así como el acarreo del material producto de la excavación al primer kilómetro.	M3	144.000	322,814.65	46,485,310.00
MCS-7. Acero de refuerzo grado duro con límite de fluencia F'y=4200 Kg/cm2. Incluye suministro y acarreo en obra, habilitado, colocación, amarre, ganchos, traslapes y desperdicios. En muros Milán, losa de fondo y muro de acompañamiento.	TON	8.200	2,663,416.81	21,840,018.00
MCS-10. Concreto premezclado F'c=200 Kg/cm2, T.M.A. 20 mm., con cemento R.N., incluye acarreo, muestreo, colado, vibrado, desperdicio y equipo. Muros Milán, muro de acompañamiento, losa de fondo y superior.	M3	144.000	263,692.70	37,971,749.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		PRESUPUESTO		
OBRA:		UNIDAD.	TRAMO 10.00 M.	
CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON EL SISTEMA DE MUROS MILAN COLADOS EN SITIO O "SISTEMA TRADICIONAL".		HOJA.	2/4	
		CLAVE.	"EN SITIO"	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MCS-3. Acarreo en camión con carga mecánica del material producto de la excavación. Medido en el lugar. Kilómetros subsecuentes. (15 Kilómetros).	M3-KM	2,160.000	1,901.39	4,107,002.00
MCS-13. Suministro y colocación de banda de cloruro de polivinilo (P.V.C.) para juntas frías de construcción. Incluye todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos. En muros Milán colados en sitio y muros de acompañamiento.	ML	40.000	48,380.08	1,935,203.00
MCS-15. Suministro, colocación y retiro de molde metálico de sección trapecial con portajuntas para muro colado en sitio de 0.60 m. de espesor. Incluye todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA/ USO	6.000	679,205.85	4,075,235.00
PARTIDA III. EXCAVACION DEL NUCLEO.				
MCS-16. Troqueles metálicos en cajón. Incluye suministro, colocación, retiro y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA/ USO	12.000	1,847,243.39	22,166,921.00
MCS-2. Excavación del núcleo a cielo abierto entre muros colados en sitio o tablestacas, de 0.00 a 10.00 m. de profundidad. Incluye acarreo del material producto de la excavación al primer kilómetro.	M3	576.000	38,065.46	21,925,705.00
MCS-3. Acarreo en camión con carga mecánica del material producto de la excavación. Medido en el lugar. Kilómetros subsecuentes. (15 Kilómetros).	M3-KM	8,640.000	1,901.39	16,428,010.00
PARTIDA IV. PLANTILLA DE CONCRETO.				
MCS-8. Concreto premezclado F'c=100 Kg/cm ² , T.M.A. 20 mm., cn cemento R.N. In-	M3	7.560	182,887.48	1,382,629.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		PRESUPUESTO	
OBRA:	CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON EL SISTEMA DE MUROS MILAN COLADOS EN SITIO O "SISTEMA TRADICIONAL".	UNIDAD.	TRAMO 10.00 M.
		HOJA.	3/4
		CLAVE.	"EN SITIO"
		FECHA.	AGOSTO DE 1991

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
cluye acarreo, muestreo, colado, vibrado, desperdicio y equipo. En plantillas.				
PARTIDA V. LOSA DE FONDO.				
MCS-7. Acero de refuerzo grado duro con limite de fluencia $F_y=4200$ Kg/cm ² . Incluye suministro y acarreo en obra, habilitado, colocación, amarre, ganchos, traslapes y desperdicios. En muros Milán, losa de fondo y muro de acompañamiento.	TON	3.300	2,663,416.81	8,789,275.00
MCS-10. Concreto premezclado $F'c=200$ Kg/cm ² , T.M.A. 20 mm., cn cemento R.N. Incluye acarreo, muestreo, colado, vibrado, desperdicio y equipo. En Muros Milán, muro de acompañamiento, losa de fondo y superior.	M3	66.530	263,692.70	17,543,475.00
MCS-12. Suministro y colocación de banda de cloruro de polivinilo (P.V.C.) para juntas frías de construcción. Incluye todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos. En losa inferior y losa superior.	ML	8.000	47,676.56	381,412.00
MCS-11. Curado de concreto con membrana de base agua, en todos los elementos. Incluye suministro y aplicación de membrana y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	75.000	1,729.78	129,734.00
PARTIDA VI. LOSA TAPA.				
MCS-14. Suministro, Transporte y colocación de tableta prefabricada hecha en obra, con una sección de 0.55 x 0.94 m. y una longitud de 7.60 m. (9.14 toneladas). Incluye todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	PZA	11.000	3,137,123.00	34,508,353.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		PRESUPUESTO		
OBRA:		UNIDAD.	TRAMO 10.00 M.	
CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON EL SISTEMA DE MUROS MILAN COLADOS EN SITIO O "SISTEMA TRADICIONAL".		HOJA.	4/4	
		CLAVE.	"EN SITIO"	
		FECHA.	AGOSTO DE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
MCS-6. Acero de refuerzo grado duro con limite de fluencia F'y=4200 Kg/cm2. Incluye suministro y acarreo en obra, habilitado, colocación, amarre, ganchos, traslapes y desperdicios. En brocal y losa superior.	TON	0.855	3,655,447.06	3,125,407.00
MCS-10. Concreto premezclado F'c=200 Kg/cm2, T.M.A. 20 mm., cn cemento R.N. Incluye acarreo, muestreo, colado, vibrado, desperdicio y equipo. En Muros Milán, muro de acompañamiento, losa de fondo y superior.	M3	24.000	263,692.70	6,328,625.00
MCS-12. Suministro y colocación de banda de cloruro de polivinilo (P.V.C.) para juntas frías de construcción. Incluye todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos. En losa inferior y losa superior.	ML	10.000	47,676.56	476,766.00
MCS-11. Curado de concreto con membrana de base agua, en todos los elementos. Incluye suministro y aplicación de membrana y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	M2	96.000	1,729.78	166,059.00
		IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO:		7,255,412,458.00
(DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MILLONES, CUATROCIENTOS DOCE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.),				
DE ACUERDO AL IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO, SE OBTIENEN LOS SIGUIENTES COSTOS:				
LONGITUD DE 10.00 M.				\$ 255,412,458.00
LONGITUD UNITARIA (M.L.)				\$ 25,541,246.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		PRESUPUESTO	
OBRA:		UNIDAD.	TRAMO 319.19 M.
CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON EL SISTEMA DE MUROS MILAN PREFABRICADOS. PROPOSICION HECHA POR *CIMENTACIONES MEXICANAS, S.A. DE C.V.*		HOJA.	1/3
		CLAVE.	PREFABRICADOS
		FECHA.	DICIEMBRE'1991

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
01. Transporte, equipo, Instalación general del contratista y central de todos, incluye barda perimetral de la obra.	LOTE	1.00	448,844,627.00	448,844,627.00
02. Construcción del banco de prefabricación, equipado con puente grúa de 30 toneladas de capacidad.	LOTE	1.00	284,726,614.00	284,726,614.00
03. Desmantelamiento de las instalaciones de obra, transporte del equipo, demolición del banco de prefabricación y limpieza general de la obra.	LOTE	1.00	202,469,603.00	202,469,603.00
04. Cimbra y descimbra de tablestacas, Incluye suministro y colocación de anclas tipo "Arteón" y piezas de guleje.	PZA	216.00	2,202,358.00	475,709,328.00
05. Suministro y habilitado de acero F'y=4200 kg/cm2 para tablestacas.	TON	216.00	3,070,795.00	663,291,720.00
06. Suministro y vaciado de concreto premezclado F'c=200 kg/cm2, normal, en tablestacas, incluye vibrado, pulido y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	M3	2,476.00	359,881.00	891,065,356.00
07. Suministro y colocación de la junta "Water Stop" SOLETANCHE.	ML	1,833.00	147,287.00	284,705,771.00
08. Construcción de los brocales, incluyendo suministro de todos los materiales, así como todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	ML	650.00	434,636.00	282,513,400.00
09. Excavación en zanja de 0.82 m. con equipo Kelly. Para MURO MILAN.	M3	5,928.00	80,900.00	479,575,200.00
10. Preparación y colocación del fluido estabilizador a base de cemento-bentonita.	M3	4,483.00	232,185.00	1,040,885,355.00
11. Colocación de la tablestaca e inyección de la junta "Water-Stop" con lechada de cemento a una presión de 2 a 3 bars.	PZA	216.00	2,701,188.00	583,456,608.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		PRESUPUESTO		
OBRA:		UNIDAD.	TRAMO 319.19 M.	
CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON EL SISTEMA DE MUROS MILAN PREFABRICADOS. PROPOSICION HECHA POR "CIMENTACIONES MEXICANAS, S.A. DE C.V."		HQJA.	2/3	
		CLAVE.	PREFABRICADOS	
		FECHA.	DICIEMBRE 1991	
DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
12. Cimbra y descimbra de troqueles de concreto, incluye cables de izaje.	PZA	106.00	141,729.00	15,023,274.00
13. Suministro y habilitado de acero F'y=4200 Kg/cm2 para construcción de los troqueles.	TON	10.00	3,070,795.00	30,707,950.00
14. Suministro y vaciado de concreto premezclado F'c=250 Kg/cm2, resistencia normal, en troqueles. Incluye todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	M3	109.00	440,472.00	48,011,448.00
15. Excavación del núcleo del cajón a cielo abierto entre tablestacas prefabricadas en material tipo II y tipo II-A.	M3	18,633.00	28,485.00	530,761,005.00
16. Limpieza de los muros prefabricados después de la excavación a cielo abierto.	M2	4,480.00	20,217.00	90,572,160.00
17. Colocación de troqueles precolados en su primera etapa de troquelamiento. Longitud máxima de 10.35 m.	PZA	109.00	1,652,644.00	180,138,196.00
18. Suministro, colocación y retiro de troqueles de tubo de acero en el nivel inferior de troquelamiento. Longitud máxima de 10.35 m.	PZA	109.00	1,912,309.00	208,441,681.00
19. Plantilla de concreto premezclado F'c=100 Kg/cm2, T.M.A. 20 mm., revenimiento de 10 cm. Plantilla de 10 cm. de espesor.	M2	2,444.00	48,010.00	117,336,440.00
20. Suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo F'y=4200 Kg/cm2. En losa inferior.	TON	63.00	4,760,000.00	299,880,000.00
21. Suministro y colocación de banda de P.V. C. de 9" de ancho en juntas de colado. En losa inferior y losa superior (se considera a cada 9.00 m.).	M	572.00	52,889.00	30,252,508.00
22. Suministro y colocación de concreto premezclado F'c= 250 Kg/cm2, resistencia normal, T.M.A. 20 mm., revenimiento de 10cm. Vaciado en losa inferior. Incluye to-	M3	2,138.00	566,699.00	1,211,602,462.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN		PRESUPUESTO	
OBRA:	CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON EL SISTEMA DE MUROS MILAN PREFABRICADOS. PROPOSICION HECHA POR "CIMENTACIONES MEXICANAS, S.A. DE C.V."	UNIDAD.	TRAMO 319.19 M.
		HOJA.	3/3
		CLAVE.	PREFABRICADOS
		FECHA.	DICIEMBRE 1991

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
do lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.				
23. Curado del concreto de la losa inferior con membrana de base agua.	M2	2,444.00	3,432.00	8,387,808.00
24. Fabricación, transporte y colocación de losas prefabricadas de 0.15 x 1.02 x 2.70 m. Colocándolas en la losa superior.	PZA	715.00	472,148.00	337,585,820.00
25. Suministro, habilitado y colocación del acero de refuerzo F'y=4200 Kg/cm2, en losa superior.	TON	57.00	4,760,000.00	271,320,000.00
26. Suministro y colocación de concreto premezclado F'c=250 Kg/cm2, resistencia normal, T.M.A. 20 mm., revenimiento de 10 cm. Vaciado en losa superior. Incluye todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.	M3	1,684.00	566,699.00	954,321,116.00
27. Curado del concreto de la losa superior con membrana de base agua.	M2	2,695.00	3,432.00	9,249,240.00
				IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO: 9,980,834,690.00
(NUEVE MIL NOVECIENTOS OCHENTA MILLONES, OCHOCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS NOVENTA PESOS 00/100 m.n.)				
DE ACUERDO AL IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO, SE OBTIENEN LOS SIGUIENTES COSTOS:				
LONGITUD DE 319.19 M.				\$ 9,980,834,690.00
LONGITUD UNITARIA (M.L.)				\$ 31,269,259.00

De acuerdo a los costos por metro lineal de construcción del cajón subterráneo del Metro, obtenidos de los presupuestos anteriores, se pueden obtener los costos relativos entre ambos sistemas, tomando como índice uno la solución de Muros Milán colados en sitio.

	COSTO / M.L.	COSTO RELATIVO
Construcción del cajón subterráneo del Metro con el sistema de Muros Milán colados en sitio o "sistema tradicional"	\$ 25'541,246.00	1.000
Construcción del cajón subterráneo del Metro con el sistema de Muros Milán Prefabricados.	\$ 31'269,259.00	1.224

4.1.C. TIEMPO DE EJECUCION.

Toda construcción debe estar respaldada por un programa de obra, para que de esta manera se pueda conocer el tiempo que requiere la ejecución de cada concepto o partida, y consecuentemente el tiempo total de construcción; y así nos ayuda a organizar el suministro de materiales, mano de obra y equipo.

Cuando el método o proceso constructivo hace que un proyecto se construya en el menor tiempo posible, se dice que es el óptimo, obviamente, sin descuidar los aspectos de calidad de los trabajos, costo y seguridad.

Con respecto a la construcción del cajón subterráneo del Metro, se presenta a continuación la comparativa de tiempo entre dos sistemas de construcción a través de los dos programas de obra siguientes:

PROGRAMA DE OBRA 1: Esta hecho en base al programa que presentó "Cimentaciones Mexicanas, S.A. de C.V." anexo al presupuesto referente a la "Construcción del cajón subterráneo del Metro con el empleo de muros Milán Prefabricados, tramo Aculco-Escuadrón 201."

PROGRAMA DE OBRA 2: Esta hecho en base al programa que presentó "Obras y Proyectos, S.A. de C.V." para la "Construcción del cajón subterráneo del Metro con el sistema de muros Milán colados en sitio o sistema tradicional, en el tramo Buenavista-Guerrero, correspondiente a la línea B del Metro"

Cabe aclarar que únicamente se están tomando los conceptos más representativos de los programas originales; además, son los conceptos que aparecen en los presupuestos que se presentan en esta tesis para ambos sistemas.

PROGRAMA DE OBRA 1.

LINEA 8 DEL METRO.

CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON
EL EMPLEO DE MUROS MILAN PREFABRICADOS.
TRAMO ACULCO-ESCUADRON 201. CAD. 7+845.809 AL CAD. 8+165.000



No.	CONCEPTO	S E M A N A S																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.	INSTALACION GENERAL DE OBRA.	■	■																					
2.	CONSTRUCCION DEL BANCO DE PREFABRICACION.	■	■																					
3.	PREFABRICACION DE LOS MUROS MILAN.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
4.	CONSTRUCCION DE LOS BROCALES.		■	■	■	■	■	■	■															
5.	EXCAVACION DE LA ZANJA CON EL EQUIPO KELLY.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
6.	COLOCACION DE LAS TABLESTACAS.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
7.	EXCAVACION DEL NUCLEO A CIELO ABIERTO.					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8.	COLADO DE LA LOSA DE FONDO Y LOSA TAPA.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9.	LIMPIEZA DEL CAJON DEL METRO.																	■	■	■	■	■	■	■

NOTA : LA LONGITUD DEL TRAMO ES DE 320.00 M.

PROGRAMA DE OBRA 2.

LINEA B DEL METRO.

CONSTRUCCION DEL CAJON SUBTERRANEO DEL METRO CON EL SISTEMA
DE MUROS MILAN COLADOS EN SITIO O "SISTEMA TRADICIONAL"
TRAMO BUENAVISTA-GUERRERO.



No.	CONCEPTO	M E S E S												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	PRELIMINARES.	█	█	█										
2.	CONSTRUCCION DE LOS BROCALES.	█	█	█	█	█								
3.	CONSTRUCCION DE LOS MURO MILAN.	█	█	█	█	█								
4.	EXCAVACION DEL NUCLEO.			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5.	CONSTRUCCION DE LA LOSA DE FONDO.					█	█	█	█	█	█	█	█	█
6.	CONSTRUCCION DE LA LOSA SUPERIOR.					█	█	█	█	█	█	█	█	█
7.	LIMPIEZA DEL CAJON DEL METRO.									█	█	█	█	█

NOTA: LA LONGITUD DEL TRAMO ES DE 500.00 M.

Analizando ambos programas de obra, se obtiene lo siguiente:

Sistema: Muros Milán Prefabricados.

Longitud del tramo: 320.00 m. aprox.

Tiempo de ejecución: 6 meses aprox. (180 días)

Rendimiento promedio: 320.00 m. / 180 días = 1.80 m. / día

Sistema: Muros Milán colados en sitio o "sistema tradicional"

Longitud del tramo: 500.00 m. aprox.

Tiempo de ejecución: 13 meses aprox. (390 días)

Rendimiento promedio: 500.00 m. / 390 días = 1.30 m. / día

De acuerdo a lo anterior, se puede ver claramente que el sistema de construcción que emplea los muros Milán Prefabricados es más rápido, ya que el tiempo de ejecución se reduce en un 27%.

4.1.D. FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD DEL SISTEMA DE PREFABRICADOS

La funcionalidad del sistema resulta óptima en cuanto a la calidad de los trabajos se refiere, ya que éstos tuvieron buenos resultados en la construcción del cajón subterráneo del tramo Aculco-Escuadrón 201.

La funcionalidad de un sistema o proceso de construcción no sólo radica en la buena calidad de los trabajos, sino también en la aplicación del mismo en otras condiciones de trabajo. En el caso particular del sistema de prefabricados, éste no es funcional cuando el nivel máximo de excavación del cajón es mayor a 12.00 m. a partir del nivel del terreno natural (N.T.N.), ya que la tablestaca tendría una longitud mayor a los 15.00 m. y sería muy difícil o imposible las maniobras de colocación. Cuando en el proyecto se indique una profundidad mayor a los 12.00 m. a partir del N.T.N., es recomendable y factible aplicar el método tradicional, es decir, Muros Milán colados en sitio.

Por otro lado, la seguridad del personal es un aspecto que se debe tomar en cuenta en cualquier proceso de construcción. Sin embargo, hay procesos en los que la probabilidad de ocurrencia de accidentes es mayor.

Comparativamente hablando, el sistema de Muros Milán colados en sitio presenta mayor riesgo para los trabajadores que en el sistema de prefabricados. Esto debido a que en el segundo hay una organización más estricta de todas las actividades, así también se reduce el número de maniobras

en la colocación de los muros prefabricados; siendo que en el método tradicional, por ejemplo, al momento de colar la tablestaca se encuentra un número considerable de personal y equipo que hace más engorroso el desarrollo de las actividades.

4.2. FACTIBILIDAD DE USO DE LOS MUROS MILAN PREFABRICADOS EN LA CONSTRUCCION DEL METRO EN MEXICO.

En México, la experiencia en la construcción con el uso de elementos prefabricados es mínima, sin embargo, el uso de estos elementos es más común día a día, solucionando un sinnúmero de problemas que se presentan en la construcción.

Gracias a la inquietud de la "Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, del D.D.F." de poner a prueba un tramo de la construcción del cajón del Metro a base de Muros Milán Prefabricados, se pudieron observar y sentir los resultados satisfactorios de este sistema, asimismo se ve la factibilidad de seguir utilizando tal procedimiento en la construcción de las próximas líneas del Metro de la Ciudad de México.

La factibilidad de uso de este sistema, está basada en los buenos resultados que se obtuvieron en cuanto a la calidad de los trabajos en todos sus aspectos. Si bien, el costo por longitud unitaria es más caro que por el método tradicional, este porcentaje se puede ir abatiendo cuanto mayor longitud tenga el tramo a construir, ya que la diferencia que existe en el costo se debe a que los gastos de instalación y maquinaria son absorbidos en tan sólo 319.19 m.

A pesar de la restricción que tiene, en la cual el nivel máximo de excavación no debe exceder de 12.00 m. , tiene muchas posibilidades de utilizarse, ya que la profundidad promedio de excavación para el cajón del Metro es la que requiere este sistema.

Por lo tanto, es correcto decir que México está entrando a una nueva y venturosa etapa en el campo de la construcción, particularmente en la "Obra Metro".

CONCLUSIONES

A) El procedimiento constructivo de los Muros Milán Prefabricados presenta varias ventajas, entre las cuales destacan las siguientes: una mayor limpieza de la obra, mejor calidad del muro terminado, reducción del número de maniobras, las filtraciones a través de los muros son nulas, las filtraciones hacia el cajón en la unión de los muros es mínima gracias a la junta "Water Stop". Esta calidad de los trabajos que se obtiene hace que el método sea el óptimo en este aspecto.

B) Una de las ventajas del sistema de prefabricados, es cuando se presentan "caldos o cavernas" en la zanja; por el método tradicional el concreto cubre todo el volumen de la zanja, incluyendo los caldos, caso que no se presenta en el método a prueba, ya que las tablestacas precoladas ocupan únicamente el volumen necesario, por lo que no existen excedentes de concreto, solamente de lodo bentonítico autofraguante.

C) Otra ventaja constructiva del sistema de prefabricados es la nivelación, calzado y centrado de las tablestacas a través de su sistema de fijación, caso que no ocurre en el sistema tradicional, ya que como el colado se lleva a cabo en el sitio, no se puede definir el nivel ni dar el acabado que requiere el cabezal de la tablestaca y por lo tanto es necesario que después de la excavación del núcleo se haga la demolición y afine del cabezal o parte superior del muro, y esto repercute en el costo y programa de obra.

D) Cuando el desplante del cajón del Metro es tan grande o profundo, se requiere de un mayor peso en la estructura para contar así con una cimentación compensada y evitar el fenómeno de flotación. En este caso, a los muros tablestaca se les agrega un muro de acompañamiento para así obtener el peso requerido.

En mi opinión, considero que cuando la estructura requiere muros de acompañamiento es factible utilizar el sistema tradicional: Es factible porque así el espesor total de ambos muros de concreto es de aproximadamente 1.20 m. y por lo tanto se reduce el grado de filtración; y la adherencia de ambos muros es mayor, debido a la rugosidad que adquiere el muro tablestaca al ser colado en sitio; además, se obtiene un acabado aceptable del muro de acompañamiento ya que éste es cimbrado de una cara.

Asimismo, el uso del sistema de prefabricados esta restringido para estos casos, en el que el desplante del cajón del Metro es mayor de 12.00 m., aún cuando no requiera del muro de acompañamiento; esto debido a que las tablestacas deberán tener una longitud mayor a 15.00 m. y sería muy difícil o imposible colocarlas.

E) En cuanto al costo del muro Milán para el cajón del Metro, considerando únicamente lo que es el cajón, se ha observado que el Muro Milán Prefabricado es del orden del 22.4% más caro que el colado en sitio. Cabe mencionar que la relación fué hecha considerando costos del mes de Agosto de 1991, para el caso de los Muros Milán colados en sitio; y en el caso de los prefabricados los costos corresponden al mes de Diciembre de 1991.

Muros Milán Prefabricados (MMP)	\$ 31.27 millones / M.L.
Muros Milán colados en sitio (MCS)	\$ 25.54 millones / M.L.

$$\text{Relación MMP / MCS} = 31.27 / 25.54 = 1.224$$

Es importante mencionar que los costos del Muro Milán Prefabricado son más altos debido a que los gastos de instalación y maquinaria son absorbidos en tan sólo 319.19 m.

F) Por lo que se refiere al tiempo de ejecución, el método a prueba resulta ser el óptimo, ya que se ahorra un 27% de tiempo con respecto al método tradicional.

G) En general, el proceso de construcción del cajón subterráneo del Metro con el empleo de Muros Milán Prefabricados presenta mayores ventajas que el método tradicional dentro de ciertas condiciones, por lo que es una nueva solución que tiene muchas posibilidades de seguirse utilizando en las próximas líneas subterráneas del Metro de la Ciudad de México.

DEFINICION DE TERMINOS

ADEME.- Elementos de soporte usados en excavaciones o perforaciones para garantizar la estabilidad de las paredes durante el tiempo necesario para la construcción. En ocasiones se denomina con este término al soporte que se proporciona por medio de lodo bentonítico o agua a pozos y trincheras.

ADITIVO SUPERFLUIDIFICANTE.- Se refiere al aditivo para concreto, de consistencia líquida, que permite el incremento de fluidez del concreto del 80% al 95%, disminuye la segregación y el sangrado, aumenta la resistencia a la compresión y a la flexión a todas las edades, reduce las contracciones, agrietamientos y permeabilidad; además, facilita la colocación del concreto.

ALMEJA.- Cucharón de quijadas automáticas de una draga que se utiliza para manejar materiales sueltos como tierra, arena, grava, piedra triturada y para excavar o sacar material de lumbreras, pozos de visita, alcantarillas, zanjas con ataguas, zanjas para muro Milán, etc.

ANCLAS.- Elementos estructurales que incrustados en roca, ahogados en concreto, o unidos a una estructura metálica sirven de apoyo para transmitir esfuerzos y/o evitar derrumbes.

APUNTALAMIENTO.- Armado y colocación de soportes para asegurar temporalmente una construcción.

ARCILLA.- Tipo de suelo que está formado por partículas muy finas, es de baja resistencia a la compresibilidad, impermeable y plástica.

ATARJEA.- Conducto que recibe las descargas domiciliarias de aguas residuales, así como los escurrimientos pluviales captados por obras especiales.

BASALTO.- Roca de origen volcánica, negra o verdosa, muy dura y a veces de estructura prismática.

BOMBEO.- Acción de extraer o trasegar agua u otro líquido por medio de una bomba.

BROCAL.- Elemento de concreto armado en forma rectangular o de ángulo recto que protegen los bordes de la excavación y sirven de guía a las herramientas de excavaciones para muros tablestacas y lumbreras.

CADENAMIENTO.- Valor determinado por distancias obtenidas en campo sobre los puntos preestablecidos.

CAIDOS O CAVERNAS.- En la excavación de una zanja: Material que se desprende de las paredes de la zanja y deforma la geometría de la misma.

CAJON.- Tajo en el terreno para una obra civil.

CALZAR.- introducir una cuña de material adecuado bajo un puntal, troquel, andamiaje o cualquier elemento para tener apoyo firme.

CARCAMO.- Estructura o lugar que permite la captación de cualquier líquido y así poderlo extraer con facilidad, ya sea manualmente o por bombeo.

CIMBRA.- Estructura de madera que sirve de molde para colar concreto.

COLADO.- Colocación de concreto hidráulico en un molde.

COMPACTACION.- Operación mecánica para reducir el volumen de partículas sólidas de un material, con el objeto de aumentar su peso volumétrico y su capacidad de carga.

COTA.- Número que en los planos y mapas indica la altura a que se halla un punto con respecto al nivel del mar u otro punto ya establecido.

CUENCA.- Zona territorial que se encuentra rodeada de cerros o montañas.

CURADO.- Aplicación a las superficies expuestas del concreto hidráulico, de agua, materiales húmedos o películas impermeables para evitar que se evapore el agua interna de mezclado, y lograr así la completa hidratación de los compuestos del cemento Portland.

DESPLANTE.- Superficie sobre la cual se asienta una estructura.

DIAFRAMA.- Boca de la estructura que permite el paso del aire y la luz. En el diafragma se apoya la rejilla de ventilación para el cajón subterráneo del Metro.

DUCTO.- Conducto tubular abierto o cerrado, destinado a alojar tuberías, alambres y cables.

EJE DE TRAZO.- Línea virtual que sirve de apoyo para dar posición a los ejes de construcción de la obra civil y electromecánica.

ENTONGAR.- Apilar o acomodar.

ESLINGA.- Cable o cuerda de cualquier material provista de ganchos para levantar pesos.

ESTABILIZACION DE SUELOS.- Incorporación a un suelo de un determinado producto para disminuir su plasticidad y/o aumentar su resistencia.

EXCAVACION.- Remoción y extracción de materiales para desplantar o alojar una estructura.

F_c- Resistencia que tiene el concreto a los esfuerzos de compresión.

FLUIDO ESTABILIZADOR.- Se denomina con este termino al fluido capaz de absorber los empujes del terreno dentro de una zanja, pozo o trinchera; y así garantizar la estabilidad de las paredes durante el tiempo necesario para la construcción.

FRENTE DE TRABAJO.- Tramo o parte de una obra donde se efectúan diferentes trabajos programados.

F_y- Resistencia que tiene el acero a los esfuerzos de tensión.

GRUA.- Máquina que sirve para levantar pesos y llevarlos de un punto a otro, dentro del círculo que su brazo describe o del movimiento que puede tener.

HINCAR.- Clavar en el terreno estacas, pilotes, tablestacas u otra estructura prefabricada.

JUNTA FRIA.- Unión de un concreto nuevo con un concreto viejo.

JUNTEAR.- En albañilería, unir o juntar con mortero.

LIGNOSULFATO.- Aditivo para concreto que retarda el fraguado de éste, y así es posible poderlo manejar por más tiempo.

LIMPIEZA.- Conjunto de trabajos realizados en el interior y áreas exteriores de una obra para desalojar los materiales sobrantes y los escombros resultantes, incluyendo el aseo final para la entrega de la obra.

MADRINA.- Viga o trabe horizontal para apoyar o rigidizar los elementos verticales o longitudinales de una estructura de soporte o contención.

MERLON.- Fragmento del total de la zanja que permite el hincado de los muros Milán.

METRO.- Contracción convencional de Metropolitano, con el que se designa el sistema de transporte colectivo del tren metropolitano.

MOLDE.- Parte de la cimbra que recibe directamente el concreto hidráulico y que está en contacto con él; puede ser de madera, metal u otro material. En la prefabricación: formas de madera, metal u otro material que sirven para la fabricación de piezas de concreto hidráulico.

MORTERO.- Combinación de cemento o cal con arena y agua, sirve para aplanar, pegar tabique, resanes y otros usos. A veces se le llama mezcla.

MURO MILAN.- Muro de contención de concreto armado, colado en sitio, en una trinchera excavada mediante una cuchara doble (tipo almeja) y estabilizada con lodo bentonítico.

NIVEL FREÁTICO.- Nivel del agua subterránea.

OBRA METRO.- Conjunto de trabajos civiles y electromecánicos cuya finalidad es la construcción del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

OBRAS INDUCIDAS.- Conjunto de actividades programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan para llevar a cabo la construcción de las obras del Metro, las cuales se podrán desarrollar en forma independiente o paralela a las obras.

PATEO.- Desplazamiento de una estructura en su parte inferior cuando está sujeta a fuerzas horizontales.

PERFIL.- Corte vertical y acotado que se da como complemento del plano para poder apreciar mejor el relieve del terreno.

PERFIL ESTRATIGRAFICO.- Corte del terreno que muestra la sucesión y la forma de las capas geológicas.

PLANTILLA.- Capa de pedacería de ladrillo, de grava, de concreto hidráulico simple, etc., que convenientemente tendida y compactada, sirve de base a cimientos, tuberías y ductos.

PLOMO O PLOMADA.- Herramienta formada por un pedazo de plomo u otro metal pesado que sirve para determinar la vertical.

POLIN.- Barra de madera de 10 x 10 cm o 15 x 15 cm. de sección y de diferentes longitudes.

PRECARGA EN PUNTALES Y TROQUELES.- Presión que se le aplica a los puntales y troqueles una vez que han sido colocados apoyando una estructura de contención, con el fin de resistir los empujes y de evitar los desplazamientos.

PUNTEO.- Marco de madera enterrado en el suelo que sirve para colocar los hilos para trazos sobre el terreno.

PUNTEO.- Estructura diseñada para salvar un claro, ya sea en forma provisional o definitiva.

PUNTAL.- Elemento con resistencia a cargas de compresión longitudinal con que se sostiene una pared o parte de un edificio para asegurar su estabilidad temporalmente.

SONDEO.- Reconocer por medio de la sonda o perforación representativa la naturaleza o tipo de suelo de un terreno.

SUELO.- Superficie de la corteza terrestre. Partículas de material que, formando parte de la corteza terrestre, se agrupan sin cementación estable, y cuyos tamaños están comprendidos entre las gravas y los coloides (de 75 mm a 2 micras).

TABLESTACADOS.- Estructuras formadas por tabloncillos de madera, machihembrados o no, por perfiles metálicos especiales o por piezas de concreto reforzado, que se hincan en el terreno para formar paredes de ataguas o de contención de tierra en trabajos de cimentación o de otra índole, o bien, como defensa contra corrientes de agua.

TABLETA.- Elemento constructivo precolado.

TABLON.- Es una tabla gruesa de diferentes longitudes

TALUD.- Superficie inclinada o vertical de un corte, de un terraplén o de un muro.

TERRACERIAS.- En una obra vial, movimiento de tierras que comprende cortes y terraplenes, hasta el nivel de la subrasante.

TOBA.- Piedra caliza muy ligera.

TRAMO.- Porción de una obra o construcción comprendida entre dos puntos determinados.

TRANSITO.- Aparato de topografía que sirve de herramienta para poder hacer los trazos de un proyecto sobre el terreno.

TRAZO.- Acción de materializar la posición de una o más líneas. Conjunto de estacas, mojoneras, señales o marcas, colocadas en el terreno, que sirven para indicar líneas, ejes, trazas, elevaciones y referencias de la obra.

TROQUEL.- Elemento con resistencia a fuerzas horizontales o empujes de compresión longitudinal con que se sostiene una pared, muro o parte de un edificio para asegurar su estabilidad temporalmente.

VIBRADO.- Producir vibraciones en el concreto al momento de colarse, con el fin de eliminar todas la burbujas de aire que contenga, y así obtener un concreto más compacto y con una mejor calidad.

Las vibraciones se producen con un equipo mecánico provisto de una manguera que tiene una barra de acero en la punta, y es la que penetra al concreto.

BIBLIOGRAFIA

- *1.- **MANUAL DE DISEÑOS GEOTECNICOS.**
 - 1.1. Vol. I. Estudios Geotécnicos, diseño del Metro en cajón.
- *2.- **REVISTAS: CONSTRUCCION DEL METRO, CIUDAD DE MEXICO.**
 - 2.1. Características geológicas y geotécnicas del Valle de México.
- *3.- **PROGRAMAS.**
 - 3.1. Programa Maestro del Metro.
 - 3.1.1. Versión completa.
 - 3.1.2. Versión abreviada.
- *4.- **ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL METRO DE LA CIUDAD.**
 - 4.1. Volumen I. Generalidades, terminología, proyecto.
 - 4.2. Volumen II. Construcción e instalación civil y electromecánica.
 - 4.3. Volumen III. Calidad de materiales, de equipo y sistemas.
- 5.- **PROCESO CONSTRUCTIVO MURO MILAN PREFABRICADO.**

Emitido por "Cimentaciones Mexicanas, S.A. de C.V."
Patente: Soletanche.
- 6.- **PROYECTO (PLANOS, ESPECIFICACIONES, BOLETINES)**

Emitido por "Cimentaciones Mexicanas, S.A. de C.V.", para el tramo Aculco- Escuadrón 201, cad. 7+845.809 al cad. 8+165.000.
- 7.- **Tesis: ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS SISTEMAS DE MURO MILAN Y EL DE MUROS PREFABRICADOS PARA LA CONSTRUCCION DEL CAJON DEL S.T.C. (METRO) LINEA 9.**

Autor: Dominguez Chevan, Alfonso. 1990.