

24
113

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACION HANGARES, LINEA 5 DEL METRO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA
MIGUEL ANGEL MARTINEZ CORONA
MEXICO, D. F. 1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AYBENMA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-3

Al Pasante señor MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ CORONA,
P r e s e n t e ,

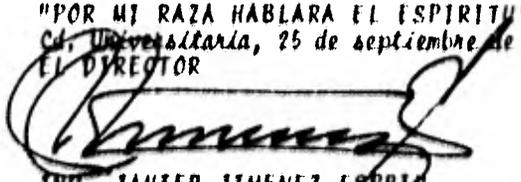
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Emilio Gil Valdivia, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL,

"PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACIÓN HANGAPES
LINEA 5 DEL METRO"

- I. Introducción,
- II. Proyecto,
- III. Obras preliminares.
- IV. Procedimiento constructivo.
- V. Control de hundimientos.
- VI. Presupuesto y programas.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional) así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado,

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universidad, 25 de septiembre de 1980
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPINO

JJE/OBLH/ser

I N D I C E

- I.- INTRODUCCION
- II.- PROYECTO
 - II.1.- ARQUITECTONICO
 - II.2.- ESTRUCTURAL
- III.- OBRAS PRELIMINARES
- IV.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
- V.- CONTROL DE HUNDIMIENTOS
- VI.- PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS
- VII.- BIBLIOGRAFIA

I.- INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

El departamento del Distrito Federal a través de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano y en conjunto con ISTME, ha desarrollado un plan maestro para ampliación de las líneas actuales del Metro y Construcción de nuevas líneas.

Este plan maestro contempla que para el año 2010 se tengan ejecutadas un total de 21 líneas de Metro, con un desarrollo de 440 kms., 450 trenes completos en operación y un movimiento de varios cientos de miles de pasajeros por día.

Actualmente se encuentran operando las siguientes líneas:

- 1.- Línea 1, con una longitud de 16.99 kms. subterránea totalmente, con 18 estaciones, dos de las cuales son de transferencia.
- 2.- Línea 2, con una longitud de 18.82 kms. subterránea -- desde la estación Tacuba hasta la estación Pino Suarez con 9.2 kms. y superficial desde dicha estación hasta la terminal Taxqueña, contando esta línea con un total de 21 estaciones, dos de las cuales son de transferencia.
- 3.- Línea 3 con 5.71 kms. totalmente subterránea y que consta de 7 estaciones teniendo dos estaciones de transferencia.

LINEA 5

Será una importante comunicación Oriente Poniente, entre la colonia Pantitlán, colindante con Cd. Netzahualcoyotl y la zona Industrial Vallejo, debido a que se ha detectado un gran número de personas que tienen su origen-destino en dichos extremos y que emplean de 4 a 5 horas diarias en su desplazamiento pendular vivienda-trabajo.

Cubre una longitud de 16.8 kms. desde la Av. Hangeres, que limita la zona del Aeropuerto, tema del trazo del circuito interior, abandonándola antes de llegar a la glorieta la Raza, continúa por la Av. de los 100 Metros hasta el Instituto Mexicano del Petróleo. Como en otras líneas también está prevista su ampliación hacia los municipios Metropolitanos del Estado de México.

De la descripción anterior se deducen las siguientes observaciones:

- Se comunican grandes núcleos habitacionales, con importantes centros de trabajo.
- Las líneas se ubican en corredores tradicionales de transporte colectivo y con la alta diversificación de actividades.
- El 67% de la línea está en zonas en las que el ingreso familiar es menor a \$5,000.00 mensuales (1979)
- El 60% de la longitud total corresponde a zonas cuya densidad es mas de 250 habitantes por hectarea que es de las más altas de la ciudad.

El resultado de la operación del sistema, se aprecia al observar los porcentajes con los que participarán en

da uno de los medios de transporte en el total de viajes/ - persona/día, que se generan en el área metropolitana.

Por otra parte, los beneficios indirectos y sociales también muy importante son prácticamente incalculables.

ESTACION HANGARES:

Es una estación subterránea del tipo de las existentes, se encuentra localizada en segundo lugar de la dirección Oriente - Poniente, ver fig. I.1 sobre la Av. Mangares, entre las estaciones Pantitlán y Terminal Aerea.

Observaciones:

Es una estación cuya construcción fué bastante difícil, ya que su principal problema, fué el subsuelo y por estar ubicada en la zona del lago de Texcoco, cuya resistencia al corte es muy baja y por ende su capacidad de carga.

Un ejemplo claro de estos problemas fué que no se puede construir la zona de galería de cables, ubicada en la parte más baja de la estación, principalmente por que se tuvieron fuertes principios de fallas de taludes, este ejemplo se verá con más detalle y otros más durante el desarrollo de esta tesis.

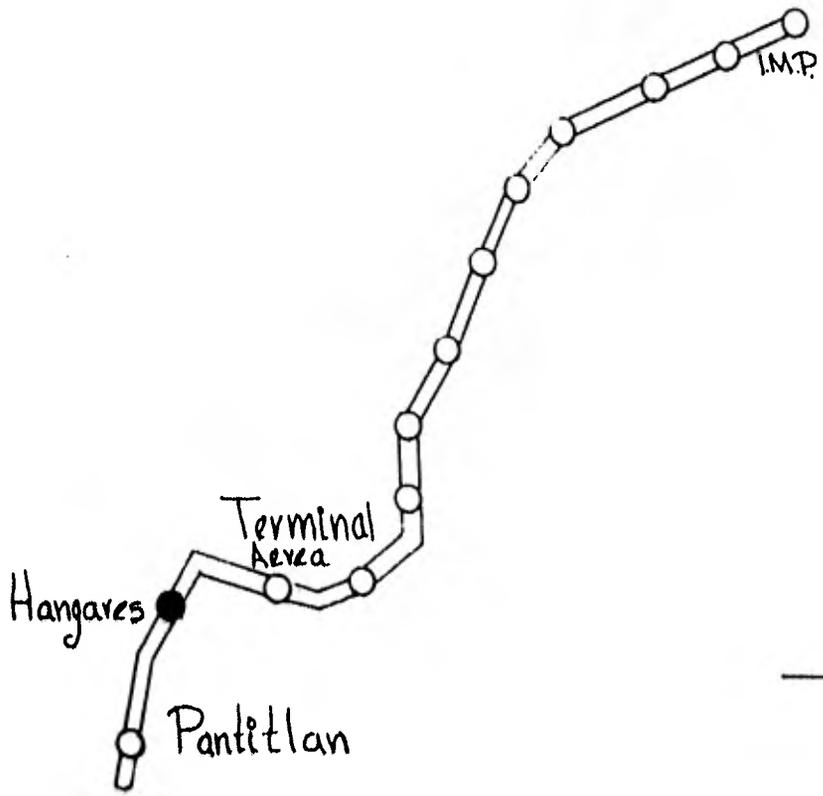


Fig. 1.1

II.- PROYECTO

. II.1 ARQUITECTONICO

II.2 ESTRUCTURAL

II.1 PROYECTO ARQUITECTONICO

El proyecto de la estación Hangares se hizo de acuerdo a las necesidades del lugar en particular, ya que hubo que tomar en cuenta la ubicación, por una parte, ya que colinda con el Aeropuerto de la Ciudad de México, cercano al área de aproximación y por otra parte el tipo de subsuelo, etc.

La estación Hangares es de tipo subterráneo como las existentes, consta de: Andén, vestíbulos y pasarela, además esta estación va a contar con un paradero de autobuses.

La estación como se muestra en la fig. II.1.1 tiene una longitud sobre su eje de 150 m. y una área de 4500 mts.² cuya capacidad será de 10,000 personas aproximadamente.

A.- ZONA DE ANDENES

Esta zona de andenes que forma parte de la vía del metro, es la zona en la cual el público aborda los trenes o desciende de ellos.

En el proyecto de las secciones tipo de las estructuras subterráneas para el metro, se ha considerado como punto de partida el galibo especificado, para el equipo rodante sobre neumáticos y las dimensiones mínimas requeridas por los sistemas de vías y balasto, así como por las instalaciones eléctricas del sistema y por la capacidad máxima de un tren para el proyecto de los andenes,

Su longitud es de 153.40 mts., determinada en función de la de un tren constituido por nueve carros, el an--

cho es de 13.50 mts., de estos 5.50 m. son ocupados por las dos vías situadas en el centro y dos andenes o banquetas laterales de 4.00 mts. cada una, en las cuales se verifica el ascenso y descenso de pasajeros, así la capacidad máxima de cada tren es de 1500 pasajeros aproximadamente.

B.- ZONA DE VESTIBULOS

Esta es una zona variable acorde a las colindancias, tipo de estación, de los anchos de las calles y avenidas y de los problemas particulares que presentan cada una de las estaciones.

B.1. Escaleras de Acceso

Son los elementos que comunican al interior o exterior de la estación.

B.2 Vestibulos

Son las áreas subterráneas que se encuentran entre los andenes y las escaleras de acceso y donde se encuentran alojados los controles de entrada y salida de pasajeros.

Estos controles son: taquillas

- a) Taquillas: son elementos para la venta de boletos y que pueden ser uno o más dependiendo de la importancia de la estación.
- b) Torniquetes de entrada: son elementos que en su parte exterior, son del tipo que conocemos en los supermercados, pero con la diferencia que en la parte superior tiene una cabeza lectora que es la que determina si el boleto introducido es bueno o falso.

- c) Portillones: Son unas puertas metálicas que se accionan automáticamente a la llegada del tren, es con el objeto de que únicamente asciendan al tren las personas que se encuentran en el andén
- d) Cuartos de servicio: Contienen todos aquellos elementos que operan a la estación y son:
- 1.- Sub-estación eléctrica para el alumbrado normal y de emergencia.
 - 2.- Cuarto de operación
 - 3.- Cuarto de servicio técnico
 - 4.- Cuarto de extracción de aire
 - 5.- Cuarto de aseo
 - 6.- Cuarto de máquinas
 - 7.- Cuarto de sanitarios

C.- ZONA DE PASARELA

Son elementos que comunican a los vestíbulos norte con el vestíbulo sur y viceversa, estas son las escaleras que pasan por debajo de la zona de andenes, además cuenta con un cárcano en la parte central y está constituido por otros elementos como son columnas, trabes, contratrabes, -- etc.

INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Tenemos además de los conceptos ya descritos, elementos complementarios que son:

A.- Ventilación:

El paso continuo de los trenes y muy especialmen-

te las fricciones desarrolladas en los sistemas de frenaje del mismo, origina una considerable cantidad de energía calorífica, ésto aumentado al calor provocado por la concentración de pasajeros, hace que haya temperaturas elevadas; para evitar ésto se tienen tomas de aire y extracción de aire caliente, esta última se encuentra localizada en la zona de andén donde se provoca el máximo calor, se han conectado una serie de rejillas conectadas a un ducto, a través del cual un extractor de aire caliente, obligará a este a salir al exterior.

B.- Drenaje:

El metro es una galería subterránea desde el punto de vista de la obra civil y que requiere entre otras condiciones que permanezca seca, ya que la galería puede llegar a convertirse en un drenaje de aguas freáticas, o de aguas provenientes de lluvia y que en caso extremo impedirían el paso del tren por inundación.

Se ha provisto colocar a todo lo largo de la línea una canleta para drenaje, la cual descarga por tramos en cárcamos donde son bombados a los colectores previamente construidos.

C.- Cárcamos:

La estación cuenta con tres cárcamos localizados en la cabecera de la estación Oriente y Poniente y una mas en la zona mas baja de la pasarela, cada uno tiene una capacidad de 16.45 m³. El sistema de bombeo cuenta con reserva de bomba para el caso de una falla.

D.- Banquetas y Nichos de Seguridad:

Se cuenta con banquetas adosadas a los muros

por las cuales pueden transitar y llegar a la estación mas cercana, en caso de una falla que obligará a los pasajeros a bajarse del tren, además sirve para el mantenimiento de vía y estructura.

Los nichos son unas hoquedades rectangulares - de una profundidad de 0.40 m., un ancho de 1.50 m. y -- una altura de 2.00 m. aproximadamente y sirven para alojar herramientas de mano, máquinas pequeñas e inclusive personal; se sitúan a ambos lados del túnel y espacia--dos a cada 50.00 m. en promedio.

11.2 PROYECTO ESTRUCTURAL

En este capítulo se dará a conocer de manera muy somera el procedimiento de análisis de la Estación Hangeres y los procedimientos constructivos de los elementos estructurales así como las especificaciones que se requieren cumplir para obtener una mejor calidad.

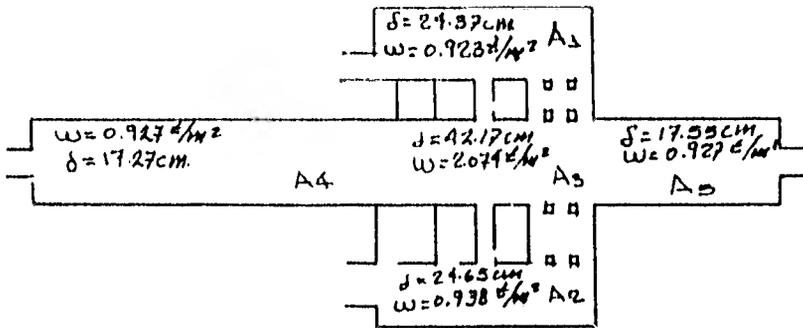
Primero se hablará del tipo de cimentación, que dadas las características del subsuelo, las condiciones en que se ubica, la mejor alternativa es cimentación compensada, para poder diseñar este tipo de cimentación hay que conocer el volúmen de tierra que se va a excavar, así como su peso volumétrico ($m^3 \times ton/m^3$) en cada estrato del terreno natural, su cohesión, su ángulo de fricción interna y el espesor del estrato, conociendo estas propiedades podemos conocer la sobrecompensación necesaria; este paso se ilustra en la siguiente figura y los resultados obtenidos en dicha estación y la fórmula es:

$$SC = \gamma H - We$$

siendo:

- ϕ = Ang. de fricción int.
- γ = peso vol. del material
- C = cohesión del suelo
- H = espesor del estrato
- SC = sobrecompensación
- We = peso estructura

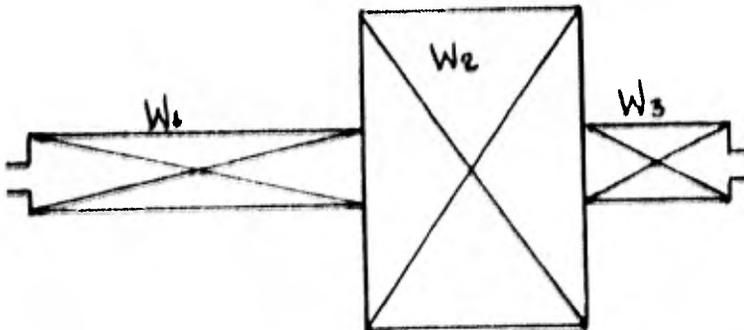
Enseguida se calculan las expansiones por medio de Marnal y Mazari que nos servirán para encontrar el peso que se necesita para evitar estas, haciendo para ello una identificación de Áreas de la estación, este paso se ilustra en la siguiente gráfica:



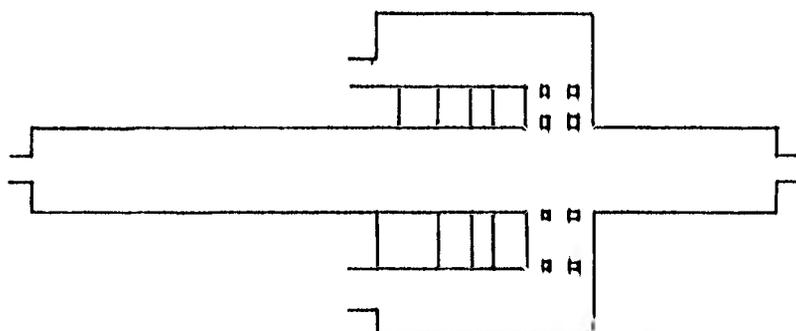
graficando las expansiones:



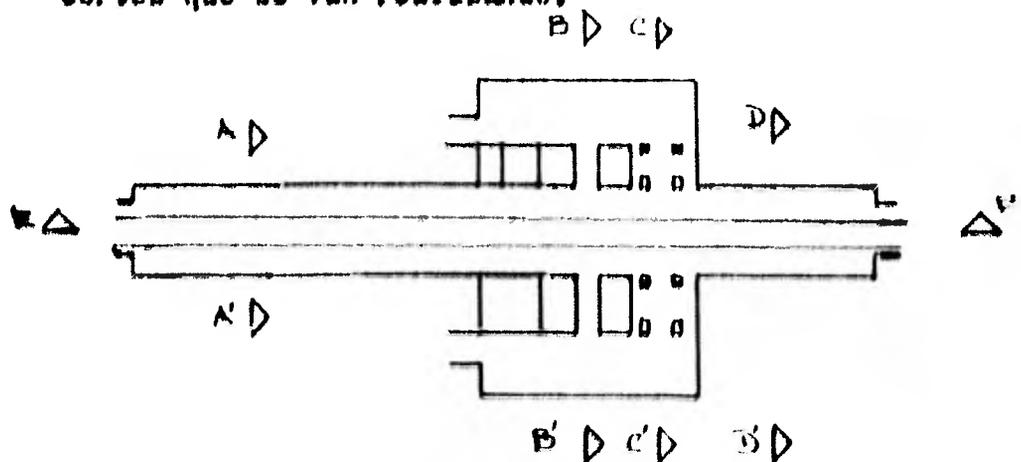
Para el análisis de la estación, primeramente se supone que está dividida en tres partes, esto es con el objeto de conocer los pesos en cada una de ellas y las deformaciones que pueden provocar, como se ilustra en la fig. - II.2.1



en la fig. anterior observamos como en la frontera de W1 - con W2 hay un cambio brusco en cuanto a pesos y deformaciones producido por esta diferencia y pasa lo mismo con la - frontera de W2 con W3, un método para evitar estas irregularidades es el empleo de un sistema de trabes, contratra-bes, columnas, muros, tabletas precoladas de diferente peso (T.P. 33 y T.P. 34) para compensar esta diferencia, como lo muestra la sig. fig. II.2.2

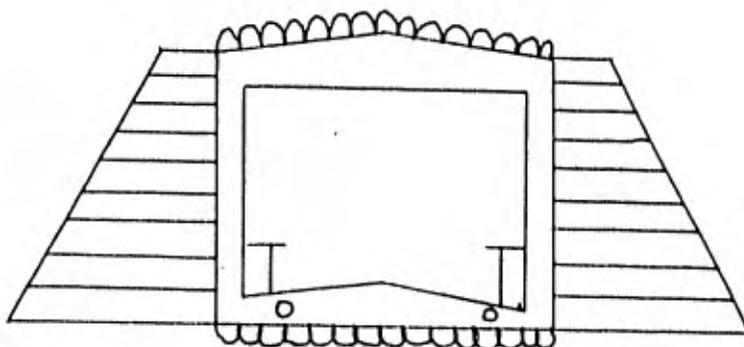


El siguiente paso consiste en analizar y diseñar la estación, para esto se va analizando según diferentes - cortes que se van realizando.

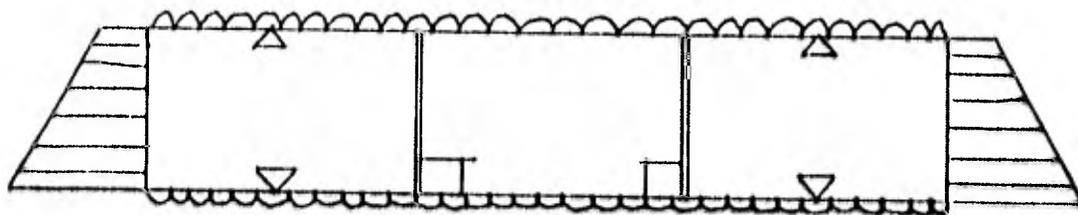


esto es con el fin de analizar todas las posibles alternativas que se puedan presentar.

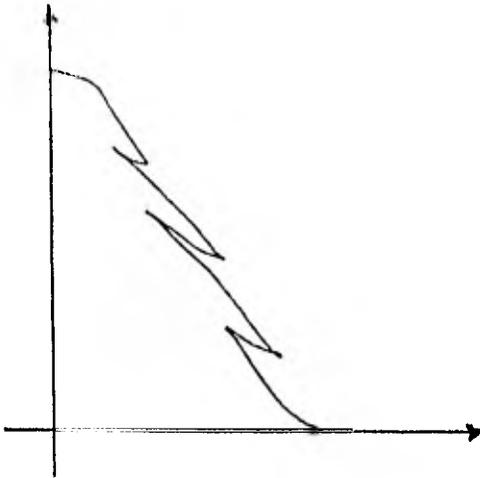
En estos cortes se toman en cuenta todas las cargas que actúan, así como por ejemplo el corte A - A' queda:



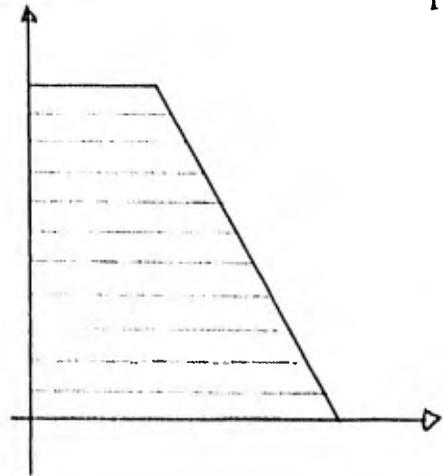
en el corte B - B' queda:



este empuje (masa del suelo + presión hidrostática) es el resultado de redistribuir el empuje real que se presente - en el terreno, que se modifica para un mejor manejo:



Empuje real



Empuje redistribuido

Para el análisis de estos cortes se emplea el método plástico, que a continuación se describe:

- a) Graficar las fuerzas actuantes en un corte dado y suponer las dimensiones de los elementos y encontrar las rigideces respectivas

$$\left(K = \frac{4EI}{L} \right)$$

- b) Con cualquier método (Cross, Kani, etc.) en--contrar los momentos actuantes, así como el -cortante, estos están afectados por un F.C., como se ilustra,

$$M_u = F.C. M_a$$

$$F.C. = 1,5$$

$$V_U = F.C. V_a$$

$$F.C. = 1,5$$

- c) Una vez encontrados P_u y M_u se procede al di--seño de las partes estructurales con las si--guientes fórmulas:

$$p = \frac{f_c'}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2f_c' M_a}{F_r b d^2 f_c'}} \right)$$

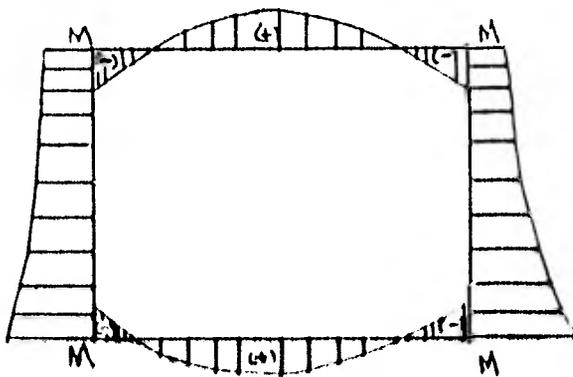
- A) Graficar las fuerzas actuantes en un costo dado y suponer las dimensiones de los elementos y encontrar las rigideces respectivas

$$(K = \frac{4EI}{L})$$

- B) Con cualquier método (Cross, Kani, etc.) encontrar los momentos actuantes, así como su constante último, estos están afectados por un f.c., como se ilustra.

$$M_u = F_c M_a \quad F_c = 1.50 \text{ para momentos}$$

$$V_u = F_c V_a = P_u \quad F_c = 1.50 \text{ para cargas}$$



Gráfica de Momentos

- C) Una vez encontrados P_u y M_u se procede al diseño de las piezas con las fórmulas.

$$p = \frac{f'c}{fy} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 F'c Ma}{Frbd^2 f''c}} \right); \text{ donde se considera } b = 100 \text{ cm.}$$

$$Mu = \frac{fy}{f''c} (q - 0.5 q)$$

$$q = \frac{fy}{f''c}$$

$$As = p (bd) = 100 pd$$

$$Ve = hd (0.20 + 30 p)$$

$$f''c = 0.80 f^*c$$

$$f^*c = 0.85 f''c$$

si $Ve > Va$ no se usan estribos

si $Ve < Va$ se utilizan estribos

fy = módulo de elasticidad del acero

q = relación de módulos

p = porcentaje de acero

As = área de acero

Ve = constante activante

h = ancho unitario (100 cm.)

d = espesor del elemento

Fc = factor de carga

Ma = momento actuante

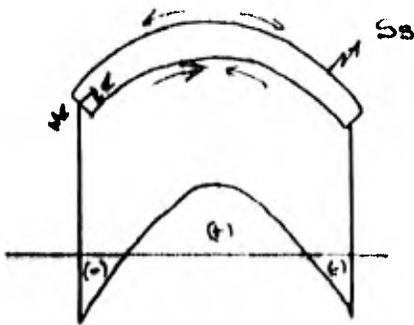
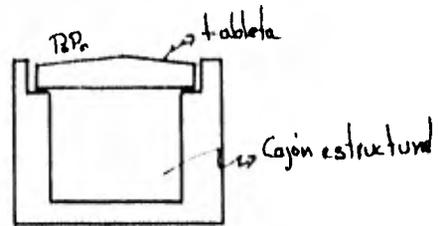
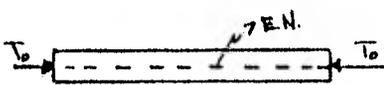
F_r = factor de reducción

A.I Procedimiento de cálculo para una tableta preesforzada T.P. 33 libremente apoyada:

Se hacen principalmente dos etapas

1a. Etapa:

Quando la tableta soporta su peso únicamente

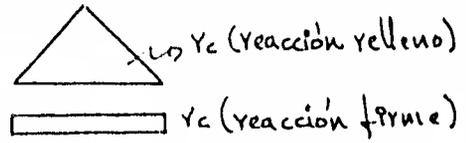
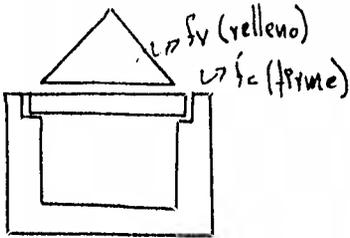


Momento Actuante

$$\frac{T_0}{A} - \frac{T_0 \cdot e}{S_0} + \{pp\} = -13 \dots (1)$$

2a. Etapa:

Se toma en consideración el peso propio y el peso del relleno.



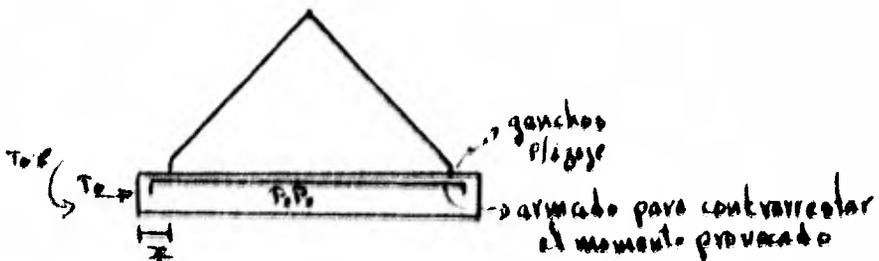
donde nos resulta:

$$\left(\frac{T_o}{\lambda} + \frac{T_o C}{S} \right) 0,82 - f_{pp} - f_{tc} - f_v - f_{adk} = -16 \quad --(2)$$

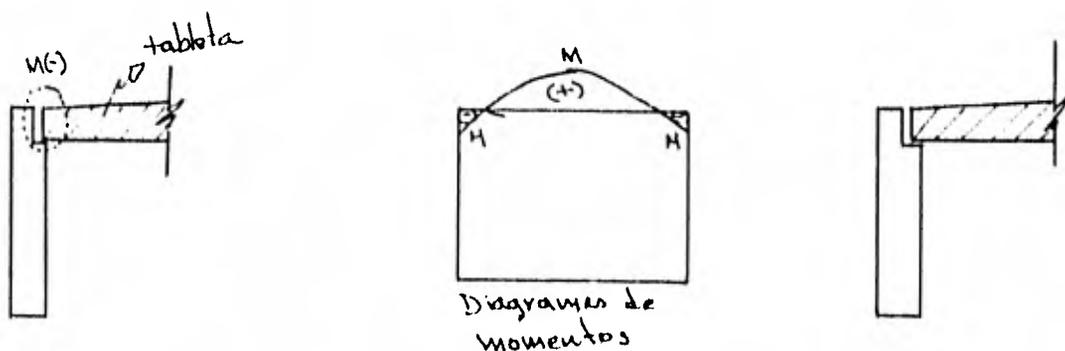
082 }
-16 } por reglamento

como nos interesa conocer T_o y C haciendo simultaneas (1) y (2) encontramos dichas incognitas.

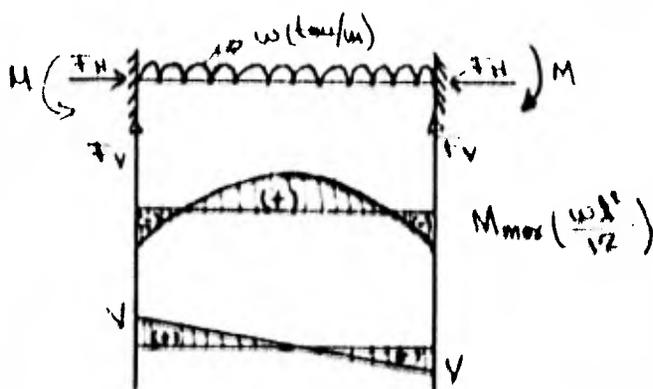
Otra consideración de importancia es el izaje ya que si no se calcula y arma la pieza puede fallar por flexión.



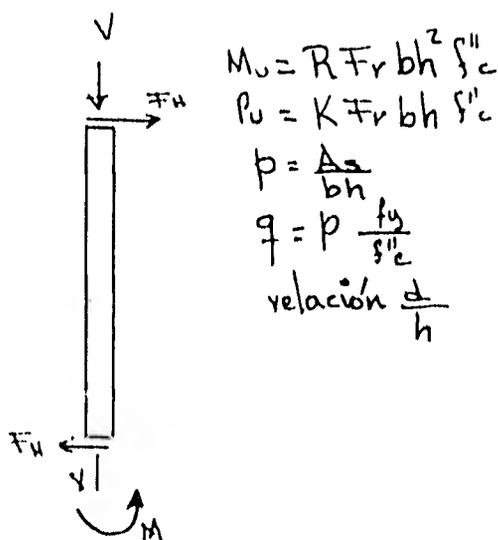
El momento crítico es inmediatamente después de su colocación ya que produce momentos negativos que pueden producir la falla y hay que tomarlo en cuenta.



A-2 La trabe así como la contratrabe se analizan empotradas por ambos lados.

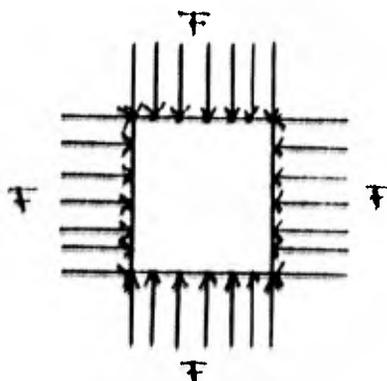


A-3 Las columnas que forman parte de esta estación se calculan como columnas cortas

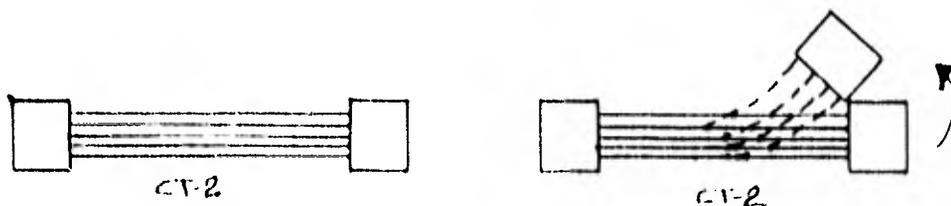


NOTA:

No se diseña por sismo por ser una estructura -- subterránea, debido a la consideración de que la estructura está presionada por todos los lados y los efectos que puede ocasionar un sismo que son perpendiculares al plano vertical se contrarrestan con el efecto que produce la masa del suelo, el efecto del sismo casi es nulo.



La etapa más crítica es durante la construcción, ya que durante la excavación no se está compensando el volumen extraído, hasta después de cierto tiempo, si por alguna razón se retrasa por bastante tiempo, ésto ocasiona movimientos en la estación que de hecho ocurrieron en la zona de pasarela en los ejes G y 8-11, donde hubo movimientos diferenciales que ocasionaron fallas en la estructura, concretamente en la contratrabe CT-2, ésto fué ocasionado, ya que la CT-2 servía de liga entre los puntos (1) y (2) - pero en el punto (1) como se mencionó anteriormente es W2 y el punto (2) corresponde a W3, y W2 - W3, al no estar -- W1 totalmente compensado empezó a sufrir movimientos diferenciales, ésto ocasionó que la CT-2 que se encontraba solamente armada sufriera deformaciones y girara, como se -- ilustra en el siguiente dibujo:



para su reparación se procedió a cortar todas las varillas que estaban deformadas y se procedió a colocar otras nuevas usando para tal efecto soldadura Cadwell y una vez soldada se sacarán radiografías, para verificar el resultado de la soldadura.

Teniendo resultados satisfactorios se procedió a cimbrar y colar dicha contratrabe,

En muchos de los casos es necesario elaborar el concreto en la obra para la cual se deben cumplir requisitos para cada uno de los elementos que la componen, los cuales se mencionan a continuación:

I) Cemento:

en este componente del concreto se deben cuidar las propiedades químicas y físicas principalmente, para la cual se llevan a cabo pruebas de control de calidad, que se efectúan durante la fabricación del cemento. Las principales características son:

A) Químicas

ESPECIFICACIONES QUÍMICAS

COMPUESTOS Y CARACTERÍSTICAS	CEMENTO TIPO I
Oxido de magnesio, (MgO) máx. %	5.0
Anhídrido sulfúrico, (SO ₃) máx. %	
Cuando (3CaO Al ₂ O ₃) es 8% o menor	3.0
Cuando (3Ca) Al ₂ O ₃) es mayor de 8%	3.5
Pérdida de calcinación, máximo %	3.0
Residuo insoluble, máximo %	0.75
Aluminato tricálcico (3CaO Al ₂ O ₃) máx.	- -

B) Físicos

El cemento deberá satisfacer los siguientes requisitos físicos para ser aprobado:

CARACTERISTICAS	CEMENTO TIPO I
Finura, superficie específica, cm ² /g	2800
Método de permeabilidad al aire, min.	
Sanidad (prueba de autoclave)	0.80
Expansión máxima en %	
Tiempo de fraguado, método Vicat:	
Fraguado inicial en mins. no menos de:	45
Fraguado final en horas, no más de:	8
Resistencia a la compresión, kg/cm ²	
En cubos de mortero 1:2,75 en peso (arena graduada estándar), relación agua/cemento constante 0,485	
Valores mínimos:	
A las 24 horas	-----
A los 3 días	130
A los 7 días	200
A los 28 días	-----

La determinación de las propiedades físicas se hará de acuerdo con los métodos oficiales de Dirección General de Normas y/o de la American Society for Testing and Materials, que se menciona a continuación:

PROPIEDAD	METODO D.G.N.	METODO A.S.T.M.
1.- Finura	C-56	C-204
2.- Sanidad	C-62	C-151
3.- Tiempo de fraguado	C-58	C-266
4.- Resistencia a la - compresión	C-61	C-109
5.- Fraguado falso	C-132	C-451

C) Almacenamiento

Todo el cemento se almacena en estructuras protegidas contra la intemperie, apropiadamente ventilados, para impedir la absorción de la humedad, llevando un buen control de todas instalaciones, incluyendo los silos, hasta el apilado de los sacos de cemento se logra mantener al máximo la inalterabilidad del cemento.

D) Control del Cemento

1. Se muestra el cemento para su ensayo con anticipación y dependiendo del resultado del laboratorio se podrá aceptar o rechazar.

2. Se revisa que cumpla con los requisitos químicos y físicos que los fabricantes envían, que son el resultado de las pruebas de Control de Calidad.
3. No se permite mezclar varias marcas de cemento diferentes.

II. AGUA :

El agua utilizada en la fabricación del concreto debe ser limpia, libre de cantidades perjudiciales de ácido, álcalis, sales, materia orgánica, etc. y con los límites - que se enuncian:

Sulfatos (SO ₄), máximo en ppm.	300
Cloruros (como Cl ⁻), máximo en ppm.. . . .	300
Magnesio (como MgO), máximo en ppm.. . . .	150
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido) máximo en ppm.	10
Sólidos totales en solución, máximo en ppm	1500
pH no menor de	7

III. AGREGADOS :

Los agregados que se emplean para la elaboración del concreto, deben consistir en partículas sin fracturas, resistentes a la absorción, limpias, con graduación adecuada y deben cumplir los siguientes requisitos:

A) Arena

A.1 Graduación: Tabla de requisitos para la granulometría del agregado fino:

M A L L A	AGREGADO FINO QUE PASA (EN%)
9.51 mm. (3/8 pulg.)	100
4.76 mm. (N.4)	95 a 100
2.38 mm. (N.8)	80 a 100
1.19 mm. (N.16)	50 a 85
595 M. (N.30)	25 a 60
297 M. (N.50)	10 a 30
149 M. (N.100)	2 a 10

Estos porcentajes se obtienen en la dosificadora, el módulo de finura de la arena estará comprendida entre -- 2.3 y 3.1

B) Grava

B.1 Graduación: se cumplen los siguientes requisitos:

Tamaño Nominal	Material que pasa (peso en %)						
	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#5
25 a 5 mm. (1" a N.4)	100	95a 100		85a 60		0a 10	0a 5
20 a 5 mm. (3/4" a N.4)		100	90a 100		80a 55	0a 10	0a 5
13 a 5 mm. (1/2" a N.4)			100	90a 100	40a 70	0a 15	0a 5

C O N C E P T O	GRAVA NATURAL TRITURADA O PIEDRA TRITURADA
Sanidad, pérdida máxima en ciclos, peso en porcentaje	
Sulfato de sodio	12
Sulfato de magnesio	18
Abrasión, pérdida máxima (%)	50

C) Almacenamiento.

Se cuidará de que no se contamine con el terreno natural, que no se mezclen los agregados de diferentes tamaños y evitar que operen sobre éstos toda clase de vehículos.

IV. ADITIVOS:

El concreto para elementos postensados debe llevar un aditivo fluidificante y su dosificación se determina mediante pruebas, hasta alcanzar el máximo rendimiento del mismo. El aditivo que se emplee debe cumplir con la calidad especificada en la norma ASTM C-494-63T.

Para la elaboración del concreto se cuida principalmente:

- a) El agregado máximo (3/4")
- b) Revenimiento (consistencia)
- c) Dosificación
- d) Mezclado

cada uno de los incisos deben cumplir ciertas especificaciones para garantizar que el concreto alcance la resistencia adecuada según las necesidades.

III.- OBRAS PRELIMINARES

III.- Obras Preliminares

Antes de comenzar la construcción del Metro, tiene que estar libre de obstáculos, puesto que el trazo del eje - lleva un rumbo fijo donde se puede observar todo tipo de interferencias que de un modo u otro se tienen que resolver. - COVITUR, tiene un departamento especial llamado Obras Inducidas, cuya finalidad principal es agilizar todos los trámites cuya necesidad sea importante, ya sea obtener permiso de teléfonos de México para poder mover sus instalaciones, de la comisión Federal de Electricidad, de Policía y Tránsito, para el cierre de calles, etc. En el caso de la estación Mangarés, se tuvo que modificar lo siguiente:

a) Cierre de Calles:

Como dicha estación está ubicada sobre la Av. Mangarés hubo necesidad de cerrar esta avenida, con la consiguiente necesidad de hacer - desvíos por calles paralelas o perpendiculares para restablecer el flujo normal Fig. III-1.

b) Escuela de Aviación:

Dentro del área que ocupa la estación, había una escuela de aviación, la cual tuvo que - ser demolida y reconstruida nuevamente dentro - de los terrenos del Aeropuerto, Fig. III-2.

c) Atarjeas, Agua potable, colectores, etc.:

Todas las instalaciones de drenaje tuvieron que ser modificadas ya que estas interferían en la construcción de la estación, ya que podía suceder que durante la construcción al llegar a romperse alguna tubería, dejaba sin agua

a las colonias vecinas, en la fig. III-3 podemos observar las interferencias de éstas instalaciones.

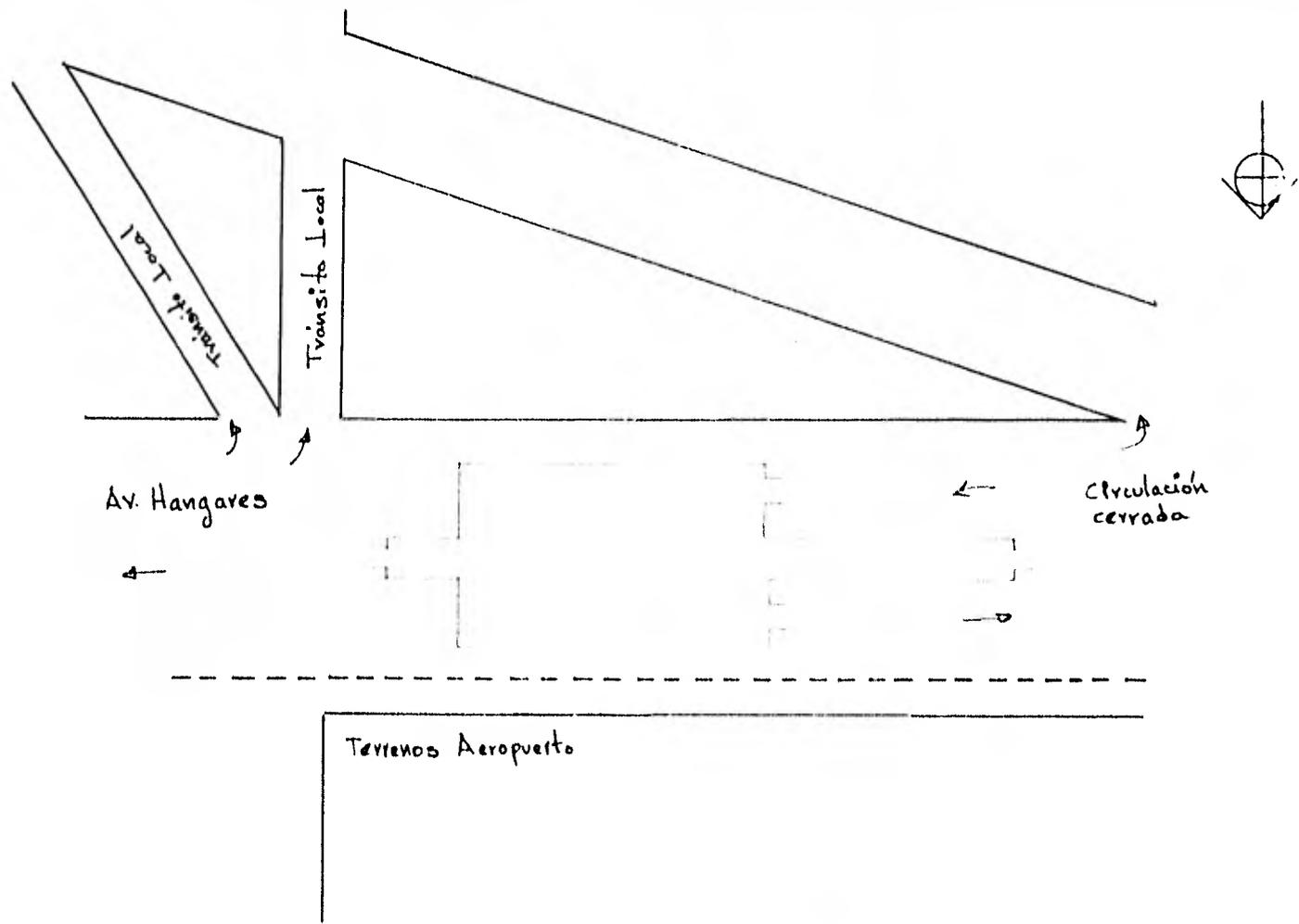
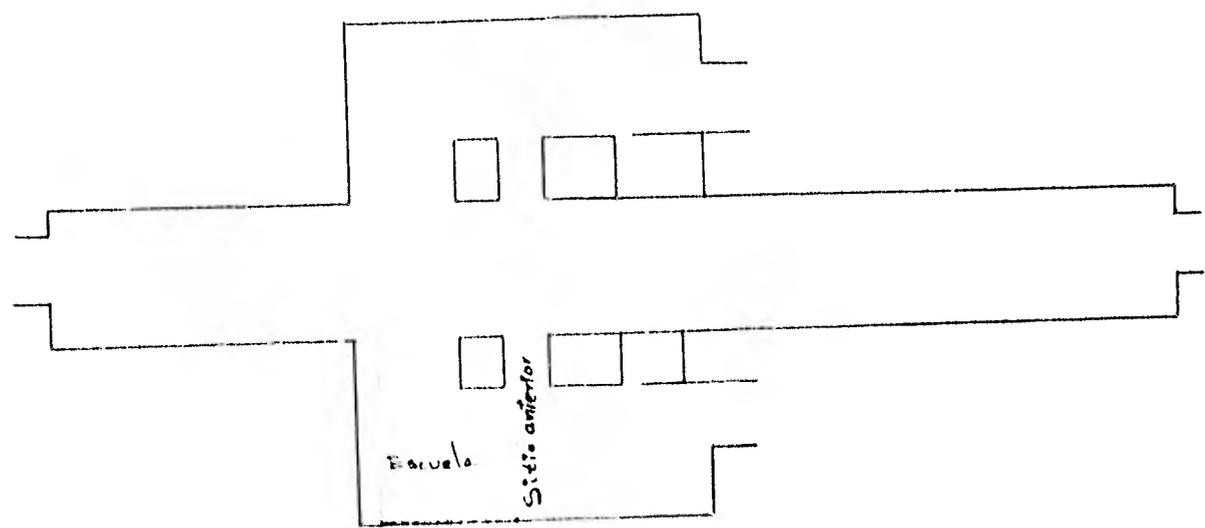
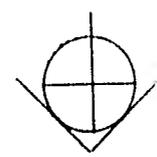


Fig. III . 1 CERRO DE CALLES



Escuela

Sitio anterior

Escuela

Sitio actual

Fig. 111 . 2 ESCUELA DE AVIACION

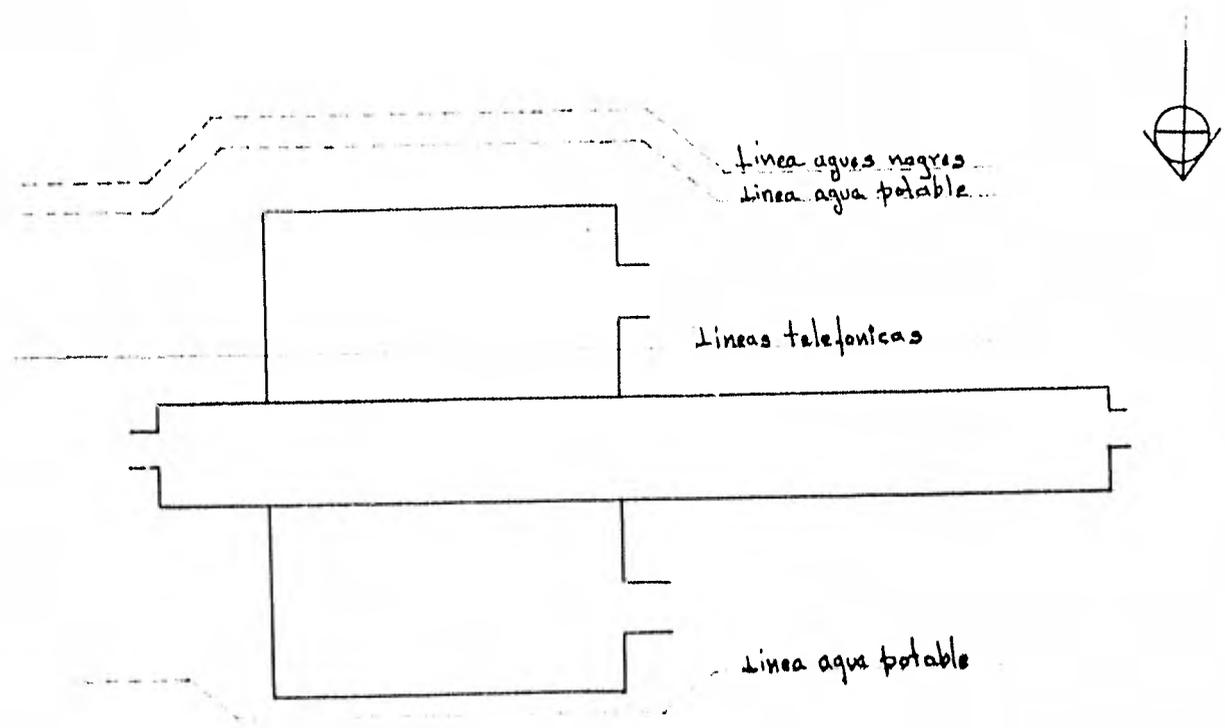


FIG. 111 . 3 INTERFERENCIAS

IV. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El procedimiento constructivo de la estación Hangares fué a cielo abierto, el primer paso consiste en trazar el eje de la estación, lo cual es primordial, ya que una vez trazado, se puede verificar lo diseñado en los planos al hacer - la meta, que es tomar en cuenta todas y cada una de las interferencias que afecten directamente e indirectamente a la construcción, una de estas causas son la interferencia de colectores, drenajes, cables de la Compañía de Luz (como se explicó - anteriormente), posteriormente habiendo dejado la zona libre - de estas interferencias se procedió a construir la escuela de aviación, que también se encontraba en la zona de afectación, dentro de los terrenos del Aeropuerto Internacional, como se - puede ver en la fig. IV-1, otro problema a resolver fué la - - circulación ya que dicha estación está alojada sobre la Av. - Hangares, esto se resolvió conjuntamente con Policía y Tránsi - to, desviando la circulación hacia las calles circunvecinas.

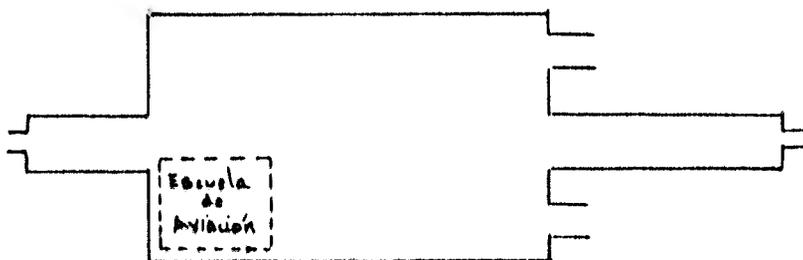


Fig. IV - 1

El siguiente paso consistió en iniciar en sí lo que - es el procedimiento constructivo que se detalla paso a paso a continuación.

Brocales:

Los brocales tienen como finalidad, retener los rellenos sueltos superficiales y servir de guía a la maquinaria de excavación de los muros colados del cajón. Para cumplir adecuadamente con esta última función deberán dejar espacio libre de 65 cm. (para muros de 60 cm. de espesor) ó 85 cm. (para muros de 80 cm. de espesor) y su alineamiento debe ajustarse al trazo.

Para construir estos brocales habrá que excavar la parte superior de las zanjas, donde se van a alojar los muros hasta una profundidad variable de acuerdo con el espesor de los rellenos y dependiendo del nivel freático y no mayor de 1.50 mts., la profundidad de dicho faldón del brocal se indica en los planos estructurales correspondientes.

En la fig. IV-2 se muestra un corte de un brocal - tipo.

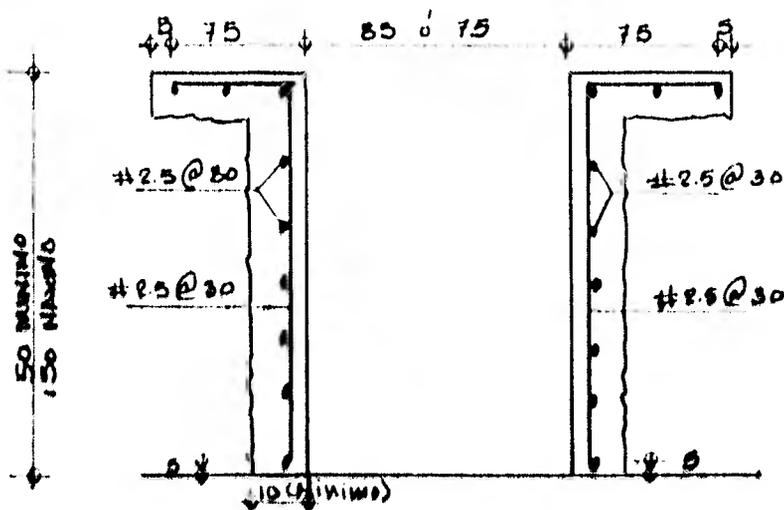


Fig. IV - 2

En virtud de que la mayoría de las instalaciones municipales se encuentran superficiales, la excavación de la zona guía se hace con precaución, ya sea a mano o con maquinaria para no dañar dichas instalaciones.

Los brocales son piezas de ángulo recto o delanteros de concreto, colocados en el sitio. Para colar las ramas verticales o faldones se cimbran apoyándose una contra otra por medio de puntales, de esta manera se puede evitar las irregularidades o los abolsamientos. Los puntales serán polines de madera de sección cuadrada de 10 x 10 cm., y se colocan a cada 2 metros de separación horizontal y a cada dos niveles en el sentido vertical cuando la altura sea 1.50 m. y en tres niveles cuando sea mayor.

Las ramas horizontales de los brocales constituyen pequeñas losas sobre las cuales se podrá rodar las máquinas de excavación, el ancho mínimo de estas ramas horizontales es de 50 cm., en algunas ocasiones se puede modificar de acuerdo con las condiciones que presente el terreno de apoyo, de manera que garantice que no hay peligro de voltearse durante la excavación.

Una vez colados los brocales, (la longitud en sentido longitudinal varía) y las zanjas han quedado libres de estorbos, se colocan compuertas de madera o de acero para aislar tramos de zanja a cada 6 mts. que es la longitud del muro por construir, en seguida se llena con lodo bentonítico hasta alcanzar un nivel de 80 cm. abajo del borde del brocal que se mantendrá durante todo el proceso de excavación y colado posteriores, como se observa en las fig. IV-3 y IV-4.

Como el lodo bentonítico hace un papel importante durante esta etapa se estudiará mas a fondo.



Fig. IV.3 Excavación Muro Milán



Fig. IV.3 Excavación Muro Milán

INSTALACION DE UNA PLANTA TIPO PARA LA ELABORACION DE LODOS ESTABILIZADORES.

Con objeto de obtener un lodo de calidad adecuada para ademar las zanjas donde se construirán los muros de concreto deberá seguirse:

I.- MATERIA PRIMA

Para lograr una suspensión coloidal estable y tixotrópica se requiere emplear bentonita sódica constituida por partículas menores de 0.2 micras.

No se usa bentonita cálcica para la elaboración de los lodos debido a que reacciona con el cemento del concreto.

II.- PREPARACION Y CONTROL

II.1 Instalación.

La instalación y accesorios de la planta elaboradora deberá hacerse de acuerdo al lugar donde se trabajará, una vez estudiado el sitio, espacio, con-- que se cuenta, se escogieran los sitios adecuados - tomando en cuenta: fácil acceso, local cerrado, si tios de almacenamiento, etc. y una vez localizado el mejor sitio se procederá a la instalación.

II.2 Equipo y Accesorios

Los equipos y accesorios que se utilizan en el pro ceso de elaboración del lodo son los siguientes:

- 1) Local cerrado para recepción y depósito de la bentonita.
- 2) Tanque de almacenamiento de agua potable
- 3) Tanque de mezclado con bomba centrífuga aco- plada.

- 4) Tanque para control y tamizado
- 5) Batería de hidrociclones
- 6) Tanque para control de arenas
- 7) Tanques para reposo
- 8) Bombas centrífugas de lodos
- 9) Equipo para determinar las propiedades de los lodos.

El número de equipos antes mencionados estará en función del volúmen que manejará la planta para el tramo considerado.

II.3 Elaboración

- a) **Dosificación:** del depósito o almacén (1) la bentonita pasará a la tolva del tanque de mezclado (3) en la cantidad necesaria para obtener el proporcionamiento agua-bentonita que cumpla con las propiedades que se especifican para el lodo. Así mismo el tanque de agua limpia (2), alimentará a la mezcladora en la cantidad necesaria para lograr el proporcionamiento mencionado. Al principio, se harán algunos tanteos con el proporcionamiento hasta lograr aquella relación que de un lodo cuyas propiedades quedan comprendidas dentro de los límites especificados.
- b) **Mezclado.** El tanque de mezclado (3) tendrá una capacidad de 5.00 m³ y contará con una tolva y rehiletes accionados por un motor de baja velocidad. A medida que se introduzca la bentonita

nita en la tolva se iniciará el mezclado cuya duración mínima será de 30 minutos.

c) Central de mezclado.- Para que el lodo pueda continuar con su proceso de elaboración, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Que su viscosidad Marsh quede comprendida entre 35 y 50 seg.
- Que sea suspensión estable de bentonita sódica.
- Que su densidad quede comprendida entre 1.03 y 1.06 gr/cm³.
- Debe ser tixotrópico

Con este objeto será necesario instalar después - del tanque de mezclado un tanque (4) de donde se controlará al producto mezclado, la densidad y la viscosidad Marsh. Este tanque tendrá también una malla por lo que deberá pasarse el lodo para realizar la primera etapa de desarenamiento.

El tanque de control y tamizado (4) será de forma cilíndrica, de 0.5 m³ de capacidad, deberá llevar acoplado abajo del entrepaño donde va la malla, - un juego de chiflones tangenciales a la pared interior del tanque que se conectarán con la descarga de la bomba (8) para la recirculación del lodo en caso necesario.

En este tanque (4) se realizarán seis determinaciones, de la densidad y viscosidad Marsh por cada volumen mezclado. En el caso de que no se cumpla con las propiedades antes mencionadas, se deberán agregar en el tanque las cantidades necesarias de bentonita y/o agua hasta lograr que el lodo quede den

tro de tales límites.

La adición de agua o bentonita se hará recirculando el lodo del tanque (4) a la bomba (8) y regresándolo al tanque (4) por la descarga acoplada a los chiflones tangenciales, es decir, se deberá hacer una recirculación para realizar mejor el -- mezclado.

Si a pesar de esto se observa que el lodo no cumple con lo especificado, se regresará del tanque (4) al tanque mezclador (3) por medio de la bomba (2) para agitarlo nuevamente, en esta etapa se -- volverá a agregar la cantidad de agua o bentonita que sea necesaria. Este proceso se repetirá las -- veces que sea necesario hasta cumplir lo especificado.

Una vez que el lodo cumpla con los valores especificados para la densidad y la viscosidad Marsh, -- se pasará por medio de una bomba (8) a la batería de hidrociclones (5) en los cuales se deberá eliminar las arenas del lodo.

- d) Tamizado.- El tamizado del lodo se hará directamente en el tanque de control (4), para lo cual -- deberá contar en su parte superior y solamente en la mitad del tanque, con un entrepaño o marca en el que se apoya un bastidor removible formado con una malla del No. 16 para eliminar las partículas gruesas que vienen del lodo para fines de limpieza de la malla, deberá contarse con una malla de repuesto, tales mallas deberán apoyarse con un -- buen ajuste en el marco.

- e) Control de arenas.- El lodo que sale de la batería de hidrociclones (5) se depositará en un tanque (6) de control de arenas de 6 m^3 de capacidad, en el cual se tomarán muestras cada vez que la mezcladora produzca volúmen de lodos con objeto de determinar su contenido de arena, de tal manera que siempre exista control sobre cada volúmen mezclado. Si el contenido de arena es menor de 3%, el lodo pasará directamente al tanque de reposo (7) por medio de la bomba (9), pero si el contenido de arena es mayor del 3%, el lodo se recirculará nuevamente por la batería de hidrociclones (5) -- por medio de la bomba centrífuga (8) para volverlo a desarenar y que quede dentro del límite especificado.

En todo proceso de elaboración se han especificado dos tanques de control y tamizado (4), con objeto de que con este sistema doble, no se interponga la producción de lodos y la mezcladora (3) pueda trabajar en forma continua.

- f) Tanques de reposo y control final.- Una vez desarenado el lodo, pasará a los tanques de reposo (7) habrá tres tanques de reposo distribuidos en la forma siguiente: un tanque cuyo lodo ya ha cumplido con el período de reposo y que está en posibilidades de ser distribuido a la obra; un tanque cuyo lodo esté en proceso de reposo y finalmente un tanque que se esté llenando.

Las capacidades y dimensiones de los tanques estarán en función de la máxima demanda diaria y del espacio libre conque se cuenta en cada caso, respectivamente.

El tiempo de reposo de cada lodo será de 12 hrs., después de lo cual se tomará una muestra de cada tanque y se harán en cada una de ellas, todas las pruebas correspondientes a los lodos, los resultados deberán quedar dentro de los límites especificados, una vez cumplidos estos, quedará en posibilidad de ser distribuido y se hará por medio de - pipas o directamente con mangueras o tuberías.

- g) Limpieza y mantenimiento.- Los tanques (4) y (6) deberán limpiarse periódicamente cuando el sistema no trabaje, lo mismo se hará con la tolva de la mezcladora.

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

Propiedades y Características que debe cumplir el lodo Estabilizador.

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

El lodo estabilizador deberá tener una densidad mayor que la del agua, con el objeto de que el empuje hidroestático que ejerza sobre las paredes sea mayor que el de ésta. - El lodo se deberá vaciar en el interior de los tableros excavados hasta alcanzar un nivel superior al nivel freático con objeto de generar un gradiente de presiones sobre las paredes de la excavación que ayude a detenerlas o mantenerlas estables. El gradiente además producirá filtraciones del lodo hacia el interior de las paredes, por lo que deberá cuidarse la proporción agua-coloides, con objeto de que dicha infiltración sea mínima. Al producirse la infiltración, se va formando en la frontera lodo-suelo una película de pequeño espesor de moléculas de lodo que constituye una membrana impermeable y resistente, conocida en la terminología inglesa como "CAKE"

La tixotropía del lodo al pasar de sol a gel y las fuerzas electroquímicas y de tensión capilar que se quiera entre lodo y suelo en la frontera de los dos materiales durante el filtrado, contribuyen a la formación de esta película, y a la adquisición de su resistencia.

Esta resistencia se suma a la presión hidrostática del lodo, para estabilizar las paredes de los tableros excavados.

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

- a) Forme una película impermeable en la frontera con el suelo. Si se forma o sí se forma gruesa y poco resistente, el lodo penetrará por los poros del suelo y no se logrará la estabilización. Para garantizar la formación de la película el lodo deberá contener una cantidad importante de bentonita sódica. Las características de la película cambian notablemente por pequeñas variaciones en el proporcionamiento agua-bentonita o por la contaminación del lodo con arena u otras partículas sólidas no coloidales.

La cantidad de bentonita sódica que deberá contener el lodo será tal que al lodo producido -- cumpla con las características que se mencionan más adelante, una tentativa inicial agua-bentonita que se recomienda tomar como base para la dosificación del lodo varía entre 5% y 6% de -- porcentaje de bentonita y en peso sin embargo -- la dosificación definitiva será aquella que dé -- un lodo cuyas propiedades se queden comprendidas -- dentro de los límites que se mencionan más adelante. Se hace insistencia en que el tipo de -- bentonita a utilizar debe ser bentonita sódica,

- b) Que la suspensión de bentonita sódica en agua - sea estable. Es decir, no deberá haber sedimentación de las partículas de bentonita. El lodo - deberá ser capaz de aceptar que se le añada un - material inerte de mas peso, sin sedimentarse, - como puede ser la barita, material que permite - lograr un lodo de mayor densidad, útil en la es - tabilización de tableros próximos a construccio - nes o sobrecargas que imponen a las paredes de - la excavación esfuerzos de compresión de corte - mayores que los de su peso propio.

Todas las propiedades deberán controlarse en el laboratorio para establecer la relación agua-ben - tonita recomendable y verificarse periódicamen - te en las muestras de los lodos que estén mane - jando en el campo.

El número de usos que se dé al lodo estará limi - tado al cumplimiento de las propiedades ya men - cionadas, por lo que cuando el lodo haya perdi - do dichas propiedades deberán desecharse y uti - lizarse un lodo nuevo. Por ningún motivo se usa - rán lodos que no cumplan con todas las propieda - des antes indicadas.

Mediante desarenado o regeneración y recircula - ción se le podrá dar al lodo varios usos, la re - circulación podrá efectuarse pasando por la Plan - ta central de fabricación y almacenamiento, o - bien, mediante una batería portátil de hidrocic - clones; en este último caso se podrá recircular localmente de un tramo de zanja a otro. Esto se - rá aconsejable cuando el empleo local del lodo se ubique de una distancia tal de la planta cen - tral que sea antieconómico bombearlo hasta ésta para limpiarlo y recircularlo.

MUROS MILAN (Tablestaca)

El siguiente paso consiste en la construcción de -- tablestacas de concreto, armados y colados en el sitio.

Una vez aislado el tramo que se va a construir se procederá a la excavación de las zanjas hasta el nivel de -- desplante de los muros. La excavación de los muros se hizo -- con máquina guiada y no se permitió con ninguna máquina que no fuera guiada, ya que había que garantizar la verticalidad

El procedimiento de excavación se hizo con mucho -- cuidado, sin dejar que cheque la herramienta con el lodo, se debe deslizar con suavidad, una excavación hecha con destreza condujo a un mejor acabado en los muros y a un colado lim -- pio.

Las excavaciones de las zanjas se ejecutaron en -- forma alternada y no se construyó el siguiente hasta que el muro contiguo alcanzo el fraguado inicial. Estos muros se -- construyeron con una longitud de seis metros.

En el caso del lodo que se suministre por medio de pipas, el lodo contaminado se sustituyó por lodo nuevo, conservando siempre el nivel del lodo dentro de la zanja de 80 cms. abajo del borde superior de los brocales.

En ninguna circunstancia debe permitirse abatir el nivel freático arriba indicado de la bentonita, so pena de -- causar succiones y gradientes en el manto freático que favorezcan la desintegración y el derrumbe de las paredes. Se pro -- vee que las instalaciones de preparación y regeneración de lo -- dos sea mas o menos un 50%, con objeto de cubrir fugas o pég -- cidas de lodo que de hecho se presentarán a través de las fi -- suras y grietas de las arcillas cuando en cierta ocasión se -- presentó una fuga se procedió a usar aserrín en el lodo para -- rellenar las grietas. El aserrín debe añadirse en los reci--

pientes de mezclado y no después para evitar que se formen - grumos. Una vez excavada y ademada con lodo no deben pasar - más de 24 hrs. para ejecutar el siguiente paso o sea entre la excavación y el colado de dicho muro, también se toma en cuenta que al momento de alcanzar la máxima profundidad y el inicio del colado no deberá transcurrir más de seis horas, - terminada la excavación, se procede a la limpieza del azolve del fondo, para esto se utiliza un tubo eyector que pasa por todo el piso de la zanja. Otra alternativa consiste en la recolección del azolve con la almeja. El siguiente paso será - la introducción de las juntas metálicas y la parrilla de re- fuerzo.

Estas juntas son tubos metálicos huecos de forma - rectangular (también hay semicirculares) que en una de sus - caras tienen la forma macho o hembra y que contiene la banda PVC integrada. Una parte de esta banda queda ahogada durante el colado y la otra quedará ahogada en el colado contiguo.

Una vez instalada la junta se procederá a introdu- cir la parrilla de refuerzo, (ver figura IV.5) dentro de la -



Fig. IV.5

Zanja ademado con lodo, estas van contraventeadas con rigidi-- zadores y se hacen descender por su propio peso, por medio -- de una grúa, poniendo sumo cuidado respecto a la verticali-- dad, el alineamiento y la profundidad, como la parrilla tien-- de a flotar se colocan dos gatos en la superficie, apoyados -- contra el brocal que impida que la parrilla se mueva durante -- el colado, estos, posteriormente al colado se retirarán, se -- tiene que verificar que la parrilla a pesar de su tendencia -- a la flotación ha quedado en su lugar ya que no se permite -- el colado con la parrilla flotando.

El tiempo máximo que debe transcurrir entre la in-- troducción de la parrilla de la zanja y su colado es de 4 -- horas, período que favorece a la formación del cake y reduce -- la adherencia concreto-acero, por esta razón es necesario co-- lar inmediatamente una vez introducida la parrilla. Para ga-- rantizar el recubrimiento de los muros, las parrillas de ar-- mado se habilitan con roles de concreto de 5" de diámetro -- que van fijados al acero principal de la parrilla por medio -- de varillas de 3/4" localizados en ambas caras de la parri-- lla y a tres niveles equidistantes en el sentido vertical y -- en el sentido horizontal también lleva cuatro roles equidis-- tantes.

COLADO

Después de colocada, centrada y nivelada la parri-- lla se introducen las trompas de colado, para impedir el pa-- so del concreto en la zona de unión posterior con la losa de -- piso, se hará una caja de 1,25 m., de altura y 15 cm. de es-- pesor, a lo largo de la parrilla con espuma de plástico ama-- rrada con tela de gallinero. Los coples de unión de cada tra-- mo de las trompas están perfectamente herméticos para evitar

que chupe aire o lodo del exterior, cada tramo no tendrá mas de 2 m. de largo, con un diámetro no menor de 30 cm., el tramo que sobresale al exterior se conecta a un embudo o a una tolva, esta puede quedar a una altura conveniente de modo -- que se puede descargar directamente el concreto de las ollas. El extremo inferior de la trompa o boca de descarga, queda -- apoyado en el fondo de la zanja antes de iniciar el colado. Una vez introducida la trompa de colado se coloca entre la -- trompa y el tubo un tapón constituido por un balón latex el cual descenderá obligado por el peso del concreto vaciado, -- de esta manera se evita la segregación y contaminación del -- concreto y también se evita la descarga del concreto con mucha carga, cuando se inicia el flujo la trompa se encuentra 30 cms. arriba del fondo de la zanja, como se muestra en la fig. IV.6.

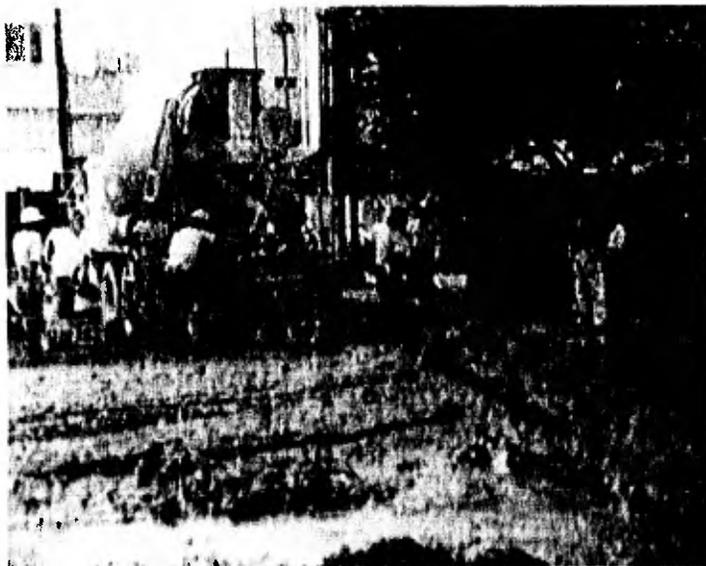


Fig. IV.6

El concreto empleado tiene una resistencia de 150 kg/cm^2 con agregado máximo de $3/4$ y un revenimiento de 18 -- a 20 cm.

El concreto debe ser lo suficientemente fluido, -- esto se logra con el revenimiento, para que sin necesidad de vibrarlo penetre entre todo el tablero, la boca de descarga de la trompa de colado no debe quedar nunca ahogada menos de 1.50 mts. en el concreto, para ayudar al concreto a fluir al principio, puede desplazarse la trompa verticalmente hacia -- arriba y hacia abajo, vigilando que permanezca siempre ahoga-- do para evitar contaminaciones con el lodo. A medida que el concreto fluye se agrega más concreto, se mantiene la colum-- na a una altura para regular la rapidez del flujo de esta ma-- nera, el lodo de la zanja será desplazado hacia la superfi-- cie o la diferencia de densidades prácticamente sin necesi-- dad de mover la tubería.

Se lleva un riguroso control de colado midiendo en forma permanente la variación del nivel de la superficie del concreto y se anota en una registro con objeto de poder deci-- dir el retiro oportuno de los tramos de las trompas de cola-- do ya que con esto se programa adecuadamente el suministro -- del concreto para evitar los recesos,

Un buen procedimiento de colado representa:

- a) Tener un lodo bajo control cumpliendo todas las características.
- b) Tener un concreto fluido
- c) Dejar la trompa ahogada en el concreto
- d) Hacer un colado continuo, por ningún motivo se-- rá interrumpido por mas de 15 min.
- e) Evitar todo movimiento brusco y todo vibrado y picado.

- f) Verificar el volúmen de concreto durante el colado y el volúmen de lodo que se desplaza y compararlo con los volúmenes calculados de acuerdo a la geometría del tablero.

Debido a que la excavación de muros se llevó a cabo aprovechando la rigidez de los muros y su capacidad de trabajo como tablestacas en el sentido vertical y se colaron lomas en el sentido longitudinal, así mismo el inicio de la excavación que es el siguiente paso, se lleva de acuerdo a los tiempos de bombeo correspondientes al nivel freático.

EXCAVACION:

Previo a la etapa de excavación se abatió el nivel freático, ya que en esta zona (del lago) el nivel freático está muy superficial y de acuerdo al material que existe (arcilla) fué necesario emplear dos sistemas de bombeo que son electrosmosis y pozos de bombeo (este se detallará en el capítulo de asentamientos).

PRUEBA DE LA VELETA:

Con objeto de conocer la evolución de la resistencia al corte en suelos arcillosos blandos tratados con electrosmosis, se empleó la prueba de la veleta como se detalla a continuación.

PROCEDIMIENTO:

Se elige el sitio de la prueba y determinada la profundidad a la cual deberá ejecutarse, se realiza una perforación aduada con lodo hasta una profundidad tal que hincando la veleta 30 cms. ésta quede en la zona no alterada por la perforación y cuyo punto medio deberá coincidir con -

la profundidad a lo cual se ejecuta la prueba. La fuerza necesaria para el hincado de la veleta, se aplica a través de gatos hidráulicos de la máquina perforada usada para el sondeo.

Se fija la columna de barras al mecanismo de giro, el cual se opera manualmente controlando la velocidad angular mediante un transportador y cronómetro.

La etapa de falla se hace con una velocidad de deformación de 42 por minuto, para todos los ensayos, ya que se considera que en el tiempo de ejecución no ocurre consolidación importante de la arcilla, la falla se alcanza entre 3 y 10 minutos generalmente (12° a 40°).

Una vez alcanzada la falla y determinada la resistencia máxima se gira la veleta a una velocidad de rotación de 200° por minuto durante un minuto, con el fin de remoldear el material y después se reanuda la prueba a la misma velocidad anterior o sea 4° por minuto para definir la resistencia al corte de la arcilla en estado remoldeado.

INTERPRETACION DE LAS PRUEBAS.-

Para su correcta interpretación se supone una distribución de esfuerzos triangulares en las dos superficies extremas del cilindro generado por la veleta y una distribución uniforme en la superficie lateral del cilindro, lo cual conduce a la siguiente expresión para la resistencia al corte (SV).

$$SK = \frac{K \cdot AL}{D2 \cdot (H/2 + D/6)}$$

donde:

- H = Longitud de la veleta
- K = Constante de calibración
- AL = Deformación de la celda sensible
- Sn = Resistencia al corte

con los datos de la prueba se hará una gráfica vs resistencia al corte y de ella se determina la resistencia máxima y la resistencia remodelada.

La sensibilidad del suelo se calcula con:

$$s = \frac{\text{resistencia máxima}}{\text{resistencia remodelada}}$$

la fricción entre el suelo y el vástago de la veleta, afecta a las mediciones obtenidas con la celda sensible, con el fin de determinar su influencia, se hince el vástago a diferentes profundidades y evaluar el momento necesario para vencer la fricción.

Una vez hecho el bombeo en el tiempo especificado, se procede a la excavación del lugar, cabe mencionar que el tiempo de bombeo se prolonga más del tiempo señalado provocando con esto hundimientos en la estación, así como en las construcciones vecinas, por ejemplo la construcción perteneciente a Aeroméxico, se tuvo que reparar debido a las fallas que presentaba a causa de los hundimientos.

La excavación se hará a cielo abierto entre estrugeturas de contención constituidas por muros de tablestaca de concreto (muro Milan), armados y colados en sitio, (fig. IV-7).

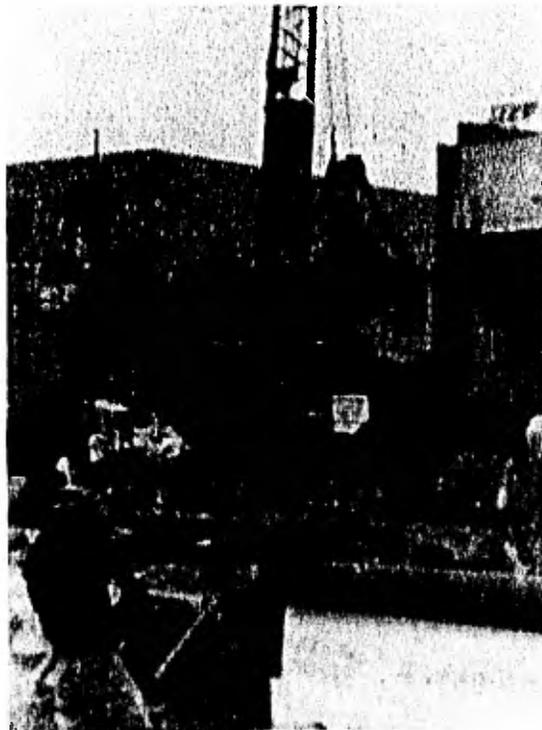


Figura IV-7

A) Zona de Anden.-

Comprende las etapas de la No. 1 hasta la 13 para la cabecera Poniente y de la 1 a la 7 en la cabecera Oriente, para la zona central las etapas 8, 9, 12, 16 y 20.

Antes de iniciar la excavación de las etapas se efectúa una excavación auxiliar inicial de 1.50 m. de profundidad y de 25 m. de longitud medidos a partir del frente de ataque y en el sentido de avance de la excavación, el talud de frente tendrá una inclinación 1,5 : 1 (horizontal-vertical).

En esta etapa no fué necesario poner el primer nivel de puntales. Al irse excavando se pone el primer nivel de puntales a la elevación 32,585 y se continúa con la excavación hasta el nivel 20,585 y se procede a colocar el segun

do nivel de puntales y el tercer nivel de puntales se colocó hasta la elevación 27.135.

Los puntales se colocan por pares, simétricos con respecto a la junta de los muros y separados entre sí 1 m. - centro a centro. Una vez alcanzada la profundidad máxima de excavación se procederá de inmediato a colocar Una Plantilla de grava de 10 cm. de espesor, esto es con el objeto de trabajar en seco y dos horas después se procedió al armado y colado de la losa de fondo. En la zona de cárcamos que se localiza en la cabecera de la estación, el colado tanto de la plantilla como de la losa de fondo se realizó en un ancho de 8.50 m. entre el momento de alcanzar la máxima profundidad de excavación en toda el área de las etapas de excavación de la zona de andén y el inicio del colado de la losa de fondo, se cuidó que no transcurriera más de 12 horas.

En las cabeceras Oriente y Poniente donde se construirán los cárcamos de bombeo de la estación se mantiene un tramo sin excavar de 2 m., tal y como se ilustra en la fig. IV-8., en los cortes G-G y H-H del procedimiento constructivo, los puntales que interfirieron en la zona sin excavar, se colocaron en zanja.

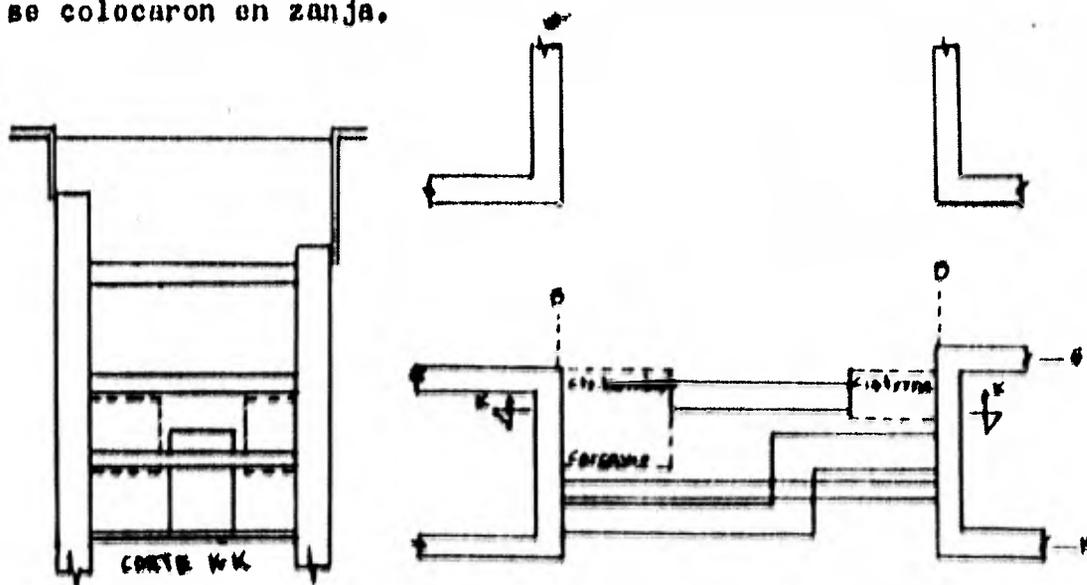


FIG. IV. A

Antes de iniciar la excavación de los cárcamos de cabecera se colocan pares de puntales en zanja, estos puntales se apoyarán en la losa de fondo de andén y en el muro en la elevación 24.485. Para efectuar la excavación de los cárcamos se procede en dos etapas desde el nivel 25.585 y una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación en cada etapa se procede a colocar una plantilla de grava de 10 cms. de espesor y dos horas después se coló la losa de fondo, una vez colada ésta, se procede de inmediato al cimbrado, armado y colado de trabes y muros de cárcamos. Entre el fin del colado de la losa del fondo del cárcamo y el inicio del colado no transcurrió más de 2 días.

La excavación de los cárcamos se efectuó en dos etapas de la misma longitud que la indicada para la losa de fondo del andén.

Se mantiene el bombeo tanto de los pozos localizados en la zona del cárcamo como de los pozos en la zona de andén. El bombeo se suspende en esta zona hasta que se haya logrado la liga estructural de los muros del cárcamo con la losa de andén.

24 horas después de colada la losa de fondo en la zona de andenes se procedió a retirar el tercer y segundo nivel de puntales.

Falla de fondo

En los ejes B, C y D., G., se encuentra alojada la galería de cables, la cual es una zanja que cruza transversalmente al andén, esta zona es la mas baja en la estación, al excavarla ésta, se produjo una falla de fondo ocasionando por dos razones:

- a) Demasiado tiempo en el bombeo.
- b) Dejar la excavación abierta más del tiempo permitido por especificación.

La falla ocurrió como se ilustra en la fig. IV-9.

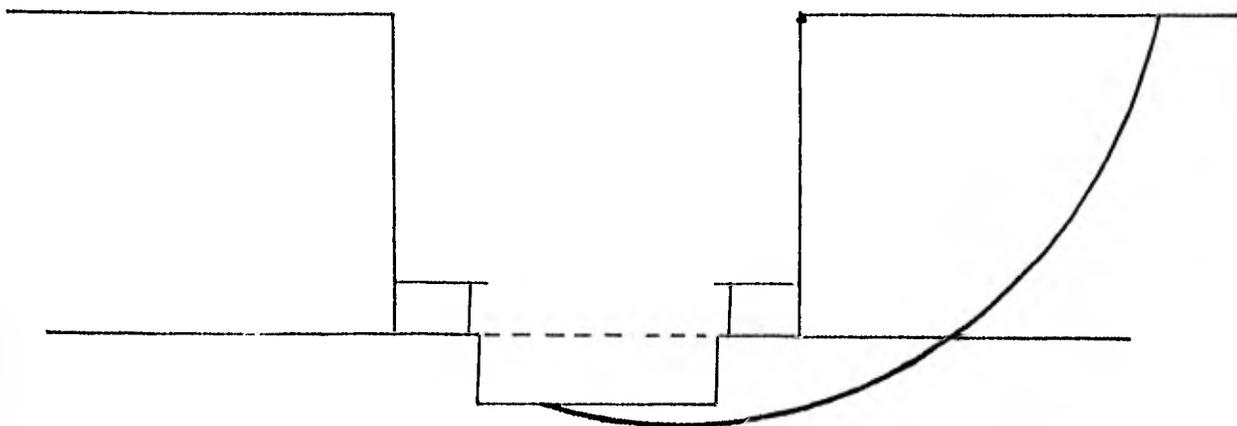


Fig. IV-9 Falla de Fondo

Las señales de la falla de fondo, son principalmente, el hufamiento del fondo de la zona excavada, lo cuál indica que el material perdió todas sus características mecánicas. Lo que se procedió hacer fué rellenar con lastre (varilla desperdicio de material, etc.) de modo que estos se utilizaron como contrapeso para evitar el avance de la falla y al mismo tiempo se estabilizará el suelo, el paso siguiente fué ir colocando balasto en las zonas contiguas y cuando faltaba únicamente este tramo por armar y colar, se hizo el siguiente procedimiento:

Se retira el material utilizado como lastre, así - como también los puntales colocados en la losa de fondo, de inmediato se procede a compactar el material existente, esta compactación se hace con un compactador manual de rodillo liso, dando por lo menos 7 pasadas y cumpliendo con las normas de compactación de la prueba correspondiente. El siguiente - paso es colocar grava hasta alcanzar el nivel del lecho infe-rior de la losa de fondo y posteriormente se arma y se hace el colado de dicha losa.

Simultáneamente se dejan ahogados 14 tuhos de fie-rrro de 4" de diámetro, donde posteriormente se procederá a - inyectar, como puede observarse en la fig. IV-10, a continua-ción se detalla el método de inyección.

INYECCION:

La inyección se realizó con el siguiente equipo

- Planta de lodos
- Compresor
- Perforadores neumáticos
- Bomba tipo Peroni neumática

Y se procedió de la siguiente manera:

Antes de iniciar la inyección, se checa si se deja-ron colocados los tubos de 4" de diámetro que servirán de ho-quillas para efectuar la operación. En caso contrario, se -- perforará la losa de piso, en este caso como hubo una modifi-cación en la posición de los barrenos, se procedió a perfo--

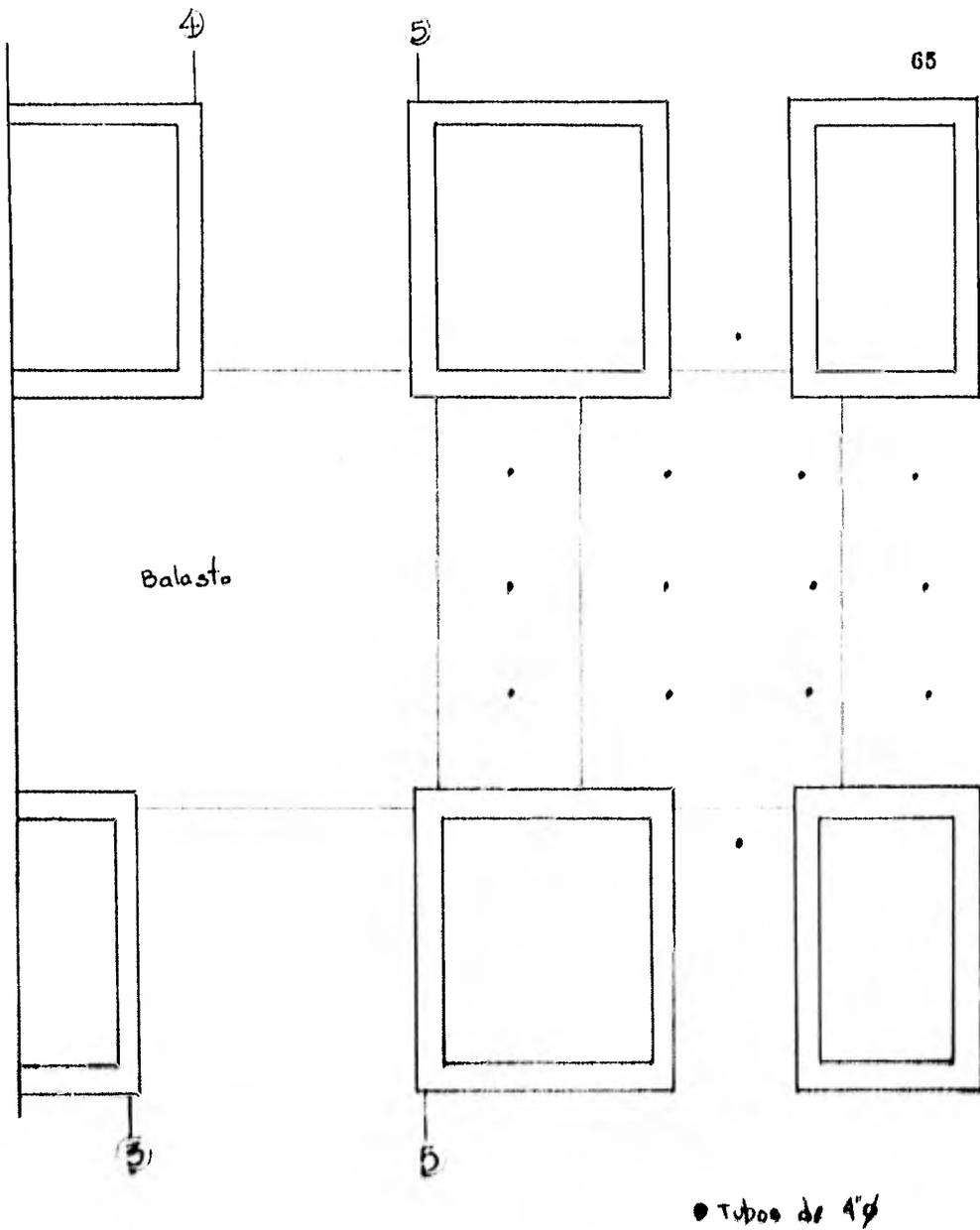


Figura IV - 10

rar la zona de la exgalera de cables, teniendo como restricción de que deben estar coladas todas las zonas contiguas -- como los cuartos técnicos y de servicio.

Por las boquillas se introdujeron tubos de inyección de 1 1/2" de diámetro, perforados sin costura y con una banda de neopreno a cada 50 cm. colocados hasta una profundidad de 5 m. contados a partir del lecho inferior de la losa.

La inyección se aplicó por etapas iniciándose con los barrenos "A" y continuando con los indicados como B y C, como se indica en la fig. IV-11, a continuación se describe el método que se utilizó en cada etapa.

1a. Fase:
Inyección de Vaina

Tiene por objeto fijar el tubo de inyección al terreno y se realizará con una mezcla estable de agua-cemento (a/c = 2) añadiéndole el 15% de bentonita en peso. Esta fase no lleva presión.

2a. Fase:

Una vez fijado el tubo de inyección, se aplica una lechada con una mezcla estable (a/c = 2) añadiéndole 15% de bentonita en peso, hasta alcanzar una presión de 5 kg/cm².

3a. Fase:

Se inyecta una lechada de cemento-arena bentonita, con una proporción de una parte de cemento por dos partes de agua, añadiendo 5% de bentonita en peso, hasta alcanzar una presión máxima de 10 kg/cm² para una profundidad de 0.00 m. a 2.00 m. y hasta una presión máxima de 15 kg/cm² para una profundidad de 2.00 a 5.00 m.

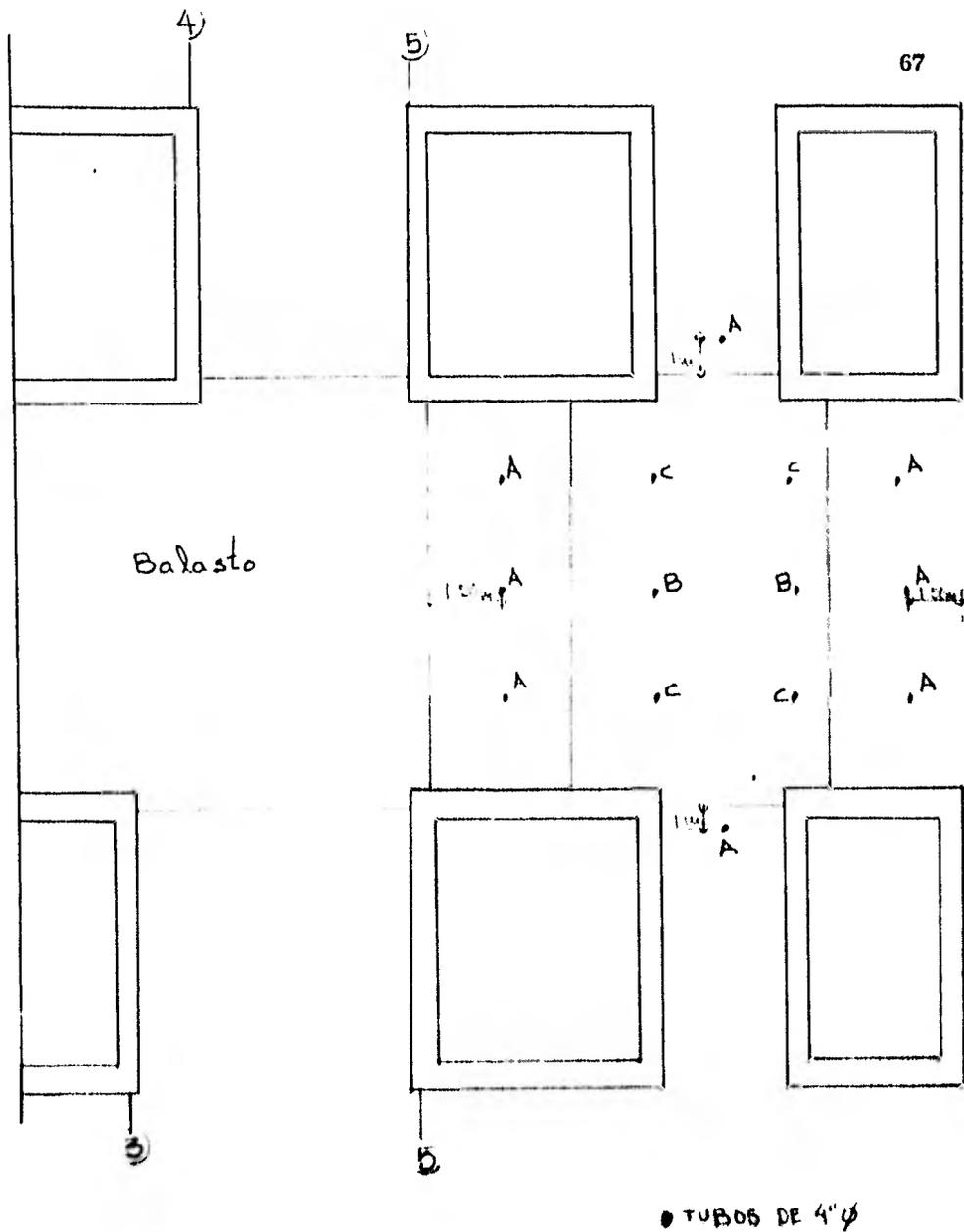


FIG. IV . II Método de Inyección

La inyección de la tercera fase en todos los barrenos, se hace con un aditivo acelerante de fraguado tipo Sika o algún similar, en una proporción de 2% de peso del cemento y se suspende cuando en cada barreno se haya alcanzado un volumen de 6 m^3 , en esta fase o cuando alcance una presión de 15 kg/cm^2 ó cuando el barreno deje de tomar lechada.

Una vez efectuada la tercera fase, se procede a retirar los barrenos de la inyección y colar las preparaciones con un aditivo estabilizador de volumen.

Una vez retirado el segundo nivel de puntales, se procedió al cimbrado, armado y colado de los muros interiores. La construcción de los muros se realizó siguiendo lo especificado en los planos estructurales correspondientes. Efectuado lo anterior, se armó y coló la losa de techo, 24 hrs. después se retiró el primer nivel de puntales.

ZONA DE PASARELA:

Esta zona comprende las etapas 1 a 5, estas se realizaron hasta que se tuvieron colados los muros Norte y Sur y la losa de piso, primeramente se retira el material utilizado como lastre, posteriormente se inicia la excavación de la etapa No. 1 y simultáneamente se hincan viguetas I - 10 auxiliándose de un martinete para el hincado.

La demolición del muro poniente se realiza cuando se inicie la excavación de la etapa No. 1, la excavación para la demolición se realiza en zanjas y en dos etapas, una hasta 1.05 y la otra en lo que resta del muro. La longitud de muro por demoler será de 6 m, aproximadamente, se inicia la excavación de las etapas hasta el nivel 24.085 y se coloca el primer nivel de puntales en la elevación 25.585.

Para el segundo nivel de puntales se excava hasta el nivel 23.285 para colocarlos en el nivel 23.585, la pre--

carga que se les aplica a los puntales es de 30 ton. a excepción de los que van apuntalados en las viguetas a los cuales se les aplica una precarga de 20 ton.

Una vez alcanzada la máxima profundidad de excavación en cada una de las etapas, se procede a colocar una plantilla de grava de 10 cms. de espesor y dos horas después procede a armar y colar la losa de piso, se debe cuidar que entre los inicios de la excavación y el colado de la losa de fondo no deben transcurrir más de 18 hrs.

La losa de piso de las etapas circundantes, al cárcamo se suspenden 50 cm. antes del paño anterior del cárcamo. Cuando se hubo colado la losa de piso de la etapa No. 4 se procede a hincar viguetas I-10" en el perímetro del cárcamo, se inició la excavación del cárcamo hasta que se haya colado la losa de piso de la etapa No. 5, así mismo se coloca el primer marco en la elevación 22.285, posteriormente se inicia la excavación y se suspende hasta el nivel 21.335 para colocar el segundo marco en el nivel 21.535. Se continúa con la excavación y cuando se alcanzó la máxima profundidad se colocó una plantilla de grava de 10 cm. de espesor y dos horas después se empieza a armar y colar la losa de piso, el tiempo máximo entre el inicio de la excavación del cárcamo y el inicio del colado de la losa de piso es de 12 horas, cuando el concreto de la losa de piso alcance su máxima resistencia se retira el segundo marco y se inicia el armado y colado de los muros hasta ligarlos con la losa de pasarela, Figs. IV-12 y IV - 13.

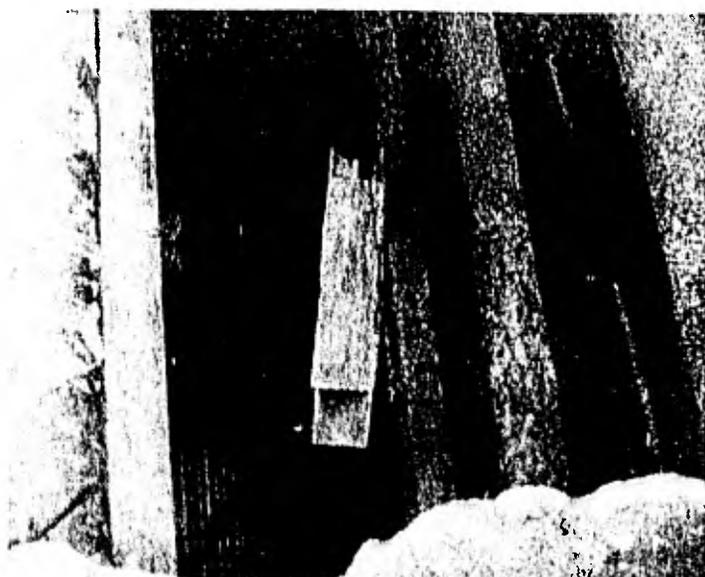


Fig. IV-12 Armado losa piso

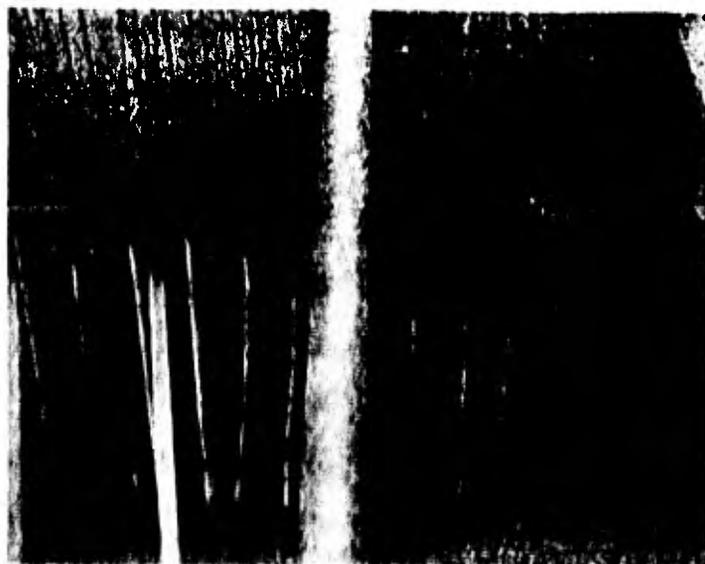


Fig. IV-13 Armado y cimbrado muro
estructural

ZONA DE VESTIBULOS:

Comprende de las etapas No. 1 a la 11, se inicia - la excavación en la cota 32.171 hasta alcanzar el nivel - - 30.685 y se coloca el primer nivel de puntales en la elevación 30.95. Para la colocación del segundo nivel se excava - hasta la elevación 28.085 y se colocan los puntales en la -- elevación 28.385.

Se continúa la excavación hasta alcanzar la máxima profundidad y se colocó una plantilla de grava de 10 cms. de espesor, inmediatamente se procede al armado y colado de la losa de fondo.

Veinticuatro horas después de colada la losa, se - retira el segundo nivel de puntales, hecho esto, se procede al armado y colado de los muros de acompañamiento, dejando - cajas donde los puntales interfieran con estos trabajos, - - cuando los muros alcancen su resistencia de proyecto, se cue la la losa superior y el primer nivel de puntales se retira 24 horas después de colada la losa superior, relleno los huecos dejados por los puntales de concreto con aditivo estabilizador de volumen.

CARCAMO Y CISTERNA EN BANITARIOS PARA EMPLEADOS:

Esta zona se encuentra localizada entre los ejes - 3-5 y G-H y comprende la etapa 2: Una vez alcanzada la profundidad máxima de excavación de esta etapa a nivel de vestibulo, se procede a la excavación de la zona de cárcamo y de la cisterna hasta la elevación 26.135 y colocando un nivel - de puntales en la elevación 26.435, como podemos observar en la fig. IV-14 y IV-15.

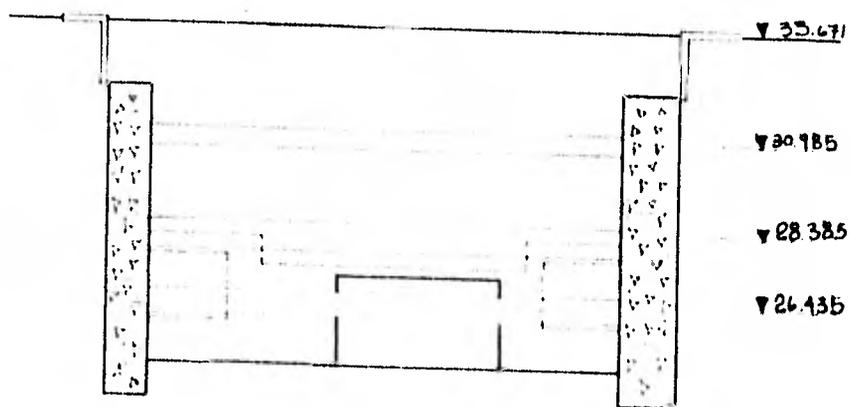
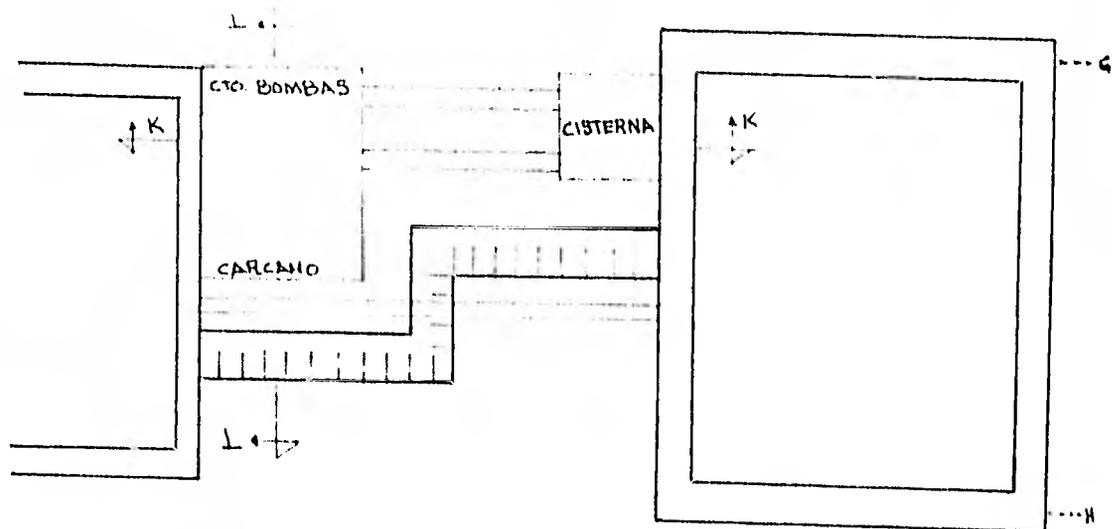


FIG. IV . 14 CORTE K - K

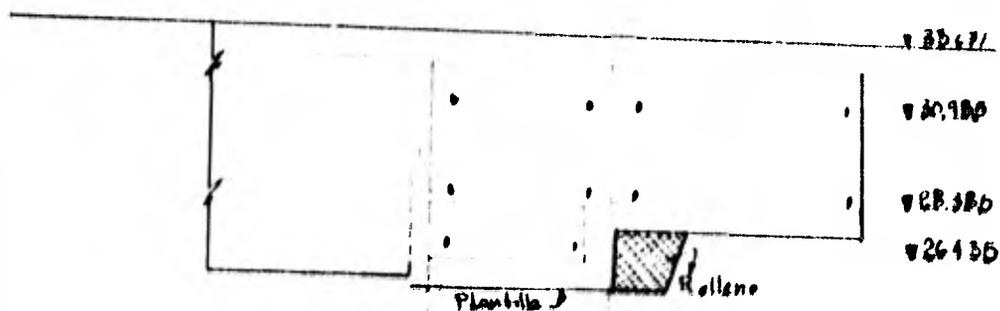


FIG. IV . 15 CORTE L - L

Una vez alcanzada la profundidad máxima de excavación, se procede a colocar una plantilla de grava de 10 cms. de espesor, inmediatamente despues, se procede al armado y colado de la losa de fondo tanto del cárcamo como de la cisterna. Veinticuatro horas después de coladas las losas del cárcamo y de la cisterna, se cambia el tercer nivel de puntales apoyándolas en las losas antes coladas, posteriormente se procede al armado, cimbrado y colado de los muros.

Se cuida que entre el fin del colado de las losas de fondo del cárcamo y de la cisterna y el inicio del colado de los muros no deben transcurrir más de 24 horas.

Tres días después de terminado el colado de los muros, se procedió a colocar el relleno existente entre el cárcamo y la cisterna con material areno limoso (tepetate).

El tercer nivel de puntales queda ahogado en el relleno.

ZONA DE ACCESOS:

Estas zonas comprende las etapas No. 13 y 14, las áreas de excavación, los taludes que la limitan y el nivel de los puntales de estas zonas se muestran en la fig. IV-16.

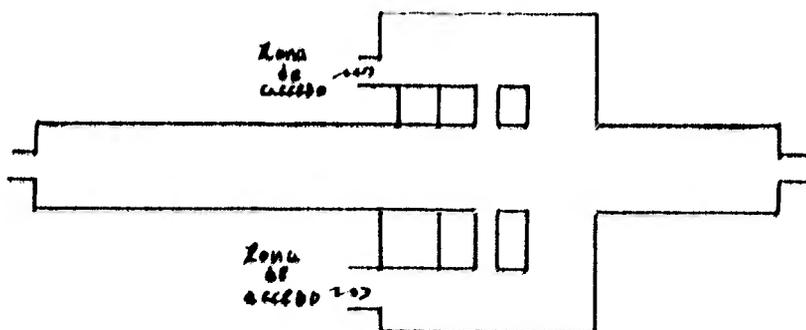


Fig. IV.16

Los puntales se colocan conforme se vayan descu --
briendo sus puntos de aplicación.

Alcanzada la máxima profundidad, se coloca una plan
tilla de grava de 10 cm. de espesor con un aditivo acelerante
de fraguado, inmediatamente después, se inicia el colado y -
armado de la losa de fondo.

ZONA DE LOCALES Y CUARTO DE ASEO

Esta zona comprende las etapas 11, 12 y 13 las que
se realizan sin apuntalamiento; por lo que es requisito in--
dispensable antes de proceder a la excavación de estos loca-
les, que las losas superiores circundantes se encuentren co-
lados y se hayan retirado todos los puntales.

Se inicia la excavación desde el nivel del terreno
hasta alcanzar la máxima profundidad de excavación y se colo
ca una plantilla de grava de 10 cm. de espesor, de inmediato
se inicia el armado y posteriormente el colado de la losa de
fondo.

REPARACION DE LOS MUROS TABLESTACA

En la zona de locales comprendidos entre los ejes
5, 6 y C, D; 7, 8 y C, D; 5, 6 y G, H.; y 7, 8 G, H.; como se
ilustra en la fig. No. IV-17.

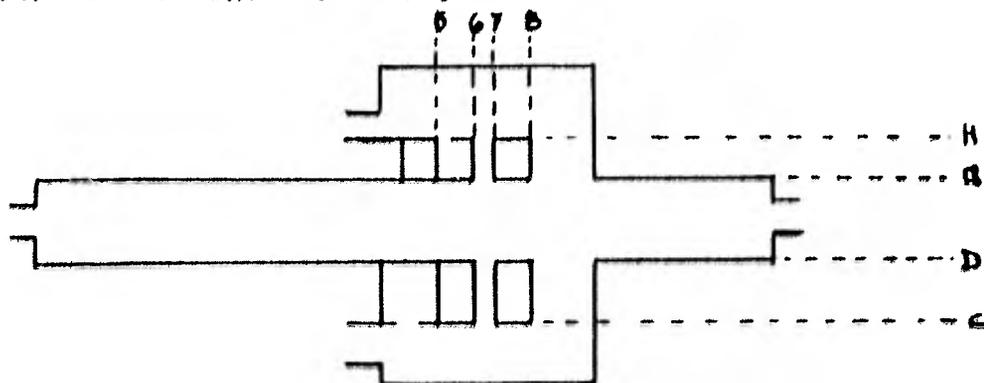


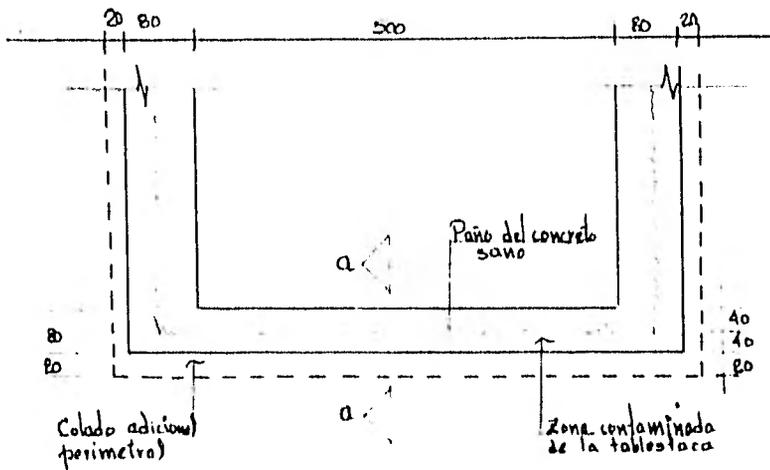
Fig. IV , 17

Resultó que al terminar la excavación se descubrió que los muros tablestacas estaban contaminados con lodo bentonítico, o sea que el armado contenía grumos (Cake) de dicho lodo, razón por la cual el concreto no pudo desalojar -- los grumos y por consiguiente quedaron mal construidos. Es -- estos grumos se formaron por dejarse el lodo bentonítico más -- tiempo del especificado por lo que tuvo el tiempo suficiente para modificar sus propiedades tanto físicas como mecánicas para las cuales estaba diseñado.

Primeramente para limpiar el armado del muro tablestaca se realiza con el método de chorro de arena y también -- con pistolas neumáticas o martillos.

Una vez que quedó limpio de lodo contaminado el lugar, quedó listo para su reparación, es importante mencionar que el concreto lanzado que se empleó cumplió con las características de calidad y resistencia para garantizar el trabajo estructural de los elementos en cuestión.

El método que se empleó consiste en mezclar cantidades medidas de agregados, cemento, agua y un aditivo acelerante de fraguado, para introducir la mezcla resultante en -- un recipiente y conducirla neumáticamente a través de una -- manguera y expulsarla finalmente por una boquilla. También es importante que este procedimiento se garantice que la variación agua-cemento sea máxima ya que a su vez esto garantiza la resistencia requerida, en la fig. IV-18, IV-19, IV-20 y IV-21, se muestran los detalles de armado y colado.



76

Fig. IV.18 PLANTA

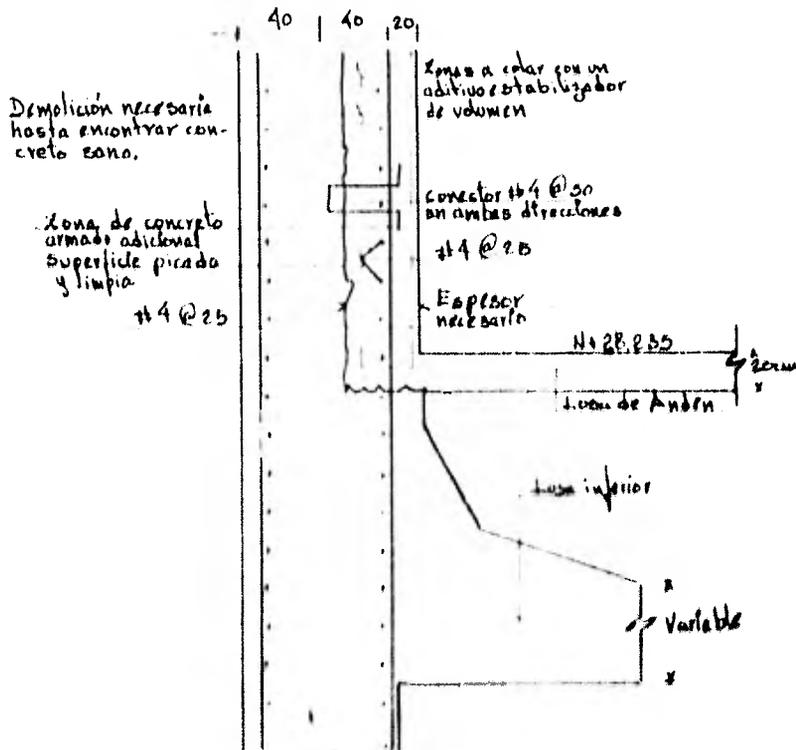


FIG. IV.19 CORT. A - A

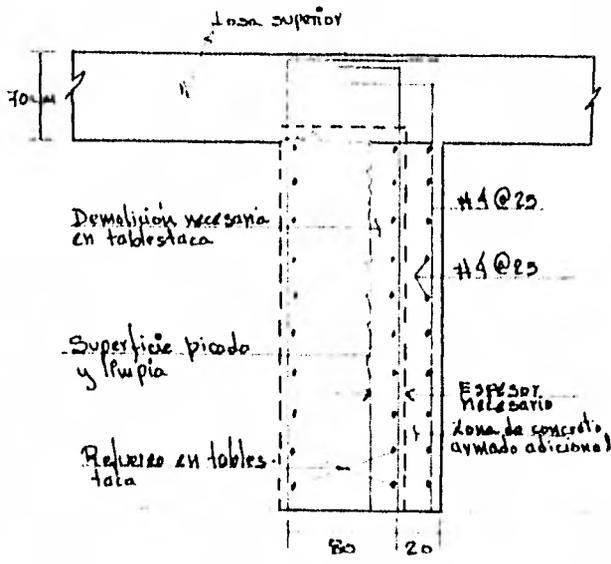


FIG. IV.20 DETALLE LOSA SUPERIOR

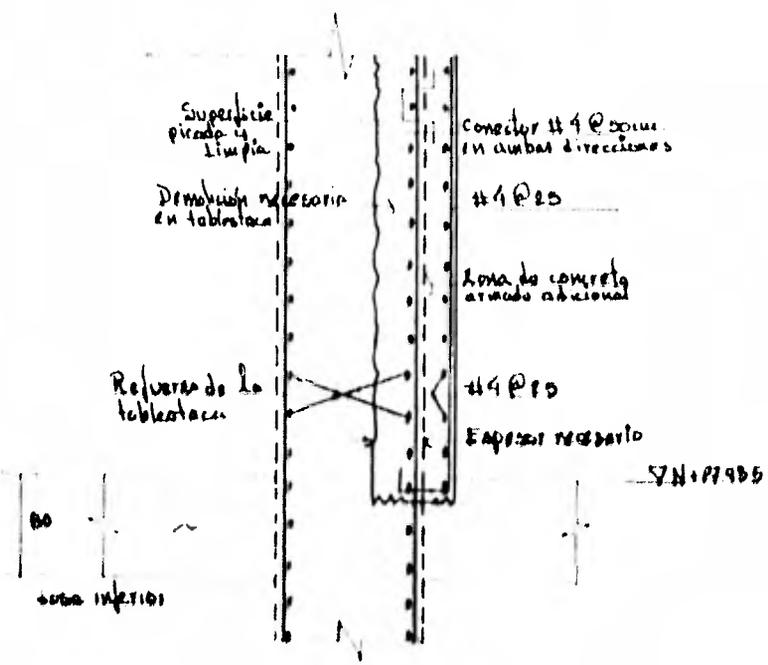


FIG. IV.21 DETALLE LOSA INFERIOR

COLOCACION

Para su colocación se llevó las siguientes normas:

- a) Presión de lanzado: Esta presión debe mantenerse entre 3.5 y 4.5 kg/cm² y para garantizar el aire se contó con un compresor y todo el equipo restante.
- b) Posición de lanzado: La posición de lanzado debe ser normal a la superficie del muro para lo cual se cuentan con andamios portátiles.
- c) Secuencia: El lanzado se hace de abajo hacia -- arriba en franjas de 6 m. aproximadamente.
- d) Espesor de las capas: El espesor máximo es de - 30 cm. y se aplica en forma continua para garantizar el espesor se colocan maestras.

CONTROL DE CALIDAD

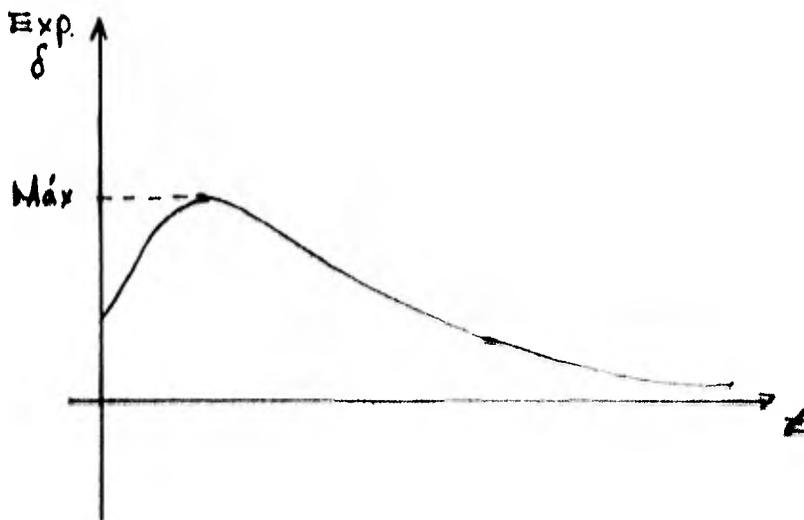
Para estas, se efectúan pruebas de resistencia y ca lidad de los agregados, así como pruebas de resistencia, pla borados con la mezcla por usar a edades de 24 hrs., 3, 7 y - 28 días, también se verifica la dosificación empleada.

V.- CONTROL DE HUNDIMIENTOS

V.- CONTROL DE HUNDIMIENTO:

Ya que la zona donde se encuentra alojada la estación Hangares, es arcilla que se encuentra con un contenido de agua bastante grande alrededor de 300 ó 400 % y el nivel freático se encuentra muy superficialmente, se tuvo que buscar un procedimiento de bombeo tal que al excavar se tuviera un mínimo de problema originado por la descarga que provoca ésta.

El principal objeto del abatimiento del nivel freático es la disminución de la presión de poro de la arcilla se provoca un aumento en la presión efectiva, que actúa como una sobrecarga a la arcilla subyacente, esta sobrecarga compensa en parte los efectos de la descarga originada por la excavación, disminuyendo de esta forma la magnitud de las expansiones inmediatas por esta misma razón los movimientos elásticos verticales causados por la arcilla al colocar las cargas de la estructura, se reducen importantemente así como los movimientos a largo plazo, un resultado gráfico de estudios previos es el siguiente:



Por otra parte el reducirse la magnitud de las expansiones, la pérdida de la resistencia al corte de las arcillas del fondo de la excavación es mínima, manteniéndose en esta forma la estabilidad del fondo de la excavación ya que los factores de seguridad contra estas fallas son pequeños.

Al producirse el flujo hacia el pozo, la dirección de las fuerzas de filtración cambia favoreciendo la estabilidad del fondo de la excavación y la de los taludes del -- frente de excavación. Considerando el tipo de suelo para -- este caso la ocurrencia de las ventajas anteriores está iniciando el bombeo previo a la excavación por lo menos 6 días antes de la excavación.

Para este efecto se usaron los procedimientos:

- A) Electrosmosis
- B) Pozo de bombeo

I. Ademe de los pozos de bombeo.

Los ademes de los pozos son tubos de fierro de 4" de diámetro, ranurados en toda su longitud excepto 1.50 m en el extremo superior y 0.50 m. en el extremo inferior y estarán provistos de tres aletas formadas por varillas de 3/4", estas aletas se colocarán en toda la longitud del ademe con objeto de centrarlo dentro de la perforación y asegurar el contacto eléctrico entre el ademe y la masa del suelo, de este modo queda constituido el cátodo del sistema electrosmótico.

II. Bombas de extracción de agua

Para la extracción del agua del interior de los pozos, se utilizarán bombas de pozo profundo del tipo eyector de 1" x 1 1/4" operando a una presión de 5 kg/cm².

III. Varillas Anodo

Se colocarán varillas de acero de 1" de diámetro -- que constituyen el ánodo del sistema, éstas se hincan para asegurar el contacto con la masa y su distribución es la siguiente.

D) Localización y profundidad de los pozos cátodo y varillas ánodo del sistema electrosmótico.

La ubicación de los pozos cátodos y varillas ánodo se presentan esquemáticamente en la fig.

En los cárcamos de cabecera Oriente y Poniente, los pozos se perforaron hasta la elevación 16,385, a lo largo de los andenes hasta la elevación 19,585. A excepción de los que se encuentran sobre los pasos inferiores de peatones donde se perforarán hasta 16,385 y en el cárcamo -- ahí localizado hasta 13,585.

En la zona de galería de cables, los pozos se perforan hasta 16,785 en la zona de vestíbulos hasta la elevación 23,035. En sanitarios y en la cisterna de sanitarios, los pozos se perforan hasta la elevación 19,335 y finalmente en los cuartos de extracción de aire, se perforaron hasta la elevación 21,835. Para todos los (d) pozos de las zonas mencionadas con anterioridad, el nivel de succión de las bombas se localiza a 5.0 m. abajo de la profundidad máxima de excavación de la etapa en cuestión. A excepción de las bombas localizadas en la zona de vestíbulos en la que el nivel de succión quedará a 2m. --

abajo de la profundidad máxima de excavación. Las varillas ánodo, se hincaron hasta 7 m. por abajo de la máxima profundidad de excavación, excepto en la zona de vestíbulos las que se darán hasta 5 m. abajo de la profundidad máxima de excavación.

IV. Tiempo y Longitud de las zonas de Tratamiento

Se conectan los electrodos hasta el cátodo (negativo) como el ánodo (positivo) a una fuente de corriente continua capaz de mantener un gradiente eléctrico de 0.15 a 0.30 volts/cm condición que prevalece desde el inicio hasta el final del bombeo. Se empezó a bombear y a aplicar el tratamiento eléctrico en una longitud de 20.0 m. ocho días antes de empezar la excavación y se continúa el bombeo cuidando no sobrepase la longitud antes indicada, medida a partir del frente de ataque donde se está construyendo la losa de piso.

El bombeo es el tratamiento eléctrico en cada etapa constructiva se suspenderá cuando se haya colado la losa de piso correspondiente y además cuando ya no se tenga influencia sobre alguna etapa de excavación posterior a realizar, se considera que el radio de influencia de cada pozo es de 10 metros.

V. Control del sistema Electrosmótico

Se lleva un registro diario con el fin de controlar el funcionamiento del sistema electrosmótico para lo cual se contempla los siguientes aspectos.

- Presión de operación de las bombas
- Gasto extraído
- Nivel dinámico (profundidad del espejo de agua)
- Voltaje y amperaje.

Además se lleva un control en cuanto a seguridad, verificando que el personal que labora en esta zona cumpla con las medidas de seguridad.

Se presentan mas gráficas en las cuales se muestra los movimientos de la estación, sufridos durante la excavación.

En resumen, se tuvieron muchos movimientos debido a diferentes causas, siendo la mas común, el factor -- tiempo entre el inició del bombeo y el inicio de la excavación, que provocó asentamientos considerables a las estructuras adyacentes, siendo necesaria la reparación de las mismas y se estuvo a punto de haber una falla de fondo como se comentó anteriormente.

INSTRUMENTACION

1. Control de movimientos de la excavación.

Para conocer y controlar los movimientos que se presentarán antes, durante y después de la excavación del cajón, se instalaron bancos de niveles profundos desplantados a una profundidad de 10.00 m con respecto al nivel del terreno natural, que equivale aproximadamente a 2.00 m. en promedio por abajo del fondo de la excavación de la losa de piso.

Estos bancos de nivel profundos, estarán constituidos por un tubo de 1" de diámetro, encamisados con un tubo metálico galvanizado de 3" de diámetro; los cuales quedarán fijos en el fondo de la perforación en que se instalen.

A cada banco de nivel profundo, se le asignará una elevación referida al banco de nivel superficial más cercano, de los utilizados por el departamento de topografía y via para la nivelación del subtramo.

Las lecturas serán tomadas dos veces al día.

Con todos los datos obtenidos, se elaborarán gráficas de movimientos vs. tiempo utilizando una escala 1:1 deberá anexarse a estas gráficas la historia de la excavación del subtramo anotando en ellas las fechas notables como son fecha y hora en que se llegó a la máxima profundidad de excavación, colado de l'antilla, losa inferior, superior, etc.

II. Control de movimientos en la superficie.

Este control se llevará a cabo mediante líneas

de colimación localizadas sobre la banqueta a cada lado del cajón, cada línea, estará constituida por 7 puntos - separados a 5 m. entre sí y tendrá una longitud de 30 m. cuyo centro corresponderá a uno de los bancos de nivel - profundos.

Todos los puntos de cada línea de colimación se ubicarán inicialmente sobre un eje y se medirán posteriormente las deformaciones transversales y verticales - que sufrá cada punto por efecto de la construcción.

Las lecturas serán tomadas una vez cada tercer día durante el período de excavación y hasta el colado - de la losa de piso. Finalmente se tomarán lecturas una - vez por semana.

III. Nivelación de los paramentos de las construcciones vecinas.

Sobre los paramentos de las construcciones se ubicarán puntos de referencia o "PALOMAS" a cada 25 m. - a todo lo largo del cadenamiento, que serán nivelados -- periódicamente con objeto de detectar los movimientos -- que en estas zonas pueda generar la excavación.

IV. Piezómetros neumáticos

Se instalarán 5 piezómetros neumáticos, a profundidades variables 10 y 15 m., estos piezómetros estarán alojados dentro de perforaciones de 6".

Arriba del filtro se colocará un sello de 0.50 m. de espesor constituido por holas de cemento-bentonita sobre el cual se colocará nuevamente material de relleno.

Los Piezómetros se alojarán dentro de un ademe metálico o de PVC de 2" de diámetro.

La frecuencia de lecturas será:

- Una vez al día durante la semana anterior al inicio del bombeo.

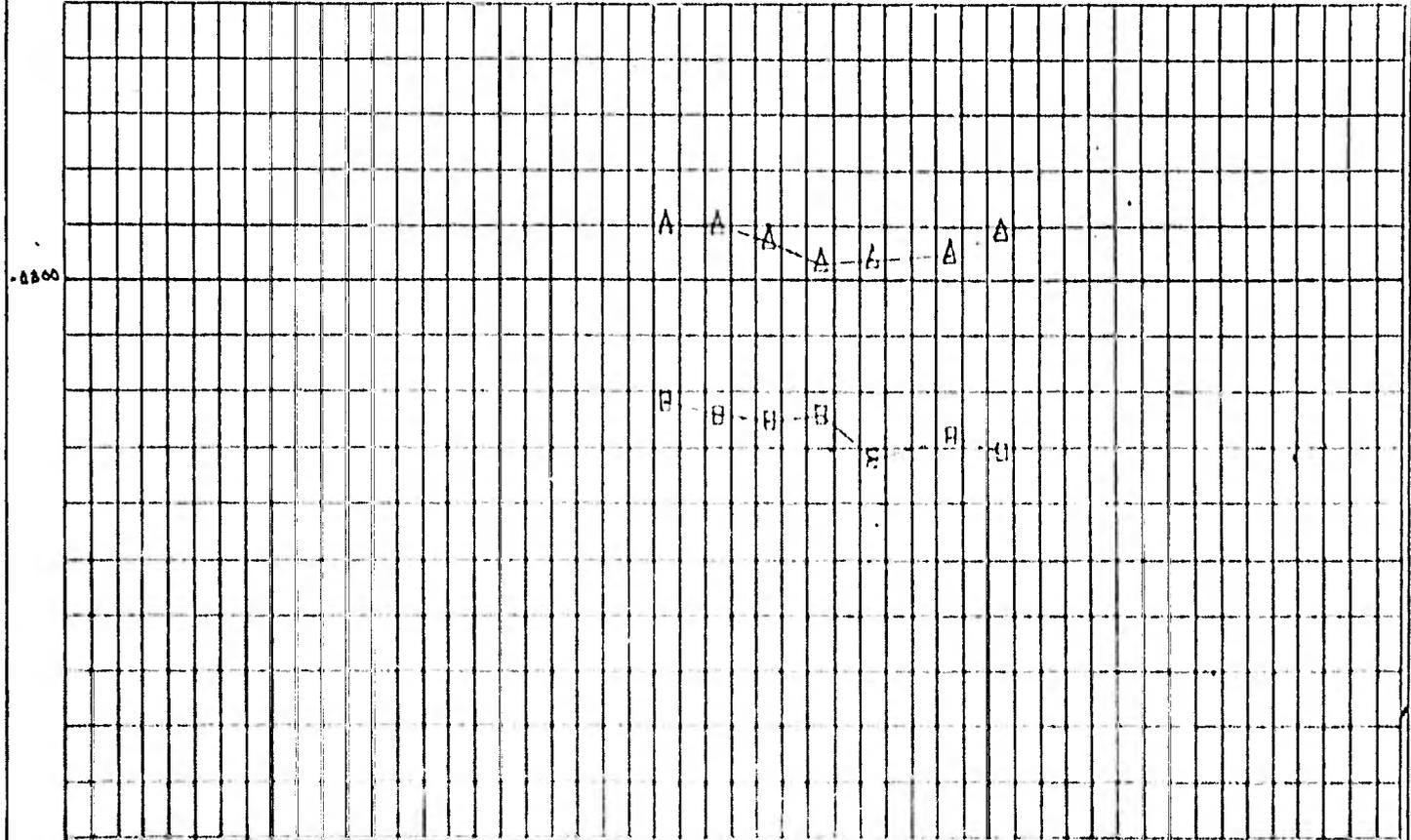
- Dos veces al día durante el período de excavación y,

- Una vez por semana hasta completar dos meses después de colada la losa del piso.

Los resultados obtenidos deberán dibujarse en gráficas donde aparezca el tiempo VS. presión de agua.

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

E S C A L A V E R T I C A L I I E N C M S.



EXEMPLOS

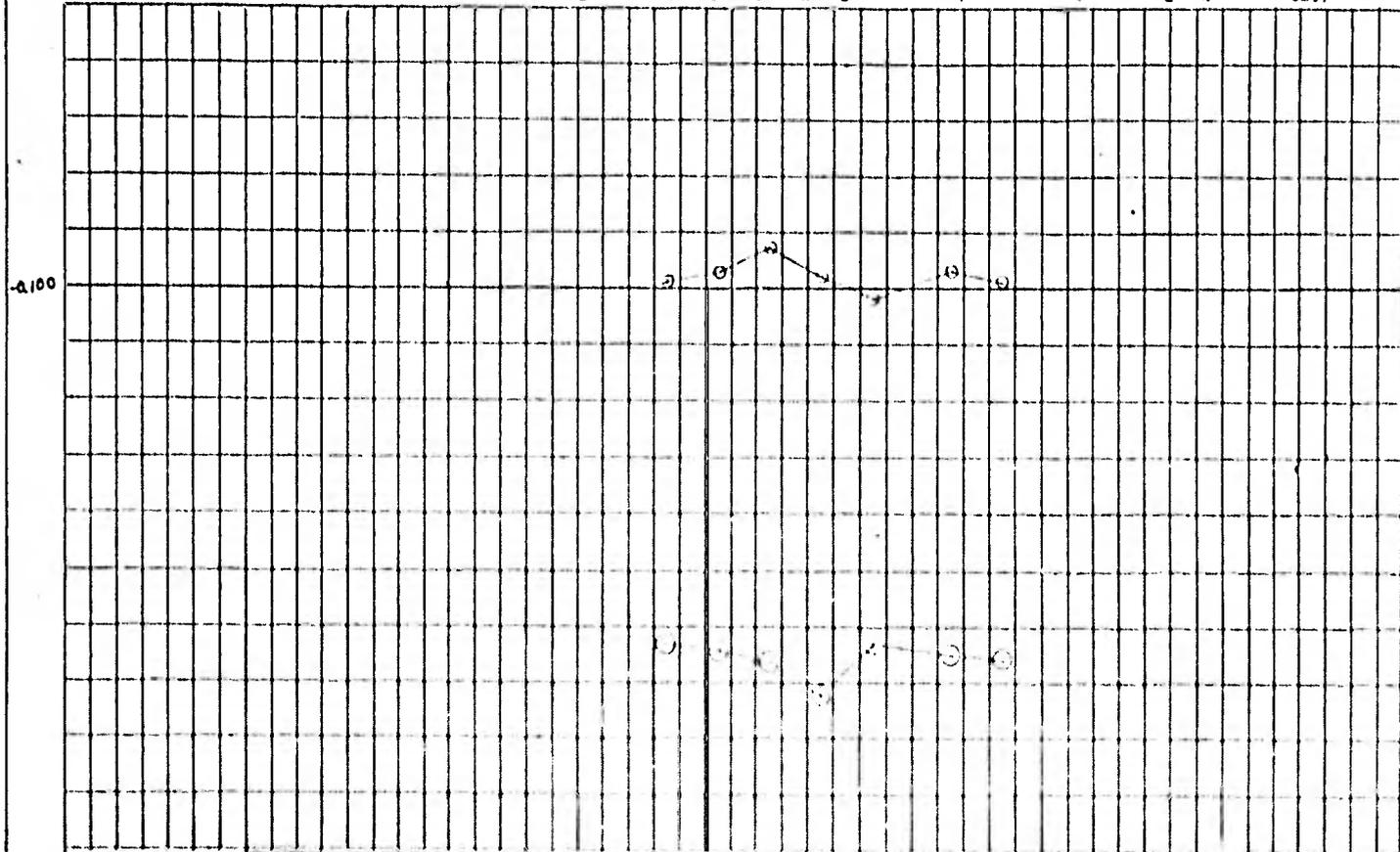
GRAFICA PARA EL CONTROL DE MOVIMIENTOS EN EL
 TRAMO - BARTILAN - HANTEL DE LINEA CIRCULO
 DESPLAZAMIENTOS VERTICALES
 SECCION DE CONTROL 51570,000
 PUNTA PASADIZO (BOCA)

SIMBOLOGIA:
 Δ TALLA 32
 □ " 11

79-11,8-553-III- 85-2171-1.
 1911.5.3. 01 67

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

E S C A L A V E R T I C A L I I E N C M S.



FORM 1-41-53

GRAFICA PARA EL CONTROL DE MOVIMIENTOS EN EL TRAMO ESCIPIL - MICHAS DE LINEA SUCO

UNIDAD TECNICA Y TIEMPO
 SECCION DE CONTROL DE OBRAS
 TALLERES PARTICIPADO (SUCO)

SIMBOLOGIA	
○	ESCALA 31
○	" 32
○	" 33
○	" 34
○	" 35
○	" 36
○	" 37
○	" 38
○	" 39
○	" 40
○	" 41
○	" 42
○	" 43
○	" 44
○	" 45
○	" 46
○	" 47
○	" 48
○	" 49
○	" 50
○	" 51
○	" 52

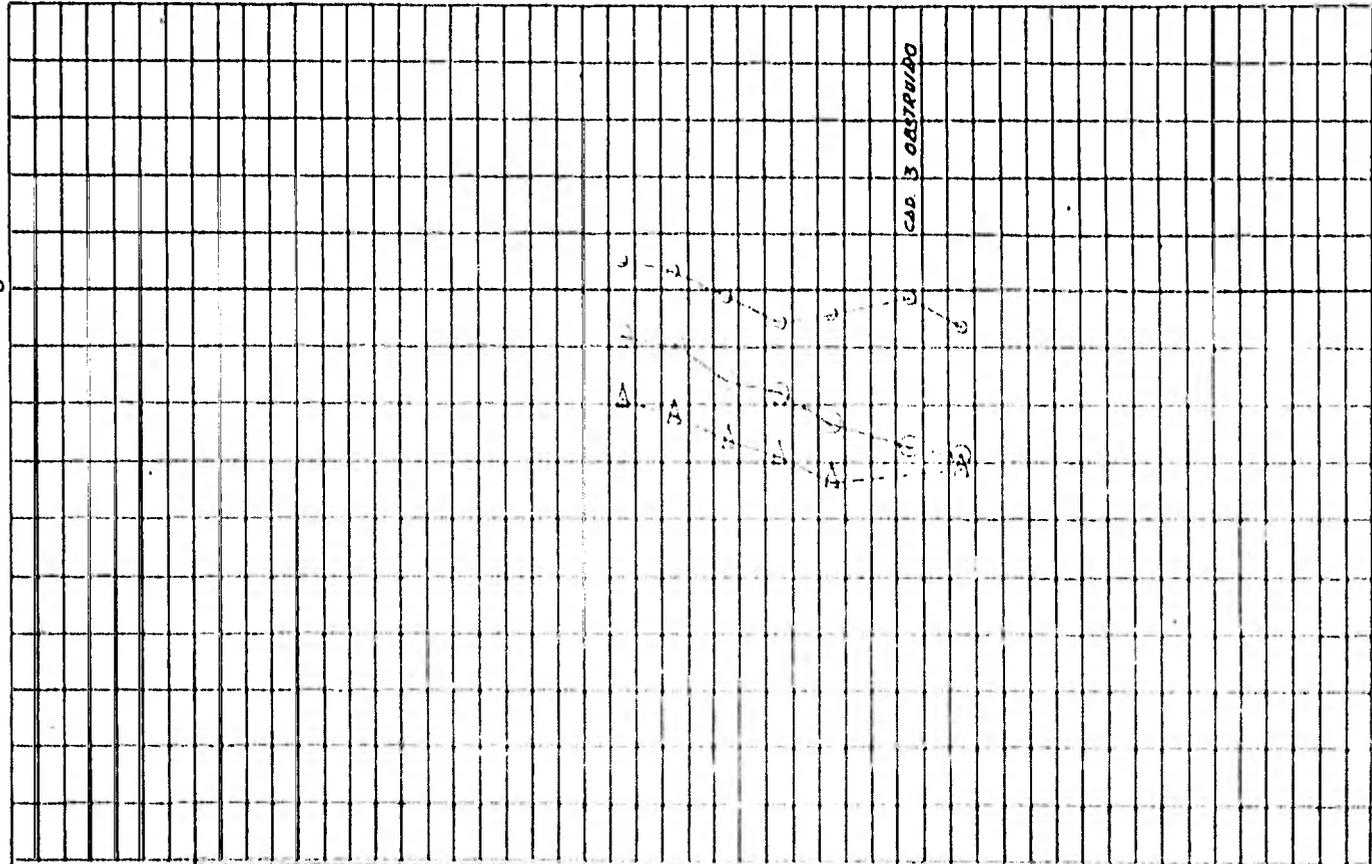
70-71,8-553-111- 65-2171-d.

NOVA 52 DE 59

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

E S C A L A V E R T I C A L I F I E N C I A

0.200



RESUMEN

GRAFICA PARA EL CONTROL DE MOVIMIENTOS EN EL TRAMO PANITLAN - HANGARÉS DE LINEA CINCO

DIRECCION DE OBRAS Y REPARACIONES
 SERVICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO
 LINEA DE OBTENCION (MONTAJE)

SIMBOLOS	
○	C.A. 1
○	C.A. 2
○	C.A. 3

79-VI.8-553-III-87-2171-J

NO. 150 DE 61

VI.- PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS

Antes de iniciar las obras, se elaboran programas relativos al proceso de construcción, incluyendo los acabados, ya que estos dan una base concreta del personal que se va a utilizar, maquinaria, equipo, etc., y al mismo tiempo nos da una idea del volumen de obra a ejecutar así como su costo, también permite una mejor planeación de la obra.

Se enunciará los pasos principales para determinar los programas de obra. Se hace mención que las obras - preliminares como construcción de atarjeas, colectores, demolición y construcción de una escuela de aviación, red de agua potable, teléfonos, etc., ya han sido ejecutados y se elaborará el programa únicamente en lo referente a la construcción de la Estación Hangares, línea 5 del METRO.

1.- CANTIDADES DE OBRA:

A continuación se enumeran los conceptos agrupados por etapas constructivas, mismos que posteriormente servirán para determinar los tiempos de ejecución en base a rendimientos observados:

A) BROCAL:

- a) Demolición de concreto asfáltico
- b) Demolición de concreto hidráulico
- c) Excavación de zanjas en material común
- d) Moldes para brocal
- e) Fierro de refuerzo grado estructural en brocal
- f) Suministro y colocación de concreto en brocal
- g) Carga a mano de material producto de excavación
- h) Acarreos de material producto de excavación

B) MURO MILAN:

- a) Excavación en zanjas para muro colado in situ
- b) Lodo bentónico en excavación

- c) Fierro de refuerzo de grado duro para muro
- d) Suministro y colocación de obra
- e) Acarreo de material producto de excavación

C) EXCAVACION DE NUCLEO:

- a) Demolición de concreto asfáltico
- b) Demolición de concreto hidráulico
- c) Excavación de andén
- d) Excavación de Vestíbulo Sur
- e) Excavación de Vestíbulo Norte
- f) Colocación de puntales metálicos
- g) Acarreo de material producto de excavación

D) LOSA DE PISO:

- a) Preparación de losa inferior y muro
- b) Colocación de grava en plantilla
- c) Fierro de refuerzo grado duro en losa de piso,
- d) Moldes para tapones
- e) Suministro y colocación de concreto en losa de piso.
- f) Armado y colado en losa andén

E) MURO ESTRUCTURAL:

- a) Fierro de refuerzo grado duro para muro
- b) Moldes metálicos para cimbrado
- c) Colocación de puntas entre muro y losa de piso,
- d) Suministro y colocación de concreto

F) ZONA PASAJERA:

- a) Fierro de refuerzo grado duro para columnas, trabes, contratrabes y escaleras.

- b) Cimbrado del inciso (a)
- c) Colado de cárcamos
- d) Colado de columnas, trabes, contratraves - y escaleras.

G) LOSA DE TECHO:

- a) Preparación de junta entre muro y losa superior.
- b) Colocación de losas precoladas TP-33 y - - TP-34
- c) Fierro de refuerzo grado duro en losa de - techo
- d) Colocación de concreto en losa de techo.

MURO MILAN

CONCEPTO	U	(M) LONG.	CONSTANTE / ML	CANT.
Excavación en zanja para - muro colado in situ.	M ³	374	0.85 x 9.83 x 1.00=8.35	3124.95
Lodo bentónifico en excava ción.	M ³	374	0.85 x 9.83 x 1.00=8.35	3124.95
Fierro de refuerzo para mu ro colado in situ.	Kg	374	734.20kg./Ml (1)	274590,8
Moldes metálicos para muro colado in situ.	Pza.	62		62
Concreto f'c = 175 kg/cm ²	M ³	374	9.83 x 0.85 x 1 =8.35	3125
Acarreo de mat. producto - de excavación.	Viaje	-	$\frac{3125 \times 1.5}{7}$ (Conf. Abound)=670	670

(1) Según planos estructurales

EXCAVACION DE NUCLEO:

CONCEPTO	U	LONG. (M)	CONSTANTE / ML.	CANTIDAD
Demolición de concreto Asfáltico.	M ³	150	$\left[(150 \times 18) + (48 \times 50) + (10 \times 10) + (10 \times 7) \right] \times 0.10 = 527$	527
Demolición de concreto Hidráulico.	M ³	150	$\left[(150 \times 18) + (48 \times 50) + (10 \times 10) + (10 \times 7) \right] \times 0.20 = 1054$	1054
Excavación de andén a Cielo Abierto	M ³	150	$(18 \times 9.83) = 176.94$	26541
Excavación de Vestíbu- lo Sur.	M ³	48	$(25 \times 9.83) = 245.75$	11796
Excavación de Vestíbu- lo Norte	M ³	48	$(25 \times 9.83) = 245.75$	11796
Colocación de Puntales Metálicos.	Pza.	A 150 V.S.48 V.N.48		389
Acarreo mat. prod. de excavación.	Viaje	--	$\underline{(26541 \times 1.5) + 1581 \times 1.4} = 6003$	6003

MURO ESTRUCTURAL:

C O N C E P T O	U	LONG.	CONSTANTE	CANT.
Fierro de refuerzo para muro colado.	Kg	529	750(1)kg	396750
Cimbra para muro	M ²	529	9.63	5094 .27
Concreto f'c=200 kg/cm ²	M ³	529	9.63x0.85=8.18	4327 .22

(1) Según planos estructurales

II.- TIEMPOS DE EJECUCION

1) Tiempos de ejecución para brocal:

A continuación se da los rendimientos observados para los diferentes conceptos de obra por ejecutar :

<u>PERSONAL</u>	<u>ACTIVIDAD</u>	<u>RENDIMIENTO EN 10 HS.</u>
Cuadrilla de perforistas 1 Cabo 5 Perforistas 5 Ayudantes	Demolición concreto asfáltico.	35 M ³ -290 ML
Cuadrilla de perforistas	Demolición concreto Hidráulico.	12M ³ -36ML
Cuadrilla de peones 1 Cabo 10 peones	Excavación a mano - en zanja en material común.	50M ³ -36ML
Cuadrilla de peones	Carga de mano de ma- terial producto de - excavaciones y demo- liciones.	60M ³ -34ML
Cuadrilla de carpinteros 5 Carpinteros 5 Ayudantes	Colocación de moldes para brocal.	100M ² -30M

Cuadrilla de Colado Colocación de Concreto 30 M³-45 M.
 1 Cabo en brocal.
 1 Carpintero
 1 Ayudante
 2 Vibradoristas
 4 Carretilleros
 4 Peones
 1 Cabo
 2 Albañiles

Cuadrilla de fierre- Habilitado, armado y - 700 kg -45 Ml
 ros. colocado de fierro de
 1 Cabo refuerzo.
 4 Ferreros

NOTA:

Los rendimientos estan dados en la ciudad propia del concepto y además en ML. de brocal .

Con estos datos se puede elaborar un programa en el cual se puede conocer el personal necesario en cualquier momento, el avance de obra diario, y por consecuencia el -- equipo a utilizar como se muestra en el siguiente programa.

EQUIPO:

1 Compresor 600 ff³/ min.
 2 Rompedoras
 3 Vibradoristas

BROCAL

CONCEPTO		TIEMPO (EN DIAS)																	
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
DEMOLICION CONCRETO ASFALTICO	Personal	1	1	1															
	Avance M3	35	43	Total															
	Avance ML.	304	374	Total															
DEMOLICION CONCRETO HIDRAULICO	Personal	1	1	1	2	2	1												
	Avance M3	12	24	36	50	74	86	Total											
	Avance ML.	52	104	156	260	364	374	Total											
EXCAVACION A MANO EN ZANJA	Personal		1	1	1	1	1		2	2	1								
	Avance M3		50	100	150	200	250		350	450	486	Total							
	Avance ML.		36	72	108	144	180		252	324	379	Total							
CARGA A MANO	Personal			1	1	1	1		2	2	2	1							
	Avance M3			60	120	180	240		360	480	600	720	780	Total					
	Avance ML.			24	58	87	116		174	232	290	348	374	Total					
MOLDES PARA BROCAL	Personal				1	1	1		2	2	2	2	2						
	Avance M3				100	200	300		500	700	900	1100	1234	Total					
	Avance ML.				30	60	90		150	210	270	330	374	Total					
FIERRO DE REFUERZO PA RA BROCAL	Personal					1	1		1	1	1	1	1		1				
	Avance Kg.					700	1400		2100	2800	3500	4200	4900	5600		5890	Total		
	Avance ML.					45	90		135	180	225	270	315	360		374	Total		
COLOCACION DE CONCRETO	Personal								1	1	1	1	1	1		1	1		
	Avance M3								30	60	90	120	150	180		210	235	Total	
	Avance ML.								45	90	135	180	225	270		315	374	Total	

2) Tiempos de Ejecución para Muro Milán

Aquí se desglosa el procedimiento en sus componentes respectivas, analizandolas para obtener un tiempo de ejecución para cada una de ellas y finalmente poder integrar el tiempo total necesario para un ciclo, para la construcción de un tablero de las siguientes dimensiones.

Ancho constante	0.86m.
Longitud constante	6.00m.
Profundidad promedio	10.80m.

EQUIPO DISPONIBLE:

- 2 Dragas con equipo de excavación
- 2 Moto grúas para maniobras
- 2 Bombas de lodos con 4" de diámetro
- 10 Moldes metálicas trapeciales con porta juntas
- 4 Trompas de colado

PERSONAL NECESARIO: (Por turno)

- 4 Operadores de máquina mayor
- 4 Ayudantes de operador
- 2 Operadores de maquinaria menor (bomberos)
- 2 Cuadrillas de maniobristas (1 cabo, 4 maniobristas por cuadrilla).

RENDIMIENTO POR EQUIPO WILLIAMS:

Se analizan las cuatro actividades básicas que integran el proceso constructivo del muro colado in situ.

- a) Excavación en zanja con equipo Williams
- b) Colado de moldes metálicos
- c) Colocación de fierro de refuerzo

d) Colocación de concreto

a) Excavación en zanja con equipo Williams

1. Bajada de la almeja en zanja	15 seg.
2. Ataque del material	30 seg.
3. Subida de almeja	15 seg.
4. Escurrimiento del lodo bentonítico	25 seg.
5. Subida de la almeja al camión volteo	7 seg.
6. Descenso del carro y su acomodo	7 seg.
7. Descarga de la almeja y su limpia	35 seg.
8. Subida de la almeja para paso del <u>ca</u> <u>rro.</u>	8 seg.
	<hr/>
	132 seg.

La almeja tiene una capacidad de 0.36 M^3 y se considera una eficiencia del 70% por lo tanto:

$$\text{Rend. Horario} = \frac{3600 \text{ seg.}}{132 \text{ seg.}} \times 0.36 \times 0.70 = 6.87 \text{ M}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Volúmen promedio de excavación por tablero} = 55.73 \text{ M}^3$$

Tiempo promedio de excavación por tablero

$$\frac{55.73 \text{ M}^3}{6.87 \text{ M}^3/\text{hr}} = 8 \text{ hr.}$$

b) Colocación de moldes metálicos 30 min.

c) Colocación de fierro de refuerzo 30 min.

d) Colocación de concreto:

1. Acarreo y colocación de equipo colado 20 min.

2. Colocación de concreto 6 M^3 / 12 min. 2 hr. 10 min.

Tiempo total del ciclo para $L=6.00 \text{ m.}$ 11 hr. 30 min.

De acuerdo con el tiempo total del ciclo se puede programar como se indica:

C O N C E P T O	UNIDAD AVANCE	AVA. DIARIO	SEM. I	SEM. 2	SEM. 3	SEM.4	SEM. 5
EXCAVACION CON MAQUINA MURO COLADO EN SITIO.	M ³ / 3124.75	111.48	668.88	1337.76	2006.6	2675	3124.40
FIERRO DE REFUERZO PARA MURO MII--LAN.	KG/274590.8	8810.40	72928.8	145857	218786	274590.8	
CONCRETO f'c = 175 $\frac{Kg}{Cm^2}$	M ³ /3124.90	122	732	1464	2196	2928	3124

TIEMPO DE EXCAVACION PARA EXCAVACION DE NUCLEO Y
COLADO DE LOSA DE PISO

a) Excavación en Anden

A continuación se dan los rendimientos observados - para los conceptos de obra por ejecutar mismos que complementados con los datos en el brocal, nos permitirán determinar - el tiempo por ejecución y posteriormente programar la excavación del núcleo con galileo horizontal de 15.50 M.

Excavación en núcleo a cielo abierto

225.00 M³/Turno 10 hrs. Draga L.S. 68

Colocación de puntales metálicos para cajón de 2 vías

10 Pza/Turno 10 hrs.

1 Cuadrilla de maniobristas

La excavación máxima es de 7 Mts. para una losa de piso de 6 mts. así, implican la construcción los siguientes - volúmenes de obra:

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>TIEMPO EN EJEC.</u>
1) Demolición concreto asfáltico	9.3 M ³	2 hrs. 39 min.
2) Demolición concreto hidráulico	18.6 M ³	15 hrs. 50 min.
3) Excavación en núcleo A.C.A.	1004.4 M ³	44 hrs. 42 min.
4) Colocación de puntales metálicos.	5 Pzas.	<u>6 hrs. 00 min.</u>
	T O T A L =	69 hrs. 10 min.

Se necesitan 70 hrs., para las actividades correspondientes a la construcción de la losa de piso, por lo tanto.

Analizando esta actividad:

5) Preparación de junta entre losa inferior y muro.	12 M	2.00 Hrs.
6) Afine de la excavación a mano	93.00M ²	4.00 Hrs.
7) Colocación de concreto en plantilla.	9.3 M ³	3.00 Hrs.
8) Espera del fraguado inicial.	- -	6.00 Hrs.
9) Armado de fierro de refuerzo y colocación de accesorios (Junta impermeable -- dren y tapón de colado.	- -	6.00 Hrs.
10) Colocación de Concreto	93.00M ³	<u>5.00 Hrs.</u>
TOTAL		26.00 Hrs.
11) Muro de Andén	12.00M	10.00 Hrs.
12) Losa de Andén	12.00M	10.00 Hrs.

De acuerdo con el análisis se necesitan un total de 26 hrs. para un avance de 6 Mts. Por esta razón no se suma el muro y losa de andén ya que estas no forman parte del tiempo crítico para el siguiente paso.

NOTA: Del cadenamiento 5 + 551.274 al cad. 5 + 555.270 hay -- una sobreexcavación debido al paso de desnivel (pasarela).

B) VESTIBULO SUR Y NORTE

El procedimiento de excavación es el mismo con la variante de que hay unas taletas por excavar que corresponden a cuartos técnicos, y es igual para el vestíbulo Norte ya que

estos se pueden hacer simultáneos, además de que hay trabes, contratrabes, columnas y escaleras. Se analizan estas actividades con los siguientes volúmenes de obra:

B1) CONCEPTO (Zona de Vestíbulos) EJES (H-J) (3-11)

	<u>CANTIDAD</u>	<u>TIEMPO DE EJECUCION</u>
1) Demolición de concreto asfáltico.	7.8 M ³	2 Hrs. 13 min.
2) Demolición concreto -- hidráulico.	15.60M ³	13 Hrs. 00 min.
3) Excavación de núcleo - a cielo abierto.	411.84 M ³	18 Hrs. 25 min.
4) Colocación de puntales metálicos.	6 Pza.	<u>6 Hrs. 00 min.</u> 39 Hrs. 38 min.

De acuerdo con lo anterior necesitamos 40 Hrs. para proceder a la construcción de la losa de piso.

5) Preparación de junta - entre losa inferior y muro.	12 M	2 Hrs.
6) Afino de excavación a mano.	15.60 M ²	2 Hrs.
7) Colocación de plantilla de graba	15.60 M ³	1 Hrs.
8) Armado de fierro de refuerzo y colocación de accesorios (dren, tapón, etc.)		3 Hrs.
9) Colocación de concreto	17.33 M ³	<u>2 Hrs.</u> 10 Hrs.

Aquí se necesita un tiempo de 10 hrs. para el siguiente paso:

B2) VESTIBULO NORTE Y SUR (Zona isletas, ejes (G-II) - (3-8))

Se supondrá la isleta más grande y el tiempo será igual a las tres restantes y simétricas con los ejes (D-C) y (3-11)

CONCEPTO

1) Demolición de concreto asfáltico.	10 M ³	2 hrs. 50 min.
2) Demolición concreto -- hidráulico.	20 M ³	24 hrs. 00 min.
3) Excavación de núcleo - a. c. a.	528 M ³	23 hrs. 22 min.
		<hr/> 50 hrs. 12 min.

Se necesitan 50 hrs. para la actividad siguiente -
de losa. Es el siguiente análisis.

4) Preparación de junta - entre losa inferior y muro.	40 M	3 hrs. 50 min.
5) Afino de excavación a mano.	100 M ²	4 hrs. 00 min.
6) Colocación de planti-- lla de grava.	10 M ³	5 hrs. 00 min.
7) Armado de fierro de rg fuerzo.	- -	6 hrs. 00 min.
8) Colocación de concreto	111 M ³	<hr/> 14 hrs. 00 min. 32 hrs. 50 min.

Se necesita un tiempo de 33 hrs. para el siguiente paso:

C) MURO ESTRUCTURAL (Acompañamiento)

El siguiente proceso es construcción del muro estructural, con las siguientes constantes.

Ancho constante	0.85 M
Longitud constante	6.00 M
Profundidad promedio	9.63 M

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>TIEMPO DE EJECUCION</u>
1) Preparar junta con Losa de piso armado.	6 M	1 Hr. 30 min.
2) Fierro de refuerzo para muro.	-	8 Hrs,00 min.
3) Cimbra para muro	57,78 M ²	10 Hrs,00 min.
4) Concreto f'c=200 kgs/cm ²	49.11 M ³	5 Hrs.00 min.
5) Acarreo del equipo de colado.		0 Hrs.20 min.
TOTAL		<u>24 Hrs.50 min.</u>

Se necesitan 25 hrs. para el siguiente paso a construir.

D) TRABES, CONTRATRADES, COLUMNAS Y ESCALERAS.

Una vez terminado el muro estructural se procede simultaneamente a colar las contratraves, traves, columnas y escaleras.

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>TIEMPO DE EJECUCION</u>
Contratrabes	4	18 días
Trabes	11	20 días
Columnas	4	18 días
Escaleras	4	10 días

Estas actividades se hacen conjuntamente con el armado de muros estructurales y antes de la colocación de tabletas TP-33 y TP-34.

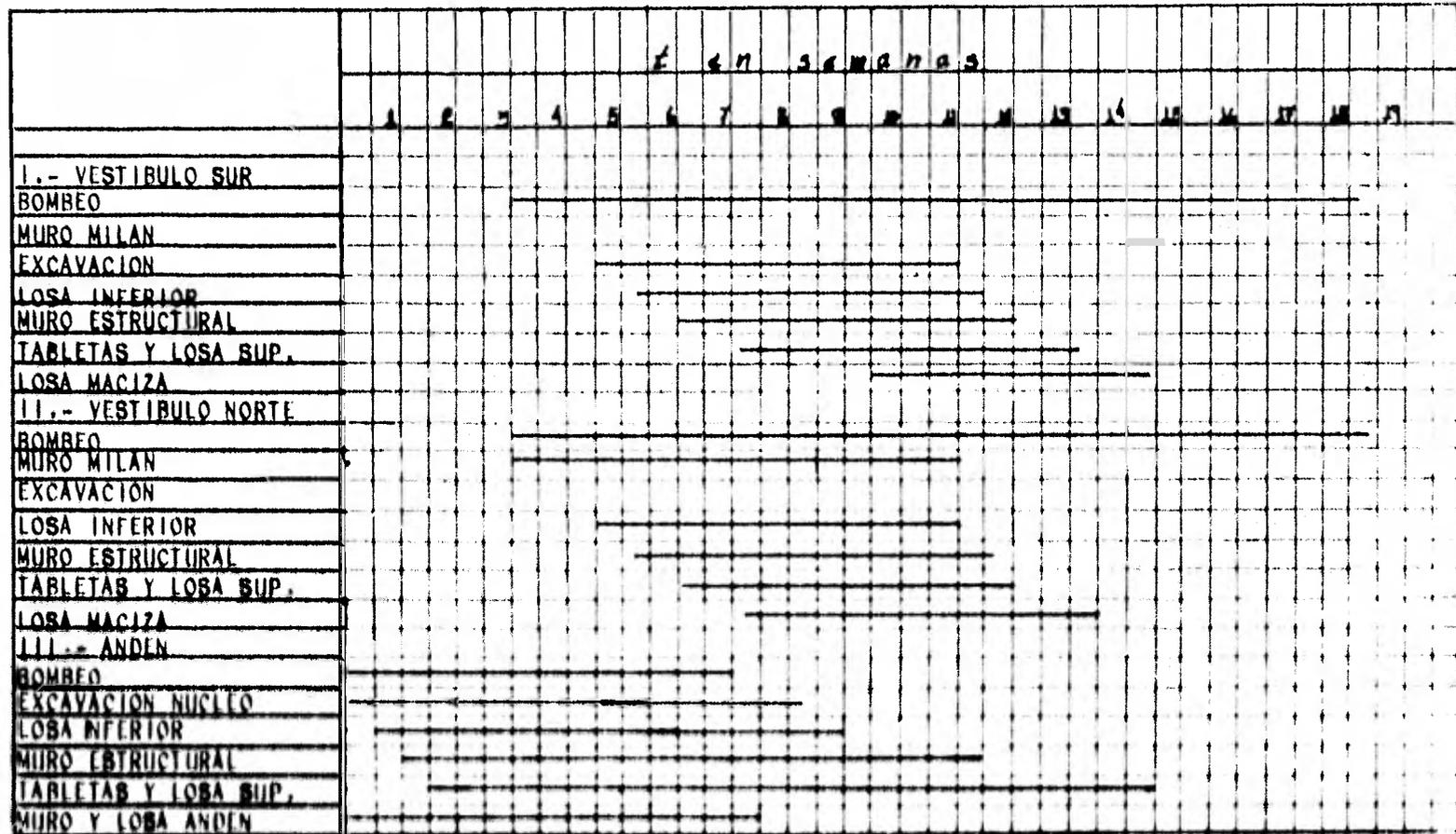
Colocación de tabletas presforzadas (TP-33 y TP-34)

- a) En zona de andén se colocan tabletas TP-33 y en zona de vestíbulos se colocan TP-34, aquí se analiza el tiempo de ejecución para ambos ya que el procedimiento es igual, -- L = 16 M.

<u>CONCEPTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>TIEMPO DE EJEC.</u>
1) Colocación de losas precoladas	4	2 hrs. 00 min.
2) Colocación moldes de asbesto	64 M.	1 hrs. 30 min.
3) Colocación de fierro de refuerzo.	1,500 Kg.	4 hrs. 00 min.
4) Colocación de moldes para tapón y castelas		2 hrs. 00 min.
5) Colocación de firme (concreto)	23,10 M ³	4 Hrs. 15 min.
TOTAL		<u>12 Hrs. 45 min.</u>

Se ha estudiado las etapas constructivas para cada una de las fases, excepto relleno y pavimentación, aún así se formulará el siguiente programa de trabajo, y se incluye otro de acabado pero sin analizarse.

PROGRAMA DE OBRA



ESTACION HANGARIS

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Juarez B., Rico, R.: Mecánica de Suelos, Tomo I-II, Ed. Limusa, 1976.
- 2.- Ryan, T.F., IMCYC, Concreto Lanzado, 1976.
- 3.- Instituto de Ingeniería, Normas de Concretos, número 401, U.N.A.M., 1977.
- 4.- ISTME, Normas técnicas.
- 5.- Rico, R., Del Castillo, H.; La Ingeniería de Suelos en las vías terrestres, Tomo I, Ed. Limusa, 1981.
- 6.- ISTME, Especificaciones para Concreto.
- 7.- IETME, Diseño, Construcción y Colocación de elementos preesforzados.