

Reg. 137



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION
DE LA OBRA CIVIL DE UN TRAMO
ELEVADO DEL METRO"

TRABAJO ESCRITO

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



CIUDAD UNIVERSITARIA

1986.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

CAPITULO I. INTRODUCCION	1
CAPITULO II. DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	6
II.1. ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS	6
II.2. LOCALIZACION DE ZAPATAS	7
II.2.1. Sondeos (Calas para Localización de Interferencias)	7
II.2.2. Desvios (Obras Inducidas)	8
II.3. PILOTES DE FRICCION	9
II.3.1. Colocación	9
II.3.2. Hincado	9
II.3.3. Transporte e Izado de Pilotes	16
II.4. EXCAVACION DE ZAPATAS	16
II.4.1. Colado de Plantilla	17
II.4.2. Descabece de Pilotes	19
II.5. LOSA INFERIOR	19
II.5.1. Armado	19
II.5.2. Cimbra	21
II.5.3. Colado	21
II.6. CONTRATRABES	22
II.6.1. Armado	22
II.6.2. Cimbra	25
II.6.3. Colado	25

II.7.	LOSA TAPA,	25
II.7.1.	Fabricación y Colocación de Losas precoladas	25 1
II.7.2.	Colado de Uniones de Lo- sas tapa y Contratraves	27
II.8.	COLUMNAS	29
II.8.1.	Armado	29
II.8.2.	Cimbra	31
II.8.3.	Colado	33
II.9.	CABEZALES	33
II.9.1.	Armado	34
II.9.2.	Cimbra	34
II.9.3.	Colado	35
II.10.	TRABES PRECOLADAS.	35
II.10.1.	Transporte de Trabes -- Precoladas	36
II.10.2.	Almacenamiento de Tra-- bes Prefabricadas en Obra	39
II.10.3.	Montaje de Trabes Prefabricadas	39
II.11.	DIAFRAGMAS	41
II.11.1.	Armado	42
II.11.2.	Cimbra	42
II.11.3.	Colado	44
CAPITULO III.	MAQUINARIA Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION- UTILIZADOS	46
III.1	EQUIPO UTILIZADO PARA EL HINCADO DE PILOTES	46

III.1.1. Gruas.	46
III.1.2. Martinete	47
III.1.3. Perforadora	49
III.2. EQUIPO UTILIZADO EN LA EXCAVA- CION DE ZAPÁTAS	49
III.2.1. Retroexcavadora	49
III.3. EQUIPO EN EL DESCABECE DE PILO- TES	52
III.3.1. Compresor	52
III.3.2. Pistola Neumaticas --- Rompedoras	55
III.4. EQUIPO PARA BOMBEO DE CONCRETO.	56
III.4.1. Bomba Estacionaria	56
III.5. EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE PILO_ TES, LOSAS TAPA Y CIMBRAS	59
III.5.1. Motogrua Petibone	59
III.6. EQUIPO UTILIZADO EN EL MONTAJE DE TRABES	59
III.6.1. Grúas	62
III.7. EQUIPO PARA POSTENSADO DE DIAFRAG MAS	65
III.7.1. Gato para Tensado	65
III.7.2. Equipo de Inyección	68
CAPITULO IV. CONTROL DE CALIDAD	70
IV.1. CONTROL DE CALIDAD EN ACHERO DE REFUERZO	70

IV.1.1.	Suministro y Almacenamiento.	70
IV.1.2.	Colocación	70
IV.1.3.	Control de Calidad	72
IV.1.4.	Tolerancias	75
IV.2.	CONTROL DE CALIDAD EN SOLDADURA	76
IV.2.1.	Calificación de los Soldadores	76
IV.2.2.	Control Radiográfico	79
IV.3.	CONTROL DE CALIDAD EN TORON PARA CONCRETO POSTENSADO	79
IV.3.1.	Carga de Ruptura .	79
IV.3.2.	Requisitos de Alargamiento	81
IV.3.3.	Muestreo	82
IV.3.4.	Métodos de Prueba	82
IV.3.5.	Rechazo	83
IV.4.	CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETO .	85
IV.4.1.	Colocación de Concreto	83
IV.4.2.	Vibrado	86
IV.4.3.	Curado	87
IV.4.4.	Muestreo de Concreto	88
	Fresco	89
IV.4.5.	Pruebas de Calidad	89
IV.4.6.	Pruebas de Corazones	93
IV.5.	PRUEBA DE CARGA DE PILOTES PREFABRICADOS	95

CAPITULO I

I.- INTRODUCCION

El problema del transporte urbano en la Ciudad de México, lo sufren en la actualidad más de 15 millones de personas, - que distribuidas en el Distrito Federal y zonas con urbanas en su cercanía representan una quinta parte de la población nacional; además se concentra el 60% de la industria nacional; más del 60% de los obreros, 2 de las Instituciones Educativas más grandes de América como son la Universidad Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, así como el grueso de la población dedicada a las diversas actividades burocráticas derivadas del asentamiento en la zona que estamos cuestionando de los Poderes de la Unión y sobre todo cuentificando y canalizando el caracter explosivo del macro desarrollo del D.F.

Uno de los problemas de mayor trascendencia dentro de lo planteado es el del transporte colectivo y aunado a esto, el de las vialidades insuficientes debido al excesivo uso de los vehículos particulares. Si a esto agregamos el alto y creciente grado de contaminación ambiental producido por motores de -- combustión interna y el costo excesivo de operación de los medios de transporte, estaremos de acuerdo que es necesario modificar radicalmente las formas hasta ahora en uso de estos servicios.

Las anteriores manifestaciones son, el reflejo de una serie de factores interrelacionados de entre los que destacan los siguientes como atribuibles al transporte:

a) Multiplicidad de líneas de transporte de superficie sobre una misma arteria

b) Rutas de transporte colectivo no siempre en función de los esquemas de origen y destino.

c) Terminales de autobuses en vía pública.

d) Un sistema de Metro cuya extensión actual no está acorde con las dimensiones de la ciudad.

e) Vías públicas no acordes con el desarrollo actual.

Por lo planteado anteriormente se ha visto que una de las principales soluciones para la movilización de la ciudadanía de un punto a otro en nuestra ciudad es el Sistema de Transporte Colectivo (Metro). Aunado a esto la planificación y reestructuración de las vialidades futuras y existentes, vienen a ser la solución a los problemas de mayor trascendencia que en lo que se refiere a servicios a la comunidad viene sufriendo la Ciudad de México de tiempos atrás.

Es motivo de interés primordial para este trabajo describir una de las soluciones positivas al gran problema de -- transporte que nos aqueja en la actualidad.

DESCRIPCION DE LA LINEA.- La línea 9 del Metropolitano cruza la ciudad de México de Oriente a Poniente, desde la zona de Pantitlán hasta la terminal de autobuses Observatorio. - En la 1a. etapa va de Pantitlan a Chabacano, su trazo se inicia en Río Churubusco (Col. Pantitlán), continúa por la Av. Rio Piedad (Viaducto) hasta la Av. Morelos, se intersecta con la línea 4 en la Estación Jamaica, con la línea 2 en la Estación Chabacano, con línea 3 en la Estación Centro Médico y con línea 7 y 1- en la Estación Tacubaya.

La línea 9 cuenta con doce estaciones que son las siguientes:

- | | | |
|------------------------|--------------------|------------------|
| 1.- Estación Pantitlán | | |
| 2.- Estación Puebla | } Tramo en estudio | Solución elevada |
| 3.- Estación Deportiva | | |
| 4.- Estación Velódromo | | Longitud 5.6 Km. |

TRAMO DE TRANSICION

- | | |
|------------------------|-------------------|
| 5.- Estación Mixhuca | |
| 6.- Estación Jamaica | Solución en cajón |
| 7.- Estación Chabacano | |

8.- Estación Lázaro Cardenas

9.- Estación Centro Médico

10.- Estación Roma

11.- Estación Escandón

Solución en túnel

12.- Estación Tacubaya

DESCRIPCION DEL TRAMO EN ESTUDIO

El tramo Cd. Deportiva -Puebla, esta comprendido entre las estaciones Cd. Deportiva al Poniente y la Estación Puebla - al Oriente. Se localiza al norte de la Cd. Deportiva, limitado al oriente por la calle Oriente 217, y al poniente por la Av. 47.

El eje de trazo corre a todo lo largo del camellón de la Av. Río de la Piedad y los cadenamientos entre los que se encuentra el tramo, sobre el eje del metro son el Km. 2+890.523 - y 3+690.523 esto da una longitud de 800.00 mts. tendra un sentido de circulación Oriente-Poniente-Oriente.

En la vialidad se tienen dos cruces principales.

1.- El cruce de la Av. Río de la Piedad con la Av. 47 - a la altura del Km. 3+670.523.

2.- El cruce de la Av. Río de la Piedad con la calle No. 63 a la altura del Km. 3+127.000.

Ambos cruces permanecieron en funcionamiento durante la construcción de dicho tramo del Metro.

Gracias a que la sección transversal de la Av. Río de la Piedad, es lo suficientemente amplia para alojar el derecho de vía del Metro, se decidió mantener la misma sección a lo largo de todo el tramo, de tal modo que la composición final de la sección transversal esta dada por un camellón central de 25.928 mts. y dos arroyos de 10.426 mts. y 17.478 mts. Ésto da una sección de 53.832 mts. aproximadamente de ancho total, que se mantiene a todo lo largo del tramo.

CAPITULO II

II. DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

II.1. ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS.

Previo al inicio de la construcción de la obra y considerando las rígidas especificaciones técnicas; se hizo necesario un análisis exhaustivo de las propiedades mecánicas del --suelo, a lo largo del eje de la obra.

El tramo en estudio se clasificó en su totalidad dentro de la Zona III según el R.C.D.F. siendo este terreno com-preensible.

Considerando la importancia que reviste el hundimiento regional en el valle de la Ciudad de México, se realizaron estudios de Mecánica de Suelos en cada uno de los apoyos, consistentes en pruebas de penetración standard para verificar estratigrafía y tipo de materiales, haciendo también pruebas completas de consolidación del material obtenido en sondeos de tipo inalterado en algunos de los apoyos para definir las propiedades mecánicas del subsuelo tales como comprensibilidad, resistencia al cortante, etc.

II.2. LOCALIZACION DE ZAPATAS

Las zapatas se localizaron a cada 40 mts. a lo largo del tramo siendo el cadenamamiento de la primera 3+650.523 y el de la última 2+930.523 formando en total un número de 19 piezas a lo largo del tramo.

Cada zapata contó con 1 20 mts² de área siendo sus dimensiones de 8.00 mts de ancho por 15.00 mts. de largo, se encontraron orientadas de oriente a poniente y se desplantaron a una profundidad de 2.00 mts. aproximadamente.

II.2.1. SONDEOS

Una vez localizada la zapata en el terreno, se realizaron previo al hincado unas calas para determinar si existían posibles interferencias ó instalaciones municipales que pudiesen afectar durante la construcción del Metro.

Estas calas fueron excavaciones hechas a mano en cepa a una profundidad de dos metros y un ancho de 60. cm., se realizaron en forma diagonal dentro del área de la zapata.

Por medio de estos sondeos se logró determinar el tipo de interferencias existentes, su localización real y su posible desvío o reacomodo de tal forma que no se interrumpieran -

los servicios durante períodos largos de tiempo.

II.2.2 DESVIOS (OBRAS INDUCIDAS)

Definido el trazo del eje del Metro se realizaron recorridos para verificar aquello que pudiera afectar los trabajos, así mismo se proporcionaron estos primeros datos a aquellas dependencias u organismos que intervinieron en la solución de las obras inducidas, para que sobre los planos de trazo se vaciara toda la información y así tener un programa general de los elementos que integraron una interferencia.

Conociendo estos datos se realizó una primera evaluación de los alcances económicos de las obras inducidas y se solicitó a cada uno de los organismos la elaboración del proyecto respectivo.

Tomando en cuenta el programa de construcción se generaron ordenes de trabajo para el retiro de las interferencias en base a los programas ya elaborados por cada una de las dependencias.

En resumen las obras inducidas que se realizaron en el tramo fueron las siguientes:

Instalaciones Hidráulicas	(D.G.C.O.H.)
Instalaciones de Alumbrado Público	(C.F.E.)
Instalaciones de la Red de Semáforos	(D.D.F.)
Desvios de tránsito	(S.P.V.)
Retiro de especies vegetales	(D.D.F.)

II.3. PILOTES DE FRICCIÓN

II.3.1. Localización

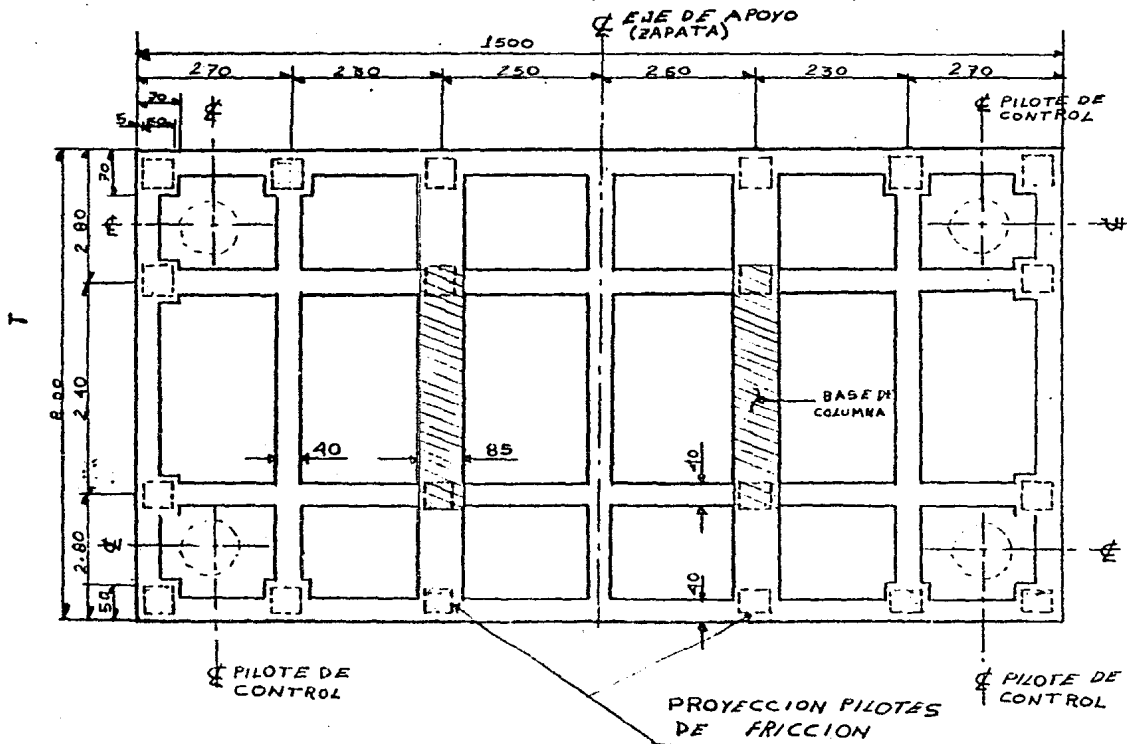
La especificación de cimentación nos indicó la localización e hincado de los pilotes como se muestra en la figura - I-1, o sea 20 pilotes en cada zapata, ubicados en el sentido - de las contratrabes.

II.3.2 HINCADO

Los pilotes de fricción que se hincaron tenían una longitud de 30 mts. cada uno, estos pilotes estaban constituidos por dos secciones de 15 mts. cada una, unidas con soldadura perimetral que garantiza la continuidad necesaria de transmisión de carga al terreno.

Los pilotes tenían una sección de 0.50 x 0.50 mts. y una zona aligerada con sonotubo, que en algunos casos fué substituida por una sección cuadrada de 0.30 x 0.30 de espuma de -

FIG. I.1 - PLANTA DE CIMENTACION DE ZAPATAS TIPO



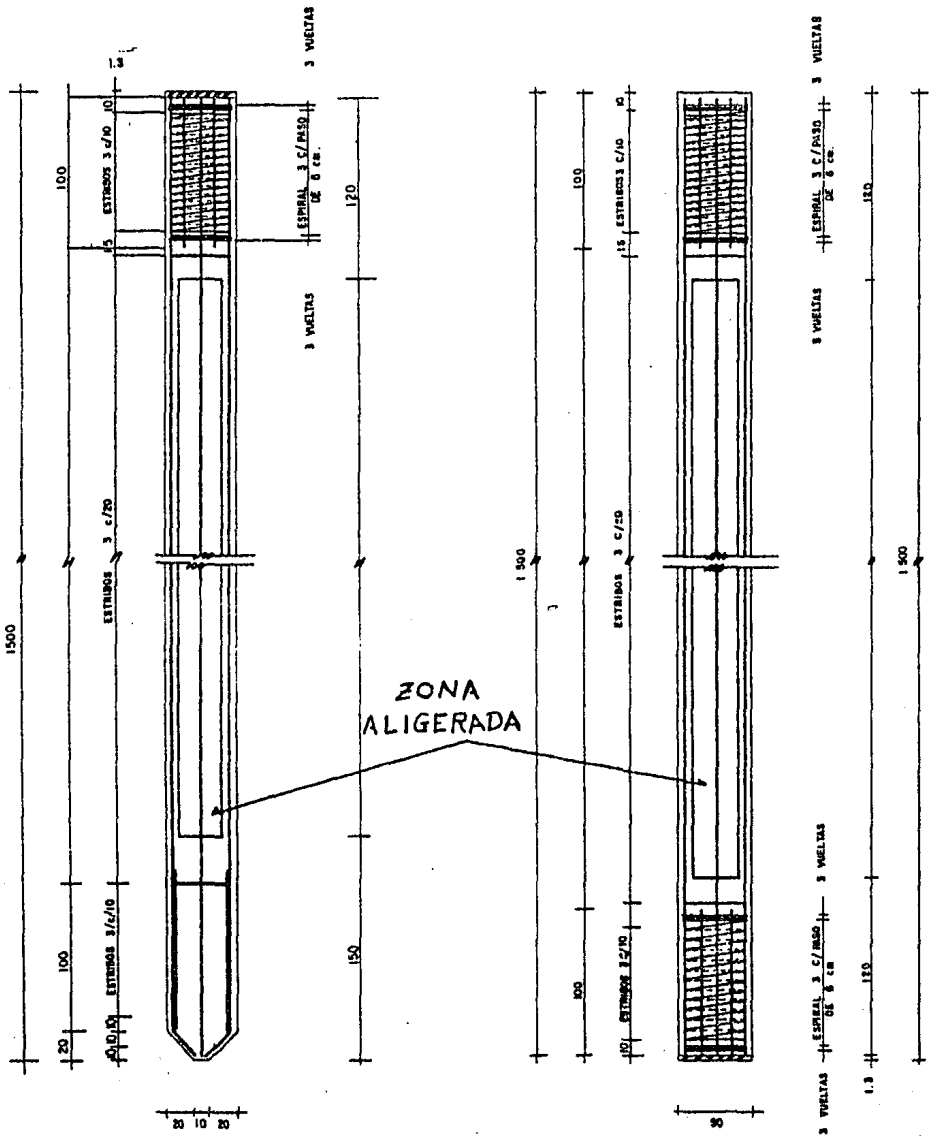
poliestireno. Fig. II-2.

Con objeto de facilitar el hincado, se tomaron en cuenta las operaciones siguientes:

1.- Una vez que se contó con la localización de los ejes principales, nivel de desplante y la ubicación de los pilotes, se procedió a realizar perforaciones previas al hincado de los pilotes, en el terreno; las cuales se realizaron con pa las helicoidales y de pozo profundo.

2.- Las perforaciones se construyeron con diámetros -- del orden del 36% del área correspondiente por hincar, ó sea: -- se efectuó una perforación de 30 cm. de diámetro extrayendo el material. La perforación previa se llevó hasta 1/3 de la longitud total del pilote. Se estimó que no era necesario estabi lizar la excavación con lodo bentonítico, si el pilote se hincaba en las ocho horas siguientes a la excavación. Todos los trabajos se realizaron del centro a la periferia de la zapata.

3.- La junta entre tramos fué de gran importancia en el diseño del pilote, ya que debía ser tan resistente ó más -- que el resto del elemento, barata y rápida de instalar para -- evitar costos de equipo inactivo y que el suelo al recuperar -- su resistencia por el fenómeno de Tixotropia dificultara la -- continuidad del hincado. La junta que se utilizó, fué la cons



SECCION INFERIOR DEL PILOTE

SECCION SUPERIOR DEL PILOTE

ESCALA 1:33 1/3

FIG. II.2 - SECCION DE LOS PILOTES DE 0.50 X 0.50 MTS. Y 30.0 MTS. DE LONGITUD

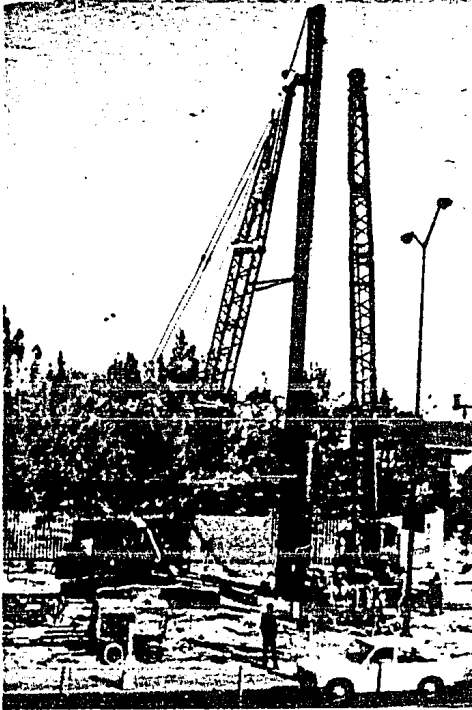
tituida por placas de acero de dimensiones iguales a las de la sección transversal del pilote. Estas placas fueron coladas con el pilote y colocadas a 90° del eje longitudinal del mismo y estando debidamente señalados para su soldadura y ajuste durante el hincado, no permitiéndose el uso de lanas.

4.- Para el hincado a percusión de los pilotes, se utilizó un martinete de caída libre o de doble acción, los que desarrollan una energía por golpe para cada carrera completa del pistón, superior a los 3,000 kg/m (22,400 lb/ft.) exigiendo en cada caso el uso del martinete de la energía adecuada al peso y a la sección transversal del pilote (fotografía II-1).

5.- El pilote de fricción se marcó en toda su longitud cada metro y el último metro cada 10 cm., en caso de requerir el uso de seguidor éste debía marcarse a cada 10 cm.

6.- Una vez izado y presentado el pilote en el sitio perforado, se realizó su hincado total. La punta del pilote debía de alcanzar la profundidad de desplante que se indicó en los planos de cimentación respectivos como se muestra en la fig. II-3.

7.- En caso de romperse la cabeza del pilote durante el hincado, este hubo de recortar y continuar su hincado.



FOTOGRAFIA II-1.- EQUIPOS Y PROCEDIMIENTO PARA EL HINCADO DE -
PILOTES.

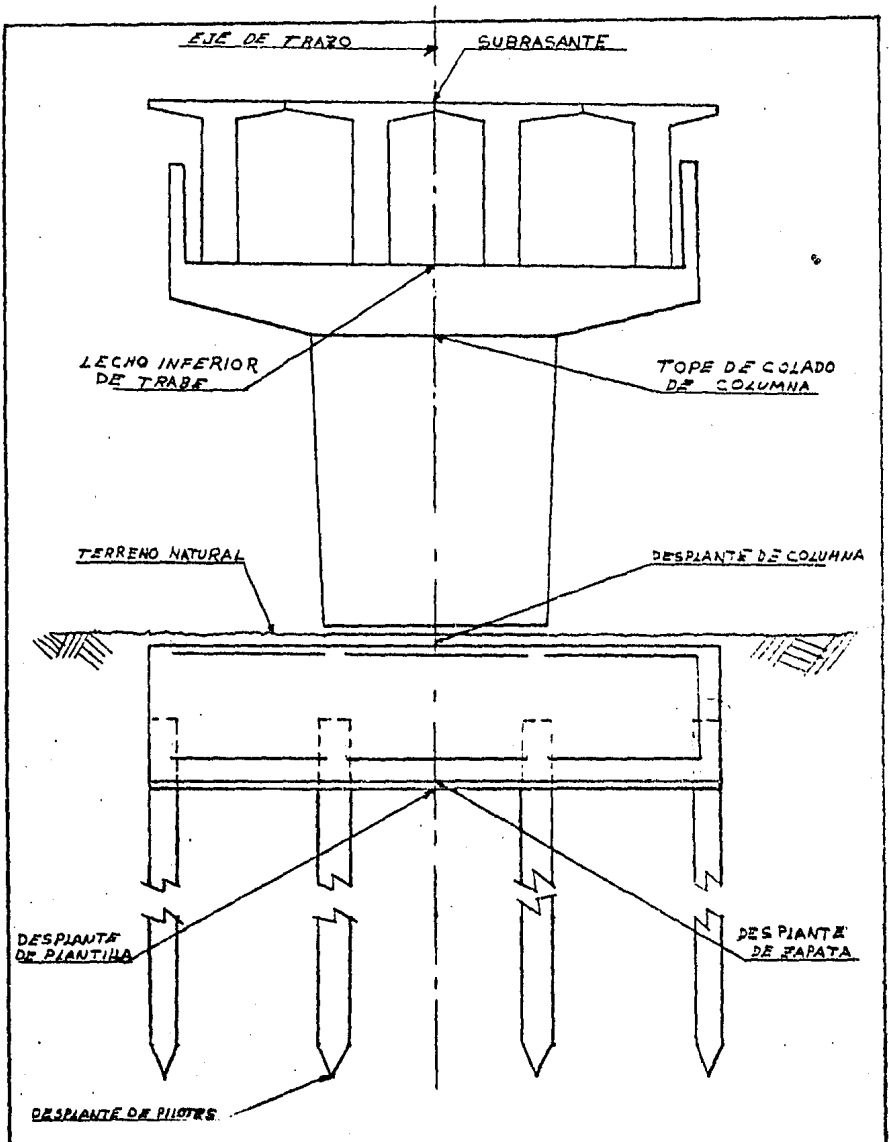


FIG. 11.3 - SECCION TRANSVERSAL

8.- Al final del hincado se verificó el nivel de la cabeza del pilote.

II.3.3. Transporte e izado de pilotes.

El transporte de los pilotes (efectuado cuando el concreto alcanza la resistencia apropiada) produce esfuerzos de flexión importantes, por tal razón para levantarlos de la cama de colado se utilizarón diferentes aparejos. El más conveniente de usar por su facilidad de maniobra y rapidez de ejecución fué el que mueve el pilote apoyandose en dos puntos, ya que -- produce momentos flexionantes menores que si se usa otro aparejo que lo levante por un solo punto.

En general el manejo de los pilotes prefabricados durante los procesos de remoción, almacenamiento y transporte, se hizo a manera de evitar dañarlos por esfuerzos de flexión excesivos, golpes, vibraciones u otras causas.

II.4. EXCAVACION DE ZAPATAS.

CLASIFICACION DEL MATERIA.- Para clasificar el material se tomó en cuenta, la dificultad que presentó para su extracción y carga. Se clasificó como material A. Que son aquellos materiales blandos o sueltos que pueden ser eficientemente excavados con pico y pala o con escrepa, como son los sue-

los poco cementados, con partículas menores de 7.5 cm. tales como los suelos agrícolas, limos, gravas, arenas, etc.

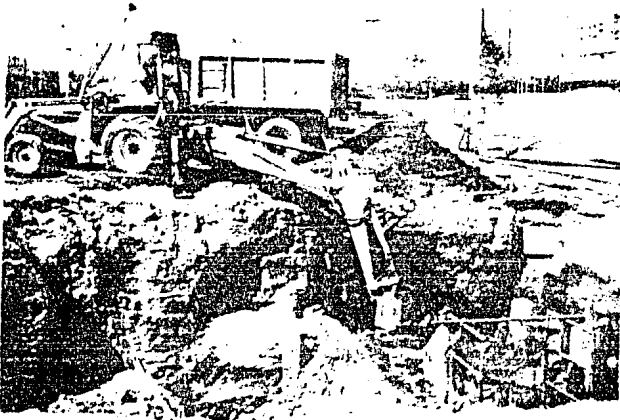
Una vez que sobre el terreno quedó definido el trazo de la zapata por excavar y posterior a las calas y el sembrado de pilotes, se procedió a iniciar esta actividad. La excavación se realizó por medios combinados (a mano y con máquina), prosiguiendo con el proceso de excavación hasta alcanzar en todo el ancho de la zapata la profundidad marcada por el proyecto ó sea el nivel de desplante de plantilla. (fotografía II-2).

La excavación se realizó siguiendo siempre un sistema de ataque que facilitó su drenaje, ya que en la mayoría de los casos se alcanzó el nivel freático a 1.50 mts. de profundidad.

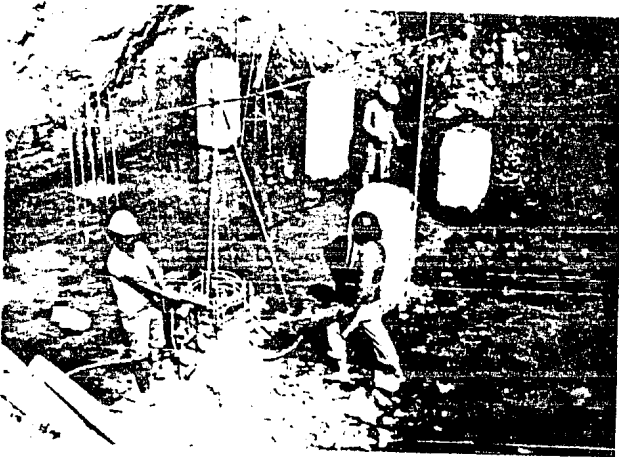
Los materiales producto de las excavaciones fueron acarreados al banco autorizado que se ubicó en Cd. Netzahualcoyotl.

II.4.1. COLADO DE PLANTILLA

Una vez realizada la excavación hasta el nivel de proyecto de inmediato se realizó el colado de la plantilla que sirvió para desplantar las zapatas y poder trabajar sobre una superficie uniforme y libre de contaminación.



FOTOGRAFIA II-2.- EXCAVACION DE ZAPATA'S POR METODOS COMBINADOS



FOTOGRAFIA II-3.- DESCABECE DE PILOTES PARA ANCLAR LA CIMENTACION

Esta plantilla tuvo un espesor de 5 cm. y fué de concreto pobre ($f'c$ 100 kg/cm²). La plantilla se coló por medio de canalones para concreto, procurando tener una superficie no lodosa y libre de agua freatica, la cual se abatió por medio de un dren perimetral con carcamo y desde ahí por una bomba su mergible (becerro) de 3" de diámetro.

II.4.2. DESCABECE DE PILOTES.

Cuando la plantilla alcanzó su fraguado se procedió a realizar la demolición de las cabezas de los pilotes que sobsalían hasta 1.00 m del nivel de plantilla, el descabece de pilotes se realizó por medio de pistolas neumáticas (rompedoras) y andamios los cuales ayudaron a soportar las rompedoras cuando se trabajo la parte más alta del pilote (Fotografía II-3).

Realizada la demolición se procedió a remover los es-tribos del armado del pilote, dejando unicamente el acero principal del armado del pilote el cual sirvió para anclar las contratraves a la zapata, como se aprecia en la fig. II-4.

II.5 LOSA INFERIOR

II.5.1. Armado

Una vez que se hubo colado la plantilla y demolido los

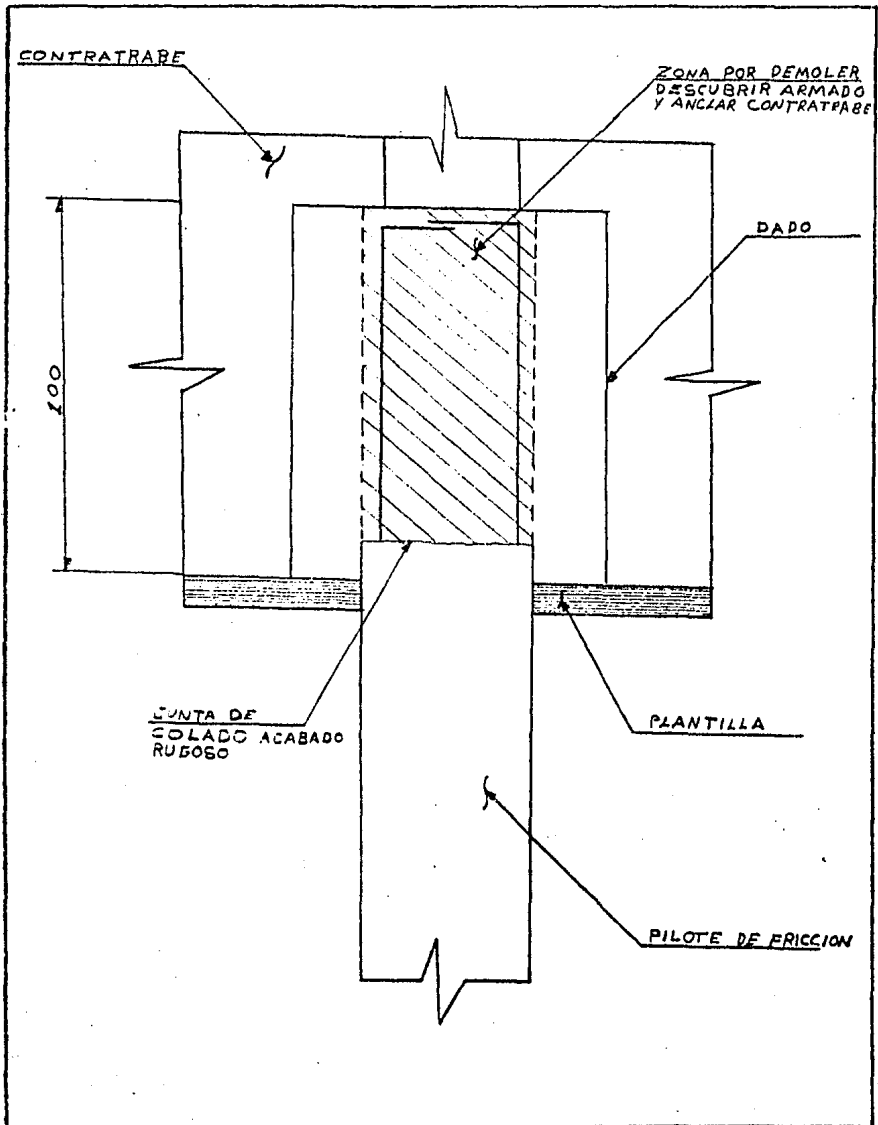


FIG. II-4 - PROCEDIMIENTO PARA ANCLAR LOS PILOTES DE FRICCION A LAS CONTRATRABES

pilotes se procedió a realizar el armado de la losa inferior, la cual consta de una parrilla armada con varilla del #5 en ambos lechos, con una separación de 15 cm. en el lecho superior y de 20 en el lecho inferior, en ambos sentidos.

En las cuatro esquinas de la zapata se dejaron unas -- preparaciones especiales que servirán para hincar a futuros pilotes de control, los cuales actuarán para corregir la verticalidad de las columnas, en caso de ocurrir hundimientos diferenciales no previstos. Tales preparaciones consistieron en dejar un pequeño hueco en el armado principal de la losa reforzando con ocho varillas del #5.

Por especificación el acero utilizado fué de F y=4 -- 200 kg/cm² alta resistencia.

II.5.2. Cimbra

Una vez terminado el armado de la losa se procedió al cimbrado de la losa, la cual fué perimetral a la zapata a base de tarimas formadas con triplay de 3/4" y un bastidor de barrote de 2" x 4", apuntalada con polines de 4" x 4" x 8 ft.

II.5.3. Colado.

1o. Previo al colado de la losa fué necesario dejar --

ahogado todo el acero del lecho inferior de las contratraves, - así como también el acero principal de las columnas, ya que es es tos elementos estructurales se desplantaron desde la losa.

2o. El concreto se colocó por medio de camiones, para tal efecto se utilizaron vibradores de inmersión de gasolina y eléctricos para asegurar la homogeneidad del colado en todo el espesor de la losa que es de 20 cm.

3o. La resistencia del concreto utilizado fué de una $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y con unas características de 19mm el agregado máximo, revenimiento de 14 cm., resistencia normal y con aditivo impermeabilizante al 1%.

II.6 CONTRATRABES.

II.6.1. Armado

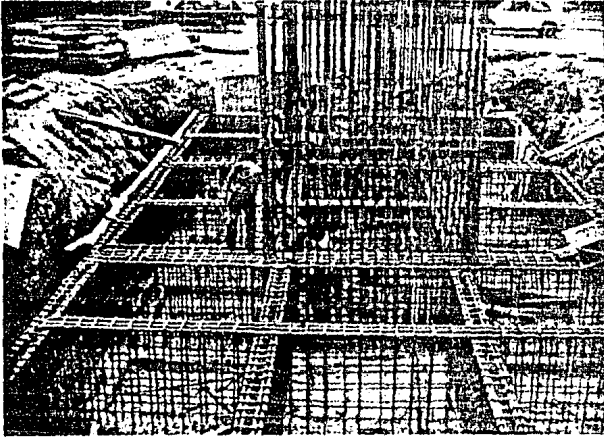
Posterior al colado de la losa de fondo (en donde se dejó ahogado el acero del lecho inferior de las contratraves)- se continuó el armado de las contratraves; las cuales se clasifican en CT-1, CT-2 y CT-3.

La contratrabe CT-1 son todas las que van en el sentido largo de la zapata, su ancho es de 40cm. y tienen un peralte de 1.80 mts. su armado está constituido por ocho varillas -

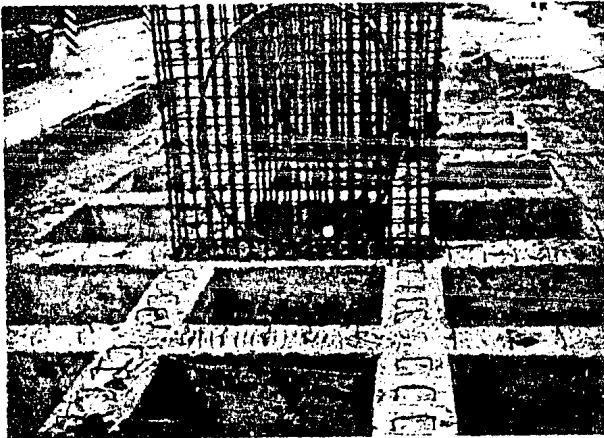
del No. 12 con una longitud de 14.90m con escuadras en ambos extremos y 8 bastones del #12, de 14.20 mts. en el lecho inferior. En el lecho superior el armado estuvo formado por 4 varillas del No. 12 de 14.90 y cuatro bastones del No. 12 de 13.00 mts. los estribos son del No. 4 a 20 cm. en el centro y 15 cm. en los extremos, el acero por temperatura también del No. 4 tuvo una separación de 20 cm.

CT-2. Son todas las contratraves transversales al eje de metro, en las que no se apoyan las columnas, su ancho es de 40 cm. de 1.80 mts. de peralte, su armado está constituido por 5 varillas del No. 12 en el lecho inferior con una longitud de 7.90 mts. y 3 varillas del No. 12 en el lecho superior de la misma longitud con estribos del No. 4, con una separación de 20 cm. y acero del no. 4 con la misma separación por temperatura.

CT-3. Son las dos contratraves transversales al eje de la zapata en las cuales se apoyan las columnas, su ancho es de 85 cm., su peralte de 1.80 m. el armado está formado por 10 varillas del No. 12 en el lecho inferior y 5 varillas del No. 12 en el superior, con estribos y acero para temperatura del No. 4; con una separación de 20 cm. en ambos casos. Estos armados se ilustran en la fotografía II-4.



FOTOGRAFIA II-4.- ARMADO DE CONTRATRABES, INCLUYENDO EL ANCLAJE DE LAS COLUMNAS EN LA CIMENTACION.



FOTOGRAFIA II-5.- VISTA GENERAL DE CONTRATRABES DE CIMENTACION

II.6.2. Cimbra

La cimbra de las contratraves se construyo a base de -
tarimas formadas con triplay de 3/4", bastidores con barrotes-
de 2" x 4" y puntales de polín de 4" x 4", utilizando separado
res metálicos para garantizar el ancho de las contratraves.

II.6.3. Colado

El colado se realizó con bomba estacionaria y vibrado-
res para concreto del tipo de inmersión eléctricos y de gasoli-
na. Las características del concreto fueron 250 N-19-14 con -
aditivo impermeabilizante y aditivo especial para bomba. (Foto
grafía II-5

II.7 LOSA TAPA

II.7.1 Fabricación y colocación de losas precoladas.

El siguiente paso dentro del proceso constructivo fué-
la colocación de losas precoladas. Estas losas se apoyaron --
5 cm. sobre las contratraves en todo su perímetro.

Las losas tapa son fabricadas dentro de los patios de-
producción y conforme a las modulaciones de las contratraves -
fueron de varios tipos:

TABLAS DE LOSAS

Tipo,	A	B
I	2.30 m	2.20m
II	2.30	1.75
III	2.10	2.20
IV	2.10	1.75
V	2.20	1.95
VI	2.10	1.95

Las piezas fueron marcadas durante su fabricación con:

- * Simbolos de localización e identificación mostrados en los planos de detalle.
- * Fecha de colado
- * La posición para su manejo
- * Puntos de izaje.

Las losas precoladas se descimbraron y levantaron de las planchas de colado hasta que el concreto alcanzó tres veces la resistencia del esfuerzo que se aplicará, o el 80% de la resistencia de proyecto.

El transporte al sitio de montaje se realizó por me--

dio de trailers de plataforma, entongando las piezas con polines intermedios para protegerlas, evitando golpear las piezas y que se dañaran en cualquier forma durante las maniobras de carga, descarga y colocación en sitio.

Las maniobras de transporte y montaje se realizaron por medio de una moto grua PETIBONE de 16 Tons. (fotografía -- II-6)

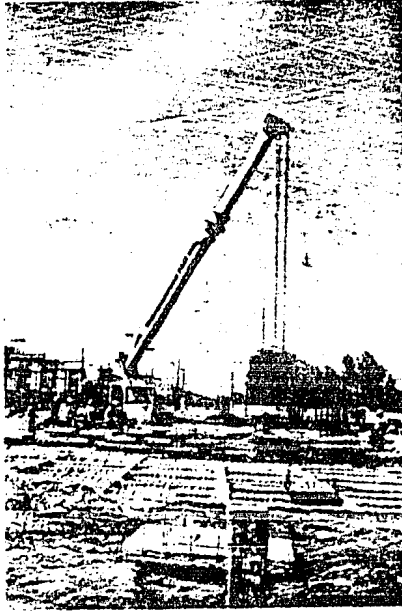
Estos elementos fueron colocados con su correcta alineación y nivel mostrados en planos; se sujetaron y soportaron adecuadamente para asegurar que tuvieron su alineación correcta.

II.7.2 Colado de Uniones de Losas Tapa y Contratraves

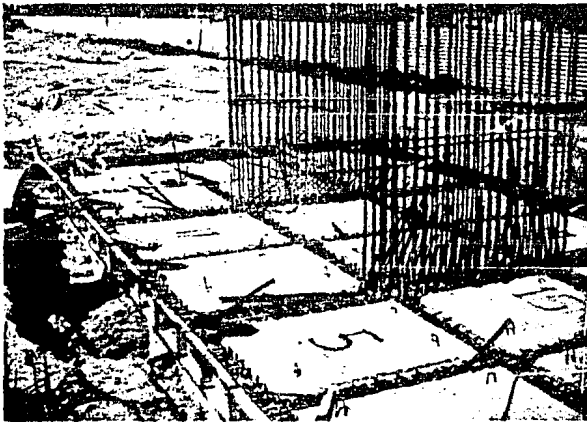
Una vez colocadas las losas precoladas en su totalidad, se realizó el colado de las nervaduras existentes entre las piezas. Fotografía II-7.

Estas nervaduras se armaron con dos varillas del No. 3 en el sentido longitudinal de las contratraves, perfectamente amarradas a las grapas y a las barbas de las losas.

El concreto utilizado en esta etapa fué de las mismas características que el utilizado en toda la cimentación y se -



FOTOGRAFIA II-6.- MANIOBRAS DE COLOCACION DE LOSAS TAPA EN ZAPATAS.



FOTOGRAFIA II-7.- LOSAS TAPA COLOCADAS SOBRE LAS ZAPATAS.

colocó por medio de canalones.

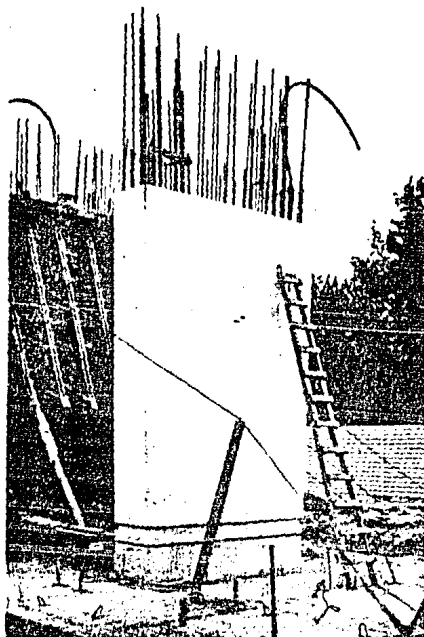
II.8 COLUMNAS

Una vez terminada la cimentación se procedió a levantar las columnas que son el soporte de las traveses precoladas.

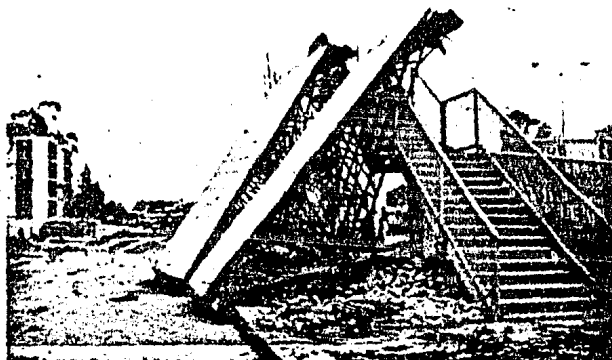
Las columnas son de sección variable, reduciéndolas - de la parte superior a la base, este diseño se utilizó con fines arquitectónicos, la altura promedio fué de 5.00 mts. aproximadamente con una dimensión de 0.90 x 3.50 m. en la parte superior y 0.90 x 3.00 m en la base. Las columnas cuentan con - dos entrecalles de 0.1 x 0.08 de sección, una situada en la base en el nivel hasta donde se rellenó para zonas jardinadas y la otra en la parte superior de la columna en el nivel de la - junta de colado entre la columna y el cabezal. (fotografía - - II-8).

II.8.1. Armado

El armado principal de las columnas consistió en 46 varillas verticales del No. 10 distribuidas en todo el perímetro, con estribos horizontales del No. 4 a una separación de 20 cm, ganchos horizontales del No. 3 a cada 35 cm. y unos estribos - triangulares en los extremos de varilla del No. 3 a cada 35 cm. terminado el armado se colocó la malla electrosoldada (66-8/8)



FOTOGRAFIA II-8.- SECCION DE LAS COLUMNAS



FOTOGRAFIA II-9. PIEZAS FRONTALES DE LA CIMBRA DE COLUMNA TRI--
PLAY DE 19MM. RECUBIERTO CON FIBRA DE VIDRIO -
EN LA ZONA DE CONTACTO.

cubriendo perimetralmente toda la columna .

II.8.2.: Cimbra

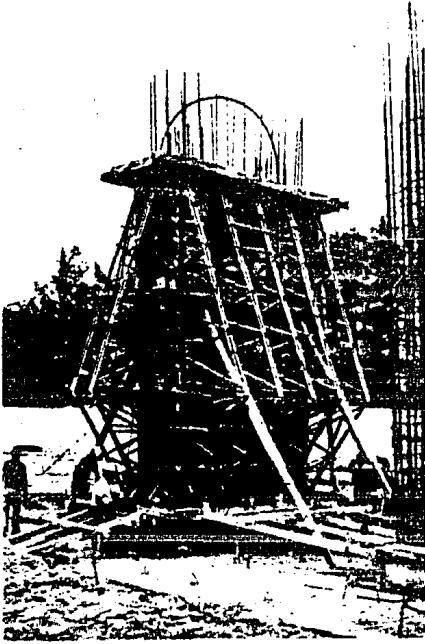
La cimbra utilizada para estos elementos consistio en un molde metalico constituido por 4 piezas, cada una de ellas - estaba formada por una armadura metalica que garantizaba así - su rigidez y forma . Cada armadura se construyo con perfiles - estructurales, comerciales de diferentes medidas, y con una -- sección triangular, reforzada a 1/3 de la altura de columna .

En la zona de contacto se utilizo triplay de 19 mm. - recubierto con fibra de vidrio para proporcionar el acabado -- aparente solicitado por especificación. (foto 2-9)

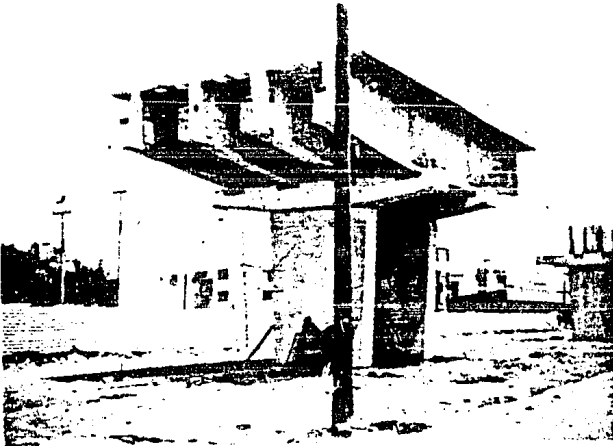
Para el procedimiento del cimbrado,descimbrado y acarreo de la cimbra de una zapata a otra se utilizo una motogrua tipo Pettibone de 16 ton.

La cimbra una vez presentada se aseguro por medio de 4 yugos metálicos formados con viguetas tipo "I" de 4" sujetas por pernos metalicos en cada esquina .

Para lograr asegurar la verticalidad de la columna se utilizaron cables de acero tensados por medio de gatos (tirfor) anclados al terreno, con estacas de acero. (foto 2-10)



(FOTOGRAFIA II-10) VISTA GENERAL DE LA CIMBRA DE COLUMNAS SE APRECIA ARMADURA METALICA, YUGOS DE SUJECION, Y TENSORES.



FOTOGRAFIA II-11.- MONTAJE DE TRABES TIPO TA SOBRE LOS CABEZALES DE LAS COLUMNAS

II.8.3. Colado

El concreto utilizado en estos elementos tenia las siguientes características. Resistencia a la compresión $f'c$ 350 kg/cm^2 , tamaño máximo de agregado 19 mm. y revenimiento de 14-cm. con dosificación especial para bomba. Para su colocación se utilizó una bomba estacionaria, la tubería fue de 4" de ϕ y se instaló hasta dentro de la columna para evitar la caída del concreto desde una altura considerable lo cual podría provocar una segregación.

Para asegurar un perfecto llenado y evitar oquedades se utilizaron vibradores de inmersión de gasolina y electricos.

La continuidad en el suministro del concreto fue de suma importancia, para evitar juntas frias en el colado, que pudieran afectar la apariencia del concreto.

II.9 CABEZALES

Los cabezales que van en la parte superior de las columnas y son el apoyo directo de las traveses esta fue la siguiente etapa a realizar.

II.9.1 Armado

El armado principal de los brazos (aleros) del cabezal consistió en cuatro vrs. del #8 en el lecho inferior y seis varillas del mismo ϕ en el lecho superior con estribos del # 4 a 20 cm. y bastones verticales del #4 con la misma separación ademas 4 vrs del #8 adicionales a lo largo del cabezal.

Para que el cabezal quedara integrado a la columna no se interrumpio el armado vertical de la misma y al cual se le soldo un accesorio consistente en un ángulo de dos placas de acero de 3/4" de espesor. Donde se apoyo la trabe, prefabricada.

II.9.2. Cimbra

La cimbra utilizada para el colado de estos elementos consistio en un molde de madera, formado por seis piezas (2 fondos dos caras, y dos costados) la cual poseia la geometría indicada en proyecto. Esta cimbra fue soportada sobre andamios tubulares de uso comercial. Para la cimbra de contacto se utilizó triplay de 3/4" recubierto por una resina epoxica (colmasol) con lo cual se garantizó el acabado aparente solicitado por especificación.

Las tarimas de triplay fueron reforzadas por medio de

polines verticales colocados a 50 cm, unidos entre si con tablones de 2" x 12" colocados horizontalmente, para realizar las operaciones de cimbrado y colado se utilizaron andamios de madera formados con mensulas de polines y tablones como andadores.

Las piezas del molde fueron unidas entre sí con torsales de alambre recocido, ya que no se permitio el uso de separadores (moños) de tipo comercial debido al acabado de los elementos.

II.9.3 Colado

El concreto utilizado en estos elementos fue de las mismas características que el que se coloco en las columnas y se usaron los mismos equipos para su colocación y vibrado.

II.10 TRABES PRECOLADAS

La siguiente etapa dentro del procedimiento consistio en el montaje de trabes las cuales fueron fabricadas por tres compañías especializadas en la fabricación de elementos pre-esforzados.

El gálibo del metro se dio con cuatro trabes tipo "T" colocadas en forma paralela con un ancho de alero de 2.10 mts.

cada una para dar un galibo de 8.40 mts.

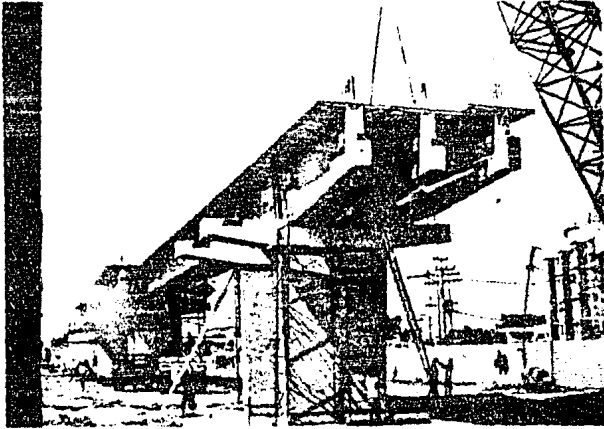
Las trabes prefabricadas se clasificaron en dos tipos TA y TC. Las trabes TA que poseen una longitud de 16.0 mts. - son las que descansan sobre los cabezales de las columnas (ver fotografía II-11), se numeran como TA-1, TA-2 y TA-3 segun su posición de montaje la cual fue, extrema norte, centrales y extrema sur, respectivamente.

Las trabes TC que unieron las trabes TA entre zapatas, tienen una longitud de 24.0 mts. y se apoyaron directamente sobre las mensulas de las trabes TA, como se puede observar en la fotografía II-12.

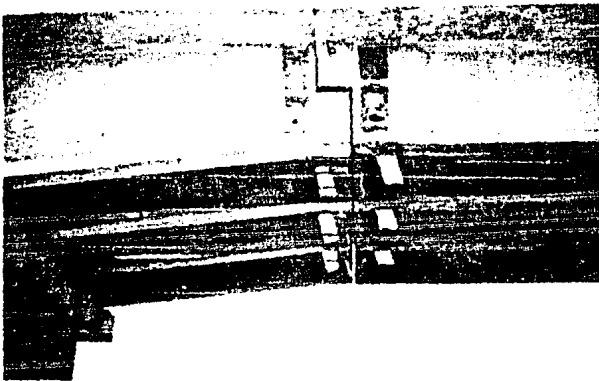
En las zonas de apoyo ó mensulas de ambas trabes - - (ver fotografía II-13) se colocaron accesorios metálicos y un cilindro de neopreno de 2.0 cm. de espesor.

II.10.1 Transporte de trabes precoladas

Una vez que los elementos fueron retirados de la mesa de presforzado mediante el sistema de cada fabricante y almacenado en los patios para este fin, se iniciaron las manio-
bras para colocar los elementos presforzados en el sistema de transporte.



FOTOGRAFIA II-12.- MONTAJE DE TRABES TIPO TC, APOYADAS EN LAS -
MENSULAS DE LAS TRABES TA.



FOTOGRAFIA II-13.- MENSULAS DE APOYO DE TRABES TIPO TA Y TC EN
DONDE SE COLOCARON ACCESORIOS METALICOS Y -
CILINDROS DE NEOPRENO.

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

TRABES TC. Este elemento se transportó por medio de carretilla ("Dolly"), y en los casos que fué necesario almacenarlo a pie de obra, se previo la estructura de madera necesaria para dar el soporte lateral a cada uno de los elementos.

TRABE TA. Este elemento se transportó en plataformas de 40 pies de largo. Se previo dejar una longitud mínima de la cabina del tractor al elemento, de tal manera que éste pudiera efectuar cualquier maniobra.

Ya que estos elementos eran de una longitud mayor a la longitud de la plataforma, se previo también el exceso de largo, con la señalización adecuada.

Para que el traslado de estos elementos se efectuara con la mayor seguridad posible se vigilo que este señalamiento fuera suficiente y cumpliera con lo exigido por las autoridades.

Para tal efecto se utilizaron carros piloto en número suficiente y con el equipo que exigian los reglamentos

Fue necesario planear rutas de traslado de los elementos, de tal manera que los vehículos de transporte no efectuaran maniobras que afectaron o interrumpieran el tránsito sobre las diferentes vialidades que se utilizarón.

II.10.2. Almacenamiento de Traveses Prefabricados en Obra.

Una vez que los elementos se encontraron dentro de la obra y en el sitio que se les designo para su almacenamiento - se procedio a retirar los implementos de transporte (Dolly's - en el caso de las traveses TC y plataformas en el caso de las -- T A)

Todos los elementos contaban con la estructura de madera para el soporte lateral y se colocaron sobre polines de madera. En los accesorios T-2 para el caso de las traveses TA - y en los extremos para el caso de los traveses TC.

II.10.3. Montaje de Traveses Prefabricados.

El montaje definitivo de los elementos presforzados - traveses TA y TC, se efectuó de acuerdo a las siguientes etapas.

TRAVES TA:

a). Anterior a cualquier maniobra se consulto el pla-

no de montaje del tramo correspondiente al sitio de trabajo -

b) Para llevar a cabo todos los trabajos relacionados con niveles ejes, pendientes, ejes, etc. se conto con una brigada de topografía.

c) La trabe se hizo de los puntos diseñados para tal-fin y se sentó en los cabezales de las columnas apuntalandola-inmediatamente.

d) Una vez apuntalada la trabe, se retiraron los cables de izaje, para permitir a la grúa efectuar otra maniobra-completa, e inmediatamente se procedio a realizar los trabajos de soldadura.

e) La secuencia de montaje para las traves TA fue en-el siguiente orden TA-2 (2 Pzas), TA-3 y TA-1.

TRABES TC.

El montaje de las traves se efectuó de acuerdo a las-siguientes etapas.

a) Anterior a cualquier maniobra se consultó el plano de montaje del tramo correspondiente al sitio de trabajo.

b) El orden de colocación de las trabes fue TC-2, TC-3 y TC-1.

c) Previo al montaje de las trabes TC1 y 3 se realizó el apuntalamiento de los aleros del cabezal el cual se efectuó por medio de túbos de acero con un diametro de 10" utilizados como troqueles o puntales.

d) La trabe se hizo de los puntos diseñados para este fin y se colocó en su posición y orientación correcta. Al mismo tiempo se colocaron los dispositivos de apoyo de la trabe - TA, pastillas de neopreno, acero, teflón y el anillo de bronce.

e) Al colocar la trabe TC se apoyo primero en el apoyo fijo y posteriormente, casi simultáneo el apoyo móvil. El descenso de la trabe TC en la trabe TA fue lo más lenta posible.

f) Una vez colocada la trabe TC se fijo a la TA por medio de placas de 10 X 10 cms. y 0.6 cms. de espesor soldadas en los aleros antes de retirar los cables de izaje.

II.11. DIAFRAGMAS

Los diafragmas fueron los elementos estructurales que unieron a las trabes en el sentido transversal al eje del me--

tro y se clasificaron como D-1, D-2, D-3 y D-4. El diafragma D-1 fue el que se colo en la parte superior del cabezal, los diafragmas D-2 y D-3 fueron los que se construyeron en ambos lados de las mensulas de apoyo de las trabes y el diafragma -- 0-4 se ubico en la zona central de las trabes T-C, ó sea en el centro del claro entre zapatos.

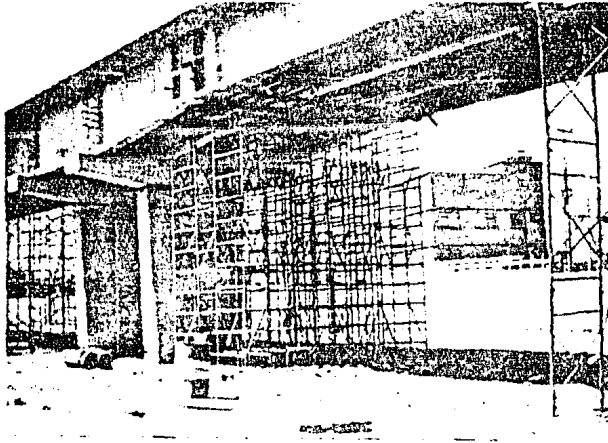
II.11.1. Armado

El armado de los diafragmas en todos los casos consistio en dos parrillas armadas con varillas del No. 4 @ 20 en ambos sentidos, dejandose colocadas las vainas por donde posteriormente se introdujeron los torones para el postensado de estos elementos.

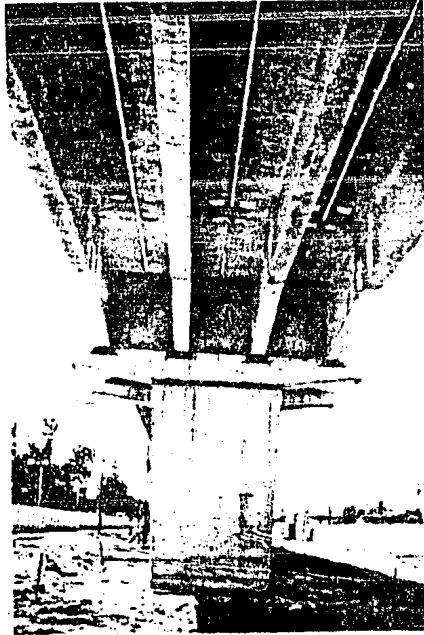
II.2 CIMBRA

La obra falsa que soporto la cimbra de contacto fue construida por medio de andámios tubuiare de dimensiones comerciales, tal como se muestra en la fotografia II-14.

La cimbra de contacto se formo con tarimas de triplay de 3/4" de espesor y un bastidor de barrotes de 2" x 4" la cara expuesta al concreto se trato con resinas similares a las utilizadas en la cimbra del cabezal.



FOTOGRAFIA II-14 OBRA FALSA UTILIZADA PARA EL CIMBRADO DE DIA--
FRAGMAS D-2, D-3 Y D-4.



FOTOGRAFIA II-15.- DIAFRAGMAS D-1, YA COLADOS SOBRE LAS COLUMNAS.
NOTESE LAS PREPARACIONES EN LOS ALEROS DE LAS
TRABES PREFABRICADAS PARA EL COLADO DE DIA-
FRAGMAS.

Esta cimbra a su vez se apoyo sobre una cama de polines de 4" x 4" los cuales descansaban directamente en las maderas de los andamios.

II.11.3. Colado

El colado de estos elementos se realizo por la parte superior de los trabes a travez de las preparaciones dejadas para tal fin en la parte de los aleros de los trabes (fotografia II-15)

El concreto se elevo para su colocación por medio de una bomba sobre camión que cuenta con una pluma integrada. -- Las características del concreto fueron las mismas que el del utilizado en las columnas y cabezales.

2.12. FIRME DE COMPRESION

Sobre la pista que forman la trabes se construyo un firme de compresión de 14 cm. de espesor, armado con una parrilla de acero del No.6 y del No. 4 longitudinal y transversalmente respectivamente con una separación de 20 cm. en ambos sentidos.

Para el colado se utilizó concreto de 200 Kg/cm^2 el cual se coloco por medio de una bomba de concreto igual a la

utilizada en el colado de diafragmas.

Este firme también se utilizó para drenar la superficie de la pista, lo cual se logró, dejando una pendiente del 1% (en el colado del firme) de los extremos de las trabes al centro.

CAPITULO III

III. MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION UTILIZADOS.

III.1. EQUIPO UTILIZADO PARA EL HINCADO DE PILOTES.

III.1.1. Grúas.

Para el hincado de pilotes se utilizarón dos grúas -- Link Belt LS-108 montada sobre orugas con capacidad de 45 toneladas cada una, a estas grúas se le acoplan las guías y el martinete para realizar la actividad mencionada anteriormente.

DATOS TECNICOS DE LA DRAGA LINK-BELT LS-108.

PESO 38,388 Kg.
EXTENSION MAXIMA DE LA PLUMA (60 pies-18 mts.) 3 sección.
CAPACIDAD DE CARGA 45 TON. (con ángulo aprox. de 80°).
MOTOR DIESEL

ENGRANES DE DESPLAZAMIENTO. Los engranes de desplazamiento son de acero termotratado, colocados en los ejes los cuales estan montados sobre chumaceras de bronce con una cadena de tracción, montada también sobre chumaceras de bronce la cadena esta unida al engrane de tracción por la parte exterior, colocadas una de cada lado. El engrane y las zapatas se ajustan a través de los ejes de la cadena.

MOTOR. El motor que tiene este tipo de grúas es GM - 6 Cumins, lubricado a alta presión tiene un enfriador de aceite así como también un acelerador manual y el convencional de pie. El combustible y los aceites lubricantes se filtran por medio - de filtros comunes.

TANQUE DE COMBUSTIBLE. La capacidad del mismo es de 85 Gl. con indicador de nivel, un tubo externo y tapón con respiración.

TAMBORES DE FRENO. El tambor de los frenos esta integrado a una flecha que es accionada mecanicamente por el pedal que esta equipado con un dibujo que permite su facil aplicacion.

RENDIMIENTO. El rendimiento observado en el hincado de pilotes, utilizando dos grúas LS-108 es de 180 ml. por turno de 10 hrs. ó sea 6 pilotes de 30.0 mts. cada uno.

III.1.2. Martinete.

La función del martinete es la de proporcionar la energía que se requiere para hincar un pilote. El martinete utilizado fue de tipo diesel marca Delmag.

Esta unidad no requiere una caldera de vapor o un com

presor de aire.

La unidad completa del martinete consiste en un cilindro vertical, un pistón o aceite, un yunque, tanques de combustible y aceite lubricante, bomba de combustible, inyectores y un lubricador mecánico.

Una vez que se colocó el martinete sobre un pilote de sección ya conocida, se levanta el pistón y el ariete y se dejó caer para comenzar la operación de la unidad. A medida que el ariete se acerca al final de su carrera descendente, se engancha a una bomba de combustible operada por medio de un cigueñal que inyecta el combustible a la carrera de combustión situada entre el ariete y el yunque. La continuación de la carrera descendente del pesado ariete, comprime el aire y el combustible a la Temperatura de ignición. La explosión resultante empuja el pilote hacia abajo y el ariete hacia arriba. La energía por golpe, que controla el operador, puede hacerse variar desde cero hasta la potencia total. La tabla siguiente nos proporciona datos técnicos para el martinete utilizado marca Delmag.

Peso neto total	5160	Kg.
Peso del ariete	2200	Kg.
Long. de la carrera	22-24	pulgadas.
Long. máxima de la carrera	48	pulgadas.
Energía por golpe	6700	Kg.
Golpes por minuto	38-52	
Consumo de gasolina	2.0	gal/hr.
Longitud total	13.5	ft.

III.1.3. Perforadora.

La perforadora utilizada para realizar la perforación previo al inicio del hincado de los pilotes fue montada sobre camión marca Long Year. Estas unidades son de fabricación especial, tienen interconstruida una unidad de potencia para hacer girar el mecanismo de perforación, también pueden aplicar una fuerza de torsión considerable, más de $1/3$ de millón de pies-libra a velocidades hasta de 90 r.p.m.

La perforación se construyo con un diámetro de 30 - - cms. extrayendo el material y se llevo hasta $1/3$ de la longitud total del pilote. El tipo de broca utilizada fue triconica ó elicoidal. No fue importante el tipodebroca utilizada ya que el terreno arcilloso del lugar se perforaba con relativa facilidad y con un desgaste minimo de las brocas. Las palas helicoidales se encuentran atornilladas en la parte inferior de un tubo de perforación. A medida que la broca gira en el agujero se hace fluir hacia abajo un chorro de agua para sacar los detritos y enfriar la broca.

III.2. EQUIPO UTILIZADO EN LA EXCAVACION DE ZAPATAS.

III.2.1. Retroexcavadora.

Para realizar la excavación de las zapatas se utiliza

una retroexcavadora con cucharón, la cual se colocaba en el perímetro de la zapata y debido a que tiene un alcance máximo de profundidad de 4.26 mts. permitió excavar perfectamente la zapata.

Este tipo de maquinaria permitió cargar inmediatamente los camiones de volteo para el retiro del material producto de excavación conforme se atacaba la zapata.

DATOS TECNICOS.

Motor	diesel 4 cilindros
Carga máxima retroexcavadora	1612 Kg.
Alcance al frente	5.4 m.
Profundidad máxima	4.26 m.
Peso total	4300 Kg.

Al combinar e la fuerza de e puje del brazo de la excavadora y la de giro hacia arriba del cucharón proporciona, a las máquinas de este diseño, mayor fuerza de penetración por mm (pulg.). Debido a la gran fuerza de penetración y a las cuchillas del cucharón es relativamente facil llenar el cucharón de una retroexcavadora.

CICLO DE EXCAVACION. El ciclo de excavación de una excavadora consta de cuatro partes:

1. Carga del cucharón.
2. Oscilación con carga.
3. Descarga del cucharón.
4. Oscilación sin carga.

El tiempo del ciclo que se tuvo en la excavación de las zapatas fue el optimo ya que se tenía el camión a nivel de la excavación lo que, permitio cargarlo inmediatamente, por lo que era importante tener el número suficiente de camiones con objeto de no tener tiempos osciosos de la retroexcavadora.

Otro factor importante que se midio para tener un mejor rendimiento en la excavación de las zapatas fue la capacidad del cucharón, y que dependio principalmente de la habilidad del operador. Las capacidades del cucharón pueden ser: - Capacidad o ras ó capacidad colmada. La capacidad a ras es el volúmen del espacio limitado por las planchas laterales así como la del frente y la de atrás, sin considerar la cantidad de material que retenga o conduzca la plancha para evitar, derames, ni los dientes del cucharón. La capacidad colmada, es el volúmen del cucharón, por debajo del plano de enrase, más la cantidad de material apilado sobre dicho plano a un ángulo de reposo 1:1 sin tomar en cuenta la cantidad de material que-

pueda retener o conducir la plancha para evitar derrames, o -- los dientes del cucharón.

El rendimiento que se observa en la excavación de zapatas fue apróximadamente de $120 \text{ M}^3/\text{turno}$ el cual fue menor a una excavación normal debido a la dificultad que presentaban -- las cabezas de los pilotes que sobresalían 1.0 m. del nivel de desplante de cimentación.

III.3. EQUIPO UTILIZADO EN EL DESCABECE DE PILOTES.

III.3.1. Compresor.

El compresor utilizado en el descabece de pilotes -- fue un compresor de aire recíprocante que es el de uso más común en la construcción. La compresión de aire se produce por el movimiento recíprocante, hacia adelante y hacia atrás, del embolo ó pistón del compresor, accionado mediante un cigueñal y una biela desde el eje del motor de combustión interna.

El control del ciclo de compresión se efectúa mediantte simples balvulas chek que permiten el paso del aire en una-- sóla dirección, el movimiento del embolo en alejamiento del extremo del cilindro, en el que se encuentra la valvula, permite que se abra una valvula de succión y que pase aire a llenar el cilindro. Después el movimiento hacia el extremo de la valvu-

la abre la valvula de descarga cuando la presión es suficientemente grande para descargar el aire del cilindro para utilización y almacenaje.

La capacidad del compresor fue de $8.5 \text{ m}^3/\text{min}$. siendo el combustible diesel.

En la fotografía III-1 se puede observar el compresor utilizado.

En la realidad la versatilidad de los compresores alcanza todas las actividades desde sopletear un piso para eliminar el polvo hasta servir como fuente de energía de máquinas. Para seleccionar un compresor al realizar la demolición de los pilotes se necesita determinar lo siguiente.

1. El tipo de pistolas rompedoras que serían accionadas por el aire comprimido entregado por el compresor.
2. Necesidades totales de aire en M^3/min . que demandaron el total de equipos a utilizar.
3. Necesidades de presión en Kg/cm^2 para cada equipo neumático que ha de utilizar el aire comprimido.
4. Presión deseada de aire en el recipiente del compresor para proporcionar la presión requerida.



FOTOGRAFIA III.1.- COMPRESOR UTILIZADO EN EL DESCABECE DE PILO-
TES, MARCA GARDNER-DENVER.

5. El compresor económico, comercialmente disponible que satisface o sobrepasa ligeramente las necesidades del compresor de tamaño ideal.

III.3.2. Martillos neumaticos (Rompedoras).

Para realizar la demolición de las cabezas de los pilotes se utilizaron martillos neumáticos (rompedoras) que son taladros de percusión que se sostienen normalmente con la mano pero como se tienen que levantar hasta 1.0. mt. de altura se utilizo un marco tabular para soportar la pistola.

Este equipo se utiliza normalmente para la barrenación de agujeros. Por esta razón se les llama con frecuencia perforadoras. Se clasifican de acuerdo, con su peso, en este caso se utilizo un martillo de 56.5 lb. Una unidad de taladro completa consiste en un martillo una barra de acero, y una broca.

A medida que el aire comprimido fluye através del martillo, causa el movimiento reciprocante de un pistón que a una velocidad hasta de 2,200 golpes por minuto, produce el efecto de martillo. La energía de este pistón se transmite a la broca a través de la barra del taladro. Una parte del aire fluye através de un agujero en la barra del taladro y en la broca, para enfriar la misma. El bástago ó barra se hace girar.

rar lentamente después de cada golpe para que las puntas de la broca no peguen en el mismo lugar todo el tiempo.

DATOS TECNICOS.

Longitud total en pulg.	23 $\frac{3}{8}$
Cilindro en pulg.	5 $\frac{5}{8}$
Peso lb.	56.5
Tamaño de barra recomendada pulg.	1
Tamaño de manguera recomendada pulg.	1

III.4. EQUIPO PARA BOMBEO DE CONCRETO.

III.4.1. Bomba estacionaria.

Para realizar la colocación del concreto en columnas cabezales y toda la superestructura de la línea se utilizarón bombas estacionarias que hacen fluir el concreto através de una tubería de acero. Este método es particularmente ventajoso cuando es necesario colocar el concreto en lugares que no son facilmente accesibles. (FOTOGRAFIA III-2).

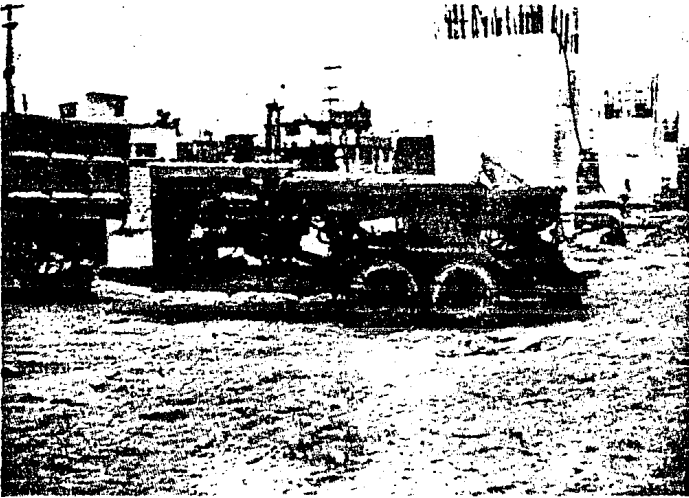
El equipo incluye una tolva de almacenamiento con un agitador para evitar la segregación; montada sobre una bomba del tipo de pistón horizontal de simple acción, más tubo de acero y accesorios.

El túbo es de 6, 7 y 8 pulgadas de diámetro. El tamaño máximo del agregado que puede bombearse es de 3 pulgadas.

El concreto puede bombearse hasta 1200 ft. en dirección horizontal, dependiendo del tamaño de la bomba, de la tubería y del revenimiento del concreto. Un codo de 45° es equivalente a 20 pies de tubo horizontal. Cualquier concreto que tenga un revenimiento razonable puede bombearse, pero los mejores resultados se obtienen al bombear concreto con un revenimiento de 14 cms.

Las líneas de tubería y de manguera pueden tenderse en combinaciones de tramos horizontales, verticales o inclinados. En consecuencia, es un método muy flexible para mover el concreto hasta su lugar de vaciado.

En el caso de una bomba de émbolo el concreto se mueve por el empuje de un émbolo reciprocante ubicado en el extremo de carga de una tubería o manguera. La bomba neumática utiliza la potencia de empuje del aire a presión que entrega un compresor de 125 pies cúbicos por minuto de capacidad. El concreto se desplaza mediante un volante o rodillos que oprimen el exterior de una sección inicial del túbo dentro de una cámara cilíndrica de vacío, haciendo presión sobre el mismo y forzándolo a avanzar más allá de los rodillos. Cuando estos rodillos, trabajan en forma repetitiva sobre el túbo, en el tramo-



FOTOGRAFIA III.2.- BOMBA ESTACIONARIA UTILIZADA PARA EL COLADO DE COLUMNAS, CABEZALES, DIAFRAGMAS Y FIRME-COMPRESION.

semicircular de su longitud, producen una acción de bombeo en el concreto.

La lubricación de las tuberías se realiza con una lechada rica de cemento y arena, cada vez que se utilizo el equipo de bombeo.

Fue muy importante controlar el revenimiento del concreto ya que esto aunado a la segregación de los ingredientes de concreto causa problemas e incluso toponamiento de las tuberías de bombeo.

Las tuberías se forman por tramos de tubos y en el lugar de entrega un tramo de manguera que se acopla en el lugar. El tubo tiene menos resistencia de rozamiento al movimiento del concreto fluido, pero la manguera es mucho más fácil de manipular y mover en el extremo de descarga para vaciar el concreto directamente al lugar de utilización.

III.5. EQUIPO PARA MOVIMIENTOS DE PILOTES LOSAS TAPA Y CIMBRA

III.5.1. Motogrúa Petibone.

Para este tipo de miembros se utiliza una grúa comúnmente denómidas como pato la cual se utiliza para cargar los pilotes en las plataformas en donde se transportan los pilotes

del sitio, de fabricación (patio de producción) al lugar de -- hincado.:

Esta grúa utilizada por su rapidez y capacidad de -- carga, ya que después de cargar la plataforma se traslado conjuntamente con esta al sitio de hincado en donde se procede a-- descargar la plataforma. Las distancia :promedio de estos reco rridos fue de 500 mts. En la fotografía III-3 se puede obser- var esta máquina.

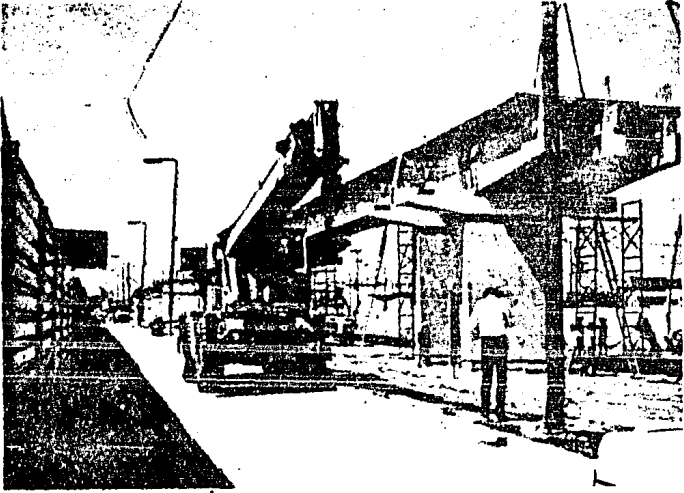
Este tipo de grúas para realizar sus maniobras se co -- loca en terreno firme; sacando sus gatos hidráulicos de apoyo- los cuales son debidamente colocados sobre polfnes.

Las plumas de estos equipos son siempre retractiles, accionados hidráulicamente.

DATOS TECNICOS.

Tipo de grúa Petibone 30 MK.

Peso	17.400 kg.
Longitud máxima de pluma	26.882 mts.
Capacidad de carga máxima	13.590 kg.
Motor Diesel	4 cilindros.
Velocidad	43.1 K.P.H.



FOTOGRAFIA III.3.- MOTOGRUA PETIBONE CON UNA CAPACIDAD MAXIMA-
DE 13,590 KG.

III.6.1. Grúas.

Debido a la longitud de las traveses TC-24 fue necesario utilizar dos grúas para efectuar las maniobras de montaje. Las grúas que realizaron las maniobras deberían de soportar un peso de 400 t superior al de las traveses, según especificaciones por estos motivos se optó por utilizar el sig. equipo.

Dos grúas marca Link Belt tipo LS 518, con una capacidad de 150 TON cada una.

Estos equipos cuentan con un tren de desplazamiento (orugas) termotratadas, autolimpiables, unidas una a una por un perno flotante con 52 placas cada oruga, y cuenta con mecanismo de ajuste, la velocidad de desplazamiento es de 1 milla por hora.

El sistema de tracción principal cuenta con un equipo hidráulico de desplazamiento que mueve un eje de tracción primario montado sobre chumaceras de bronce unido a tres ejes por medio de coples. El eje exterior está unido al engrane de la cadena de tracción montado a cada lado del chasis estos engranes son de acero termotratado montado también sobre chumaceras de bronce.

Los engranes y las orugas se ajustan a través de los ejes de la cadena.

Cuenta además con 1 rueda sin tracción, y 16 roles - de acero termotrataados 14 en la parte inferior y 2 en la superior montados de igual manera sobre chumaceras de bronce.

Todo el sistema de tracción se encuentra montado sobre un chasis primario que posee un sistema de cojinetes en la superficie sobre un tambor interno con una cadena giratoria en la parte baja del bastidor.

La estructura superior movable formada por un bastidor soldado integralmente, montado sobre el chasis primario posee un sistema de giro independiente, al sistema de desplazamiento. El sistema de giro es a base de cojinetes unidos entre el bastidor o chasis primario y la máquina (cabina) y pluma este sistema es accionado por unos engranes y esta provisto de un bisel que se encuentra dentro de una caja de aceite con flechas horizontales, y verticales. El clutch de giro accionado por dedales posee un sistema hidráulicos Speed o Matic expansible "con dos discos de clutch de 30" de diámetro.

Los frenos de giro accionados hidráulicamente tienen una banda externa contractil. El tambor de freno acciona una flecha vertical de giro con un freno de 18" de diámetro con una área de contacto (presión) efectiva de 212 pulg.².

El motor GM V-8 de lubricación por alta presión tie-

ne filtro enfriador de aceite, y filtros de aire y combustible.

El tanque de combustible con capacidad de 85 galones - posee un indicador de nivel y tapón con respiración la transmisión FCM de roles cuádruples integrados a una cadena que acciona una bomba de aceite para la lubricación de todo el sistema - de operación.

Sistema de engranajes, con un sistema Full Function - diseñado de doble operación direccional, las palancas de operación están montados sobre un sistema antifriccionante de cojinetes *e_l cual impide variaciones en la presión transmitida a los dos.

Todos los movimientos de giro y los movimientos de la pluma son independientes uno del otro, así como sus componentes como poleas, piñones, tambores de freno, cadenas de tracción, - plato de clutch ejes y flechas.

El tambor de clutch está montada sobre flechas conestadas a un sistema antifriccionante de cojinetes.

Cuenta además con un sistema de control que procura - un constante desplazamiento de la máquina al operar.

La bomba hidráulica provee un flujo constante que man

tiene la presión uniforme durante la operación ya que contiene una válvula de control de presión que mantiene el límite máximo de presión en el sistema, con un elemento de filtro MICRON 40.

El sistema de subir y bajar se compone de una polea principal delantera y una trasera accionadas por una transmisión de cadena que proviene de la máquina.

El carrete se compone de dos piezas removibles colocados sobre una flecha o eje instalado en un tambor con lenguetas largos que permiten la instalación de un clutch opcional.

Tambores de freno, son tres piezas que se controlan por medio de una bomba, el tambor de freno esta integrado a una flecha que es operado mecánicamente por un pedal.

III.7. EQUIPO PARA POSTENSADO DE DIAFRAGMAS.

III.7.1. Gato para Tensado.

Para realizar el tensado de los diafragmas se utilizo un gato Stronghold, el cual tuvo la capacidad requerida por especificación.

El ciclo de tensado de los diafragmans se describe a continuación:

a) Se sitúa el gato frente a la placa de centraje, - se desplaza este hacia la culata. La operación de eno**br**ado re quiere pocos segundos.

b) Con el gato en disposición de tensar, se da pre-- sión a la central. El agarre de todos los alambres o torones - por las cuñas de arrastre es inmediato y automático.

c) Se tensa el torón hasta conseguir el esfuerzo y - alargamiento deseado. Se puede aflojar ligeramente y ..

d) Se clavan definitivamente las cuñas del anclaje - accionando la placa de centraje, que lo es también de clavado, - mediante el cilindro hidráulico, frontal.

e) Dando presión al circuito de retorno, se recoge - el gáto, soltándose automáticamente las cuñas de arrastre, con- lo que el gato puede retirarse o iniciar de nuevo el ciclo en el enclaje siguiente.

Este tipo de gato clava las cuñas del anclaje a pre-- sión, lo que aumenta la eficiencia de estas y garantiza unas pe netraciones que pueden valorarse así:

DIAMETRO DEL ALAMBRE O TORON	PENETRACION DE LAS CUÑAS (mm)
7 mm	2-3
0.5"	4-6
0.6"	5-7

Con este gato se puede tensar alambres o torones de cualquier número dentro de la capacidad del émbolo y también -- permiten combinar el tesado múltiple con el unitario y una vez tesado el anclaje comprobar la tensión de cada torón.

Para la manipulación de estos gatos se requieren -- grúas y elementos de transporte. Para facilitar los movimientos en obra se utilizo una camioneta. F-350 (ESTAQUITAS) equipada con una grúa tipo HIAB y una canastilla especial para estos trabajos. Estos equipos tienen la posibilidad de mover y situar el gato en posición de tensado con gran rapidez y precisión.

Para registrar la potencia aplicada al gato, se utiliza una central que posee manómetros o los mecanismos necesarios para un rápido y eficaz accionamiento de los gatos, estas centrales estan proyectadas para altas presiones de trabajo en el tensado, realizandose el retroceso del gato a baj presión.

La central se controla mediante válvulas reguladoras-

conectadas a los circuitos hidráulicos. Los gatos se accionan a través de sus centrales, mediante un doble distribuidor que independiza, el tensado del clavado de cuñas. Para reducir la tensión, existe una llave auxiliar de descarga que la rebaja, suave y gradualmente. Las centrales tienen un amplio depósito con indicador de aceite y están montadas sobre ruedas para facilitar su movilidad.

III.7.2. Equipo de Inyección.

Una vez que se termino de postensar los diafragmas se procedio a inyectar lechada de cemento en las vainas por las -- que se hizo pasar el acero de postensado, para lo anterior se -- utilizo una BATIBOMBA STRONGHOLT MX5 que tiene un peso en vacio de 350 kg. Dispone de dos ruedas posteriores fijas y una artf--culada en la barra de mando que le permiten una fácil movilidad en terreno irregular.

En el depósito superior lleva acoplada otra rueda de--forma que todo el conjunto puede transportarse en horizontal.

La batibomba MX5 tiene dos depósitos de 90 litros ca--da uno, lo que permite su funcionamiento continuo pues mien---tras el depósito superior realiza la mezcla, el inferior sumi--nistra lechada a la bomba. Lleva acoplada una bomba de baja -- presión, silenciosa, la presión máxima es de 12 a 15 atmósferas

y la de trabajo es de 6 a 8 atmósferas.

Tiene un rendimiento de 750 litros por hora con una -
presión de 8 atmósferas pudiendo llegar a 1500 litros a 12 at--
mósferas de presión.

CAPITULO IV

IV.- CONTROL DE CALIDAD

IV.1 CONTROL DE CALIDAD EN ACERO DE REFUERZO

IV.1.1. Suministro y Almacenamiento.

a) Previo al inicio de la obra y basado en los planos estructurales, fué necesario elaborar una lista de acero y formular un programa de suministro.

b) El laboratorio de control de calidad elaboro un reporte cada vez que se recibía un lote de acero de refuerzo en la obra, especificando: fecha, procedencia, cantidad, características generales y sitio preciso de almacenaje.

c) Las varillas y mallas que se almacenaron en la obra se separaron y entongaron por lotes, diámetros y tamaños, de tal forma que fueron fácilmente identificables para el muestreo y localización.

IV.1.2. Colocación.

a) Las varillas de refuerzo fueron inspeccionadas en -

la obra por la Supervisión verificando lo siguiente:

- Localización conforme al proyecto.
- Los diámetros, longitud, traslapes y cantidad de acero conforme al proyecto.
- Superficies de varillas, libres de polvo, cemento, - escamas de laminación, tierra, grasa u otros.

b) Los dobleces se realizaron en frío alrededor de unperno no menor que 8 veces el diámetro de la varilla.

c) Las varillas del refuerzo se debían colocar firmemente para impedir su movimiento durante la colocación del concreto. Se acepto el uso de silletas de concreto y metálicas.

d) Solamente se utilizaron varillas de acero grado - - R-42 (Límite de fluencia $F'Y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$) y malla de alambre de $F'y = 5,000 \text{ kg/cm}^2$.

El acero de refuerzo dependiendo de su procedencia debía cumplir con los requisitos especificados en las normas siguientes:

PROCEDENCIA	NORMA
Laminación de lingotes	DGN - - 6
Laminación de lingotes torcidos en frío	DGN - B - 294
Relaminación de rieles	DGN - B - 18
Laminación de materiales de ejes	DGN - B - 32

IV.1.3 Control de Calidad

Para determinar las propiedades y características del acero de refuerzo, se emplearon los siguientes métodos y frecuencia de pruebas.

PRUEBA	DGN	A.S.T.M.	FRECUENCIA DE LAS PRUEBAS. CADA.
a) Para varillas corrugadas, para refuerzo de concreto.			
- Determinación del peso-unitario y área transversal.	B - 434		*
- Determinación de requisitos a la tensión.	B - 172	A-370	*
- Resistencia mínima a la tensión en Kg/cm ² .		A-615	*

- Límite de fluencia mínimo en Kg/cm ² .		A-616	*
- Alargamiento mínimo en porcentaje		E-8	*
- Determinación de requisitos de doblado.	B-172	A-370	*
- Determinación de las características de las corrugaciones.	B-291	A-305	*
b) Para malla soldada de alambre de acero para refuerzo de concreto.	B-290	A-185	
- Determinación del peso unitario del área transversal.	B-434		**
- Determinación de requisitos a la tensión.	B-172	A-370	***
- Resistencia mínima a la tensión, en Kg/cm ² .			**
- Límite de fluencia mínimo en Kg/cm ² .			***
- Reducción mínima de área en porcentaje.			***

- | | | | |
|---|-------|--------|------|
| - Determinación de requisitos de doblado. | B-172 | A-82 T | *** |
| - Ensayes de tensión y cortante en la soldadura | B-290 | A-185 | **** |

*Debe efectuarse una prueba de cada lote de 10 Ton. o fracción por cada uno de los diferentes diámetros, por cada uno de los fabricantes y por cada tipo de acero.

Si cualquier espécimen de ensaye tiene imperfecciones, se puede descartar o sustituir por otro. Se permitirá efectuar un nuevo ensaye si el porcentaje de alargamiento de algún espécimen sometido a la prueba de tensión es menor que el requerido.

** Para comprobar que se cumplen los requisitos mínimos para las corrugaciones de varilla de acero para refuerzo deben efectuarse mediciones en puntos seleccionados de una varilla por cada 10 ton. ó fracción de varillas que tengan el mismo tipo de corrugación contenidas en un lote; el termino lote se refiere en este caso, a todas las varillas del mismo peso unitario nominal que forman una remesa.

*** Debe efectuarse una prueba para verificar que se cumpla lo indicado para cada 8,000 m² de malla o fracción, por cada uno de los diferentes tipos o calibres y por cada uno de los fabricantes, para verificar que cumplan lo indicado.

**** Se debe probar un espécimen por cada 30,000 m² de malla o fracción, para cada uno de los diferentes tipos con - - alambres, y por cada uno de los fabricantes, para verificar que cumplan lo indicado.

IV.1.4. Tolerancias

a) En colocación del refuerzo en losas y zapatas, 0.2-cm. verticalmente y 2.5 cm. horizontalmente, respetando el número de varillas por metro.

b) En colocación del refuerzo con los demás elementos, 0.5 cm.

c) En longitudes de bastones, corte de varillas, traslapes y dimensiones de ganchos, menos 1.0 cm.

d) En área transversal del acero de refuerzo menos 4%.

e) Si el esfuerzo de fluencia (F_y), de un espécimen - resulta mayor ó igual que el mínimo especificado para ese grado en la norma D.G.N. correspondiente, se podrá usar el lote representativo por el espécimen si además cumple con los otros requisitos de la Norma.

IV.2. CONTROL DE CALIDAD EN SOLDADURA

En todos los elementos estructurales tales como zapatas, columnas, cabezales, etc., se soldaron las varillas del No. 8 ó diámetros superiores, tomándose las debidas precauciones para evitar sobrecalentamientos de la varilla. Solo se permitio soldadura a tope, biselándose previamente la punta de la varilla de acuerdo a los detallas indicados en los planos estructurales.

Los trabajos de soldadura que se realizaron estuvieron sujetos a las recomendaciones de la A.W.S. (American Welding Society) y la D.G.N.

Durante la ejecución de la obra se muestreo el 3% de las varillas soldadas, debiendose reforzar adecuadamente por medio de soldadura la zona donde se obtuvo la muestra. De no ser aceptables los resultados del ensaye, se rechazó el soldador y se procedió a corregir las soldaduras. En la página siguiente se puede observar, un reporte de inspección de probetas de soldadura.

CALIFICACION DE LOS SOLDADORES.

La calificación de los soldadores se realizó por medio de un inspector especializado, el cual les exigió a cada solda-



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
VERIFICACION DE CALIDAD DE ACERO DE REFUERZO



CONTRATISTA CONTROL				LINEA 9				MUESTREADAS EN OBRA								
TRAMO EST. PUEBLA, FUERZA PARTITLAN				PRENTE PUEBLA PARTITLAN				IDENTIFICACION								
FECHA DE MUESTREO		10 de mayo de 19 85		FECHA ENSAYE		13 de mayo de 19 85										
No. DE MUESTRA	DIAMETRO NOMINAL	MARCA Y GRADO	PESO Kg/m.	AREA cm ²	CARGA L.E. Kg	CARGA MAXIMA Kg	ESFUERZO L.E. Kg/cm ²	ESFUERZO MAX. Kg/cm ²	ALARGAMIENTO %	DOBLADO	CORRUCCIONES					
											SEPARACION mm	ALTURA mm	ANCHO COSTILLA mm	INCLINACION GRADOS		
322	30.10 mm	E-42 AR.		11.40	51000	73000	4474	6404	6.0	Rompido	en el extremo de la unión	soldado				
ESPECIFICACION			mín.	mín.	47500	71000	420 mín.	630 mín.	4.6 mín.				máx.	mín.	máx.	
323	30.10 mm	E-42 AR.		11.40	51000	70000	4501	6667	5.0	Rompido	en el extremo de la unión	soldado				
ESPECIFICACION			mín.	mín.	47500	71000	420 mín.	630 mín.	4.6 mín.				máx.	mín.	máx.	
324	30.10 mm	E-42 AR.		11.40	51000	73500	4510	6447	6.5	Rompido	en el extremo de la unión	soldado				
ESPECIFICACION			mín.	máx.	47500	71000	420 mín.	630 mín.	4.6 mín.				máx.	mín.	máx.	
ESPECIFICACION			mín.	mín.			mín.	mín.	máx.				máx.	mín.	máx.	
ESPECIFICACION			mín.	mín.			mín.	mín.	máx.				máx.	mín.	máx.	
ESPECIFICACION			mín.	mín.			mín.	mín.	máx.				máx.	mín.	máx.	
ESPECIFICACION			mín.	mín.			mín.	mín.	máx.				máx.	mín.	máx.	

OBSERVACIONES: VARILLAS ELECTROSOLDADAS
 Lote de fondo Zapata No. 12
 Cad. 2+165.523
 Soldaduras con placa de resaldo

REVIRO 	ENTERADO	ENTERADO
DIRAC S.A. de C.V.	CONTRATISTA	COVITUR
FECHA:	NUMERO DE INFORME	

por un mínimo de 3 pruebas de tensión en varillas de diferentes diámetros, antes de aceptarlo, debiendo ser satisfactorias las tres pruebas.

Las pruebas consistieron básicamente en:

- o Pruebas para soldadura de ramura
- o Pruebas de doblado en la base.
- o Pruebas para soldadura de tensión
- o Pruebas de doblado en la cara.
- o Pruebas de doblado lateral
- o Pruebas para soldadura de filete
- o Pruebas de sanidad en la soldadura.

Los especímenes para prueba de tensión sin ser revelados debieron cumplir con los esfuerzos de fluencia y ruptura -- así como, con los alargamientos especificados para el material-base.

Las pruebas de doblado se tuvieron que hacer con un -- dispositivo especial para pruebas de doblado guiado; después de doblar la probeta ésta no debe mostrar ninguna grieta u otro de -- fecto de abertura que exceda 3.2mm medido en cualquier direc -- ción.

Las probetas para la prueba de soldadura de filete de-

bían estar libres de grietas y otros defectos.

La preparación de materiales base, el tipo de electrodo, su inclinación, la posición de placas de pruebas para soldaduras planas, horizontales, verticales y sobre cabeza, debieron ajustarse a lo indicado en los "Procedimientos Estandar de Calificación" de la Sociedad Americana para la Soldadura. A.W.S.-B-3.0)

IV.2.2. Control Radiográfico

Adicionalmente a la inspección continua, la soldadura de campo se controló mediante el exámen de radiografías o gamma grafías de las uniones soldadas. Cuando sea solicitado por la Dirección de la Obra, en la página siguiente se puede observar un reporte de inspección radiográfica.

IV.3. CONTROL DE CALIDAD EN TORON PARA CONCRETO POSTENSADO

(Utilizado en diafragmas y trabes prefabricadas).

IV.3.1. Carga de Ruptura.

Los torones terminados relevados de esfuerzos, deben cumplir con los requisitos de resistencia a la ruptura indicados en la siguiente tabla:



REPORTE DE INSPECCION RADIOGRAFICA



LINEA 9 DEL METRO

REPORTE NO. 134 HOJA 1 DE 1 8 PELICULAS EN VARILLA.

FRENTE TRAMO CD. DE DESTIVA - PUEBLA FECHA 26 - IX - 85
 UBICACION TRAMO PUEBLA - PANTILLAN
 PIEZAS RADIOGRAFIADAS UNIONES SOLDADAS A TOPE
 TECNICA EMPLEADA RAYOS GAMMA CODIGO A.Y.S. D1.4

IDENTIFICACION DE RADIOGRAFIAS	RESULTADO		DEFECTOS	OBSERVACIONES
	BUENA	MALA		
P.S. R.V. P 1 3 G	*		P.	
P 2 1 G	*			
P.S. J.H. P 1 1 G	*			
P 2 3 G	*			
P.S. R.D. P 1 1 G	*			
P 2 3 G	*			
P.S. H.V.G. P 1 3 G	*			
P 2 1 G	*			

NOMENCLATURA DE DEFECTOS

EN SOLDADURA

- CB Corona Baja
- CR Concavidad en la Raíz
- DLE Doble Línea de Escoria
- DP Desalineamiento de las Placas
- DS Desalineamiento de la Soldadura
- DT Desalineamiento de los Tubos
- FI Fondo Irregular
- FF Fusión Incompleta
- FP Penetración Incompleta
- IE Inclusión de Escoria
- LE Línea de Escoria
- P Porosidad
- PA Porosidad Aglomerada
- PC Porosidad Cilíndrica (Tubular)

- PL Porosidad Alineada
- PT Poro Túnel (Corazón Hueco)
- PE Penetración Excesiva
- Q Quemadura
- R Rotura (Grieta)
- RE Relleno Extranño
- RLS Rotura Longitudinal en Soldadura
- RTS Rotura Transversal en Soldadura
- RMB Rotura en Metal Base
- S Socavado en Metal Base
- SI Socavado Interfaz
- SN Soldadura Irregular
- SS Socavado entre Cordones de Soldadura

EN FUNDICION

- A Gas y Sopladuras
- B Inclusiones y Manchas de Areae
- C Contracción Interna
- D Desgarramiento en Coliente
- E Grietas
- F Falta de Fusión en Moldura
- P Pipe (Formación Gaseosa Cilíndrica)

Los números corresponden a la clasificación del defecto por su intensidad.

FORMULO [Firma] REVISO [Firma] ENTERRADO [Firma] ENTERRADO [Firma]
 DIRAC S.A. de C.V. DIRAC S.A. de C.V. CONTRATISTA COVITUR

TAMAÑO NOMINAL	DIAMETRO NOMINAL DEL TORON EN MM.	RESISTENCIA A LA RUPTURA DEL TORON, MINIMA KG.	AREA NOMINAL DE ACERO DEL TORON MM2	PESO NOMINAL APROX. DEL TORON KG/M.
GRADO 176				
1/4	6.3	408 0	23.23	0.182
5/16	7.9	658 0	37.42	0.293
3/8	9.5	907 0	51.61	0.405
7/16	11.1	1225 0	69.68	0.456
1/2	12.7	1633 0	92.90	0.729
GRADO 190				
3/8	9.5	10.430	54.84	0.432
7/16	11.1	14.060	74.19	0.580
1/2	12.7	18.730	98.71	0.774

IV.3.2. Requisitos de alargamiento

El alargamiento total del torón bajo carga debió ser - como mínimo de 3.5% y se midió en una longitud calibrada mínima de 610 mm. El alargamiento se determinó por medio de un extensómetro que se colocó sobre el espécimen después de haberle - - aplicado una carga inicial que fue igual al 10% de la resistencia de ruptura mínima requerida.

Cuando se alcanzó un alargamiento de 10% se removió el extensómetro y se continuó cargando hasta la falla. El valor - del alargamiento se determinó entonces, por el incremento de la longitud entre las mordazas, al cual se le adicionó el valor -- del 1% determinado con el extensómetro.

IV.3.3. Muestreo

Se tomo un espécimen de cada carrete de torón. Los especímenes de prueba se cortaron de la parte exterior de los carretes o en cualquiera de los extremos de los rollos de torón.- Cualquier espécimen en el que se encontró una junta de alambre, se descartó y se obtuvo un nuevo espécimen.

IV.3.4. Métodos de prueba

Para verificar que el material suministrado cumplía -- con los requisitos especificados, se siguieron los métodos de - prueba indicados en la Norma Oficial Mexicana D.G.N. B-172 en - vigor.

En la prueba de tensión los extremos de los espécime-- nes se sujetaron con mordazas especiales que no permitieron el deslizamiento.

Cuando alguno de los muestreos se fracturo dentro de - las mordazas o sujetadores de la máquina de prueba, los valores resultantes que fueran inferiores a los límites especificados - de resistencia a la ruptura, resistencia de fluencia o alarga-- miento, se consideraron nulos y se procedió a realizar un re- - muestreo.

IV.3.5. Rechazo

En los casos en que no cumplió con alguno de los requisitos especificados anteriormente se debieron hacer dos pruebas adicionales, con muestras tomadas del mismo carrete ó rollo; si alguna de estas dos nuevas pruebas falló, se rechazó el carrete.

IV.4.1. Control de Calidad en Concretos

El concreto que se colocó en todas las estructuras fué suministrado por compañías pre mezcladoras, por lo que la calidad de los materiales así como la elaboración del concreto y el transporte fué responsabilidad de las pre-mezcladoras.

IV.4.1. Colocación del Concreto

No se permitió añadir agua a la revoltura, una vez que salió de la dosificadora; si algún camión necesitó agua adicional para permitir una colocación satisfactoria, la mezcla fué rechazada.

Al descargar el camión revolvedor se evitó la segregación del agregado grueso, utilizando bandas o deflectores, de manera que el concreto no cayera verticalmente o con cierta inclinación en el recipiente receptor. Fué desechada la mezcla que presentó segregación.

PREPARATIVOS PARA EL COLADO.

a) Ninguna porción del concreto se permitió fuera colocada hasta que todo el trabajo de cimbras, instalaciones de partes que estuvieran ahogadas, preparación de las superficies de colado así como el equipo para colocación y manejos de la mezcla (arteas, canalones, embudos, etc.) fueran aprobados por la supervisión.

b) Se procedió a proteger conveniente la superficie de concreto fresco, en los casos en los que se presentó lluvia en el transcurso del colado que pudieran provocar deslaves y ocasionar defectos en el acabado.

En ningún momento se coló en el caso de que el concreto fuera a quedar en contacto con agua corriente; por ejemplo - en el colado de plantillas y losas inferiores.

c) Antes de efectuar los colados todas las superficies sobre las que se fueran a colocar el concreto fueron revisadas a fin de que estuvieran libres de agua encharcada, lodo, escombro, etc. Así como también limpias de aceite o sustancias objetables.

d) Las superficies de las juntas de construcción, estuvieron limpias y humedecidas 24 hrs. previas al colado. La lim

pieza consistió en la remoción de toda nata, concreto suelto o defectuoso, pegaduras, arena o cualquier materia extraña.

En los casos en que se tuvo que suspender el colado fuera de una junta de construcción, se procedió a demoler el concreto hasta llegar a la junta anterior, teniendo la precaución de reajustar las formas.

e) En ningún caso se utilizó revoltura que llegara a su destino después de 60 min. de su elaboración. Tampoco se permitió utilizar revoltura que hubiera sufrido alteración de las propiedades de la mezcla por falta de limpieza o por condiciones inadecuadas de los medios de transporte.

f) Las operaciones de dosificación, mezclado, transporte y colocación tuvieron que quedar concluidas dentro de los 90 min. posteriores a la incorporación del agua y cemento a la mezcladora, de manera que el concreto llenara completamente los moldes, sin dejar huecos dentro de su masa, ésto se logro por los siguientes procedimientos:

Mediante el uso de vibradores de inmersión en número suficiente, según los elementos estructurales para colar. asegurando de esta manera un correcto acomodo de la revoltura y de acuerdo con el volúmen correspondiente a la etapa que se fuera a colar. Se contó además con vibradores de repuesto, cu

yo número dependía del volúmen de concreto por colocar.

El concreto se depositó en todos los casos tan cerca - como fué posible de su posición final; no se obligó a fluir de manera que el movimiento lateral causara la segregación del - - agregado grueso, mortero o agua de la masa del concreto.

IV.4.2 Vibrado.

a) En ningún caso se demoró el colado tanto tiempo, co mo para que la unidad vibradora no penetrara facilmente por su propio peso en el concreto previamente depositado, al reanudar el colado el vibrador debía penetrar en la capa anterior, revibrando el concreto depositado antes de la demora.

b) Las superficies de contacto entre ambos concretos - debían estar libres de materiales extraños al concreto al reanu dar el colado.

c) El concreto se consolidó hasta la densidad máxima - que fuera posible alcanzar, de manera que expulsara el aire - - atrapado y que cerrara adecuadamente contra todas las superfi- cies de los moldes y materiales ahogados.

d) La consolidación del concreto en diferentes estruc- turas se realizó con vibradores de inmersión, de acción electri

ca o neumática.

e) Los vibradores se operaron en posición vertical, -- procurando que por ningún motivo se introducieran los cabezales en posición horizontal. Cuando el concreto se colocó en diferentes capas, la cabeza vibradora penetró aproximadamente 5 cm. en la capa subyacente, la que se encontraba en estado plástico sin haber alcanzado su fraguado inicial. En las áreas en las cuales se depósito concreto fresco sobre concreto previamente colocado, se llevó a cabo una vibración mayor de la usual. En toda vibración de concreto en masa el tiempo fué aquel que no produjera segregación o sangrado y diera al concreto su máxima densidad.

No se colocó más concreto en capas superiores hasta que el concreto previamente colado hubiera sido completamente vibrado. Teniendo cuidado de evitar el contacto de la cabeza vibradora con la superficie de la cimbra.

IV.4.3. Curado.

El curado se mantuvo el tiempo necesario para asegurar que el concreto alcanzara la resistencia de proyecto y no fué menor de siete días, conservando la humedad superficial mediante alguno de los siguientes procedimientos.

a) Manteniendo húmedas las superficies expuestas al ai re mediante riegos adecuados de agua que se aplicaron a partir del momento en que estos no marcaran huella en dichas superficies. Este procedimiento se utilizó en las juntas frías en las cuales no se podían utilizar membranas.

b) Aplicando a las superficies expuestas una membrana impermeable (curacreto) para impedir la evaporación del agua del concreto. Este procedimiento de curado se utilizó en todos los elementos estructurales.

IV.4.4. Muestreo de Concreto Fresco.

Las pruebas realizadas se sujetaron a los procedimientos de muestreo de las normas D.G.N. C 161 y 160, en las cuales se describe el procedimiento para obtener muestras representati vas de concreto fresco, tal y como se entrega en la obra, sobre las que se realizaron pruebas para determinar si se cumplieron los requisitos de calidad de las especificaciones del concreto; además de tener en consideración las siguientes recomendaciones:

1. Las mezclas individuales se transportaron al lugar donde se realizaron las pruebas de concreto fresco o donde se moldearon los especímenes de prueba; después debieron combinarse y remezclarse con una pala lo necesario para asegurar uniformidad.

2. Las pruebas de revenimiento, de contenido de aire, o ambas, debieron iniciarse dentro de los primeros 5 min. después de completar el muestreo. El moldeado de especímenes para pruebas de resistencia tuvieron que comenzarse dentro de los primeros 15 min. después de que se tomó la muestra, tan pronto como fué posible; la muestra tuvo que protegerse del sol, del viento y de otras causas de evaporación rápida así como de la contaminación. Cuando fué necesario se fabricaron piletas para mantener en condiciones de especificación las muestras recién tomadas. En la página siguiente se puede observar un reporte de concreto fresco.

IV.4.5. Pruebas de calidad.

El concreto que se empleo tuvo que cumplir tanto con las especificaciones de diseño, como con las especificaciones de fabricación y normas de calidad así como también apearse a los siguientes métodos de pruebas.



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
CONTROL DE CONCRETO FRESCO Y VERIFICACION DE OBRA



CONTRATISTA: <i>...</i>				LINEA: <i>...</i>				DATOS DE PROYECTO			
TRAMO: <i>...</i>				FRENTE: <i>...</i>				f _c : <i>...</i> Kg/cm ²		REV: <i>...</i> cm T.M.: <i>...</i>	
FECHA: <i>...</i>				COLADO DE: <i>...</i>				HOJA N°			
Número Camión	Remisión	Proveedor	H O R A				Rev. Cm.	Vol. m ³	Número Muestra	LOCALIZACION	VERIFICACION
			SALIDA	LLEGADA	INICIA	TERMINA					
<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	Eje	
										Niveles	
										Altura	
										Paralelo	
										Separación entre elementos	
										Juntas metálicas	
										Bentonita (Laboratorio)	
										Reinuerzo estructural	
										Protecc. var. poliestireno	
										Recubrimientos	
										Vibradores	
										Cimbra	
										Picado juntas	
										Limpieza	
										Acabado	
										Atornillado	
										Lonas	
Volumen Calculado <i>...</i> m ³			Volumen total colocado <i>...</i> m ³			Personal contratista <i>...</i>		Equipo contratado <i>...</i>			
OBSERVACIONES											
NOMBRE Y FIRMA DEL MUESTRADOR				NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR				ENTERADO POR EL CONTRATISTA		ENTERADO POR COVITUR	

a) PRUEBA

Revenimiento de concreto hecho con cemento Portland	D.G.N. C-156	A.S.T.M. C-143
Peso volumetrico, rendimiento, contenido de aire (gravimetrico) de el concreto	_____	C-138
Contenido de aire en concreto-fresco, por el método de presión.	C-157	C-231
Tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de resistencia a la penetración	C-166	C-403
Sangrado de concreto	_____	C-232
Resistencia a compresión de cilindros moldeados de concreto	C-83	C-39
Resistencia a la flexión del concreto.	C-74	C-78
Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson, en compresión de especímenes cilindricos de concreto	C-173	C-469

B) FRECUENCIA DE LAS PRUEBAS

Debido a que el concreto empleado en la obra tiene diferentes resistencias de proyecto, revenimientos, tamaño máximo de agregados y diferentes procedencias por lo que respecta a su fabricación, se realizaron determinaciones de la calidad del --concreto, mediante los ensayos correspondientes y con una frecuencia no menor a la señalada a continuación:

PRUEBA

FRECUENCIA

Consistencia de la mezcla mediante la prueba de revenimiento.

a cada 5 m³. o fracción

RESISTENCIA A LA COMPRESION

a) Los primeros 5,000 m³ para cada tipo y fuente de abastecimiento. Una muestra - de 5 cilindros.

a cada 40 m³ o fracción.

b) Después de 5,000 m³ para cada tipo y fuente de abastecimiento. Una muestra - de 5 cilindros.

a cada 80 m³ ó fracción.

Peso volumétrico y contenido de aire (gravimétrico) del --concreto.

a cada 40 m³ ó fracción.

En las pruebas de resistencia a la compresión invariablemente se ensayaron 2 cilindros a la edad de siete días y 3 restantes a la edad de 28 días.

Fué de suma importancia que los resultados de pruebas de revenimiento y resistencia a la compresión de cilindros de concreto, fueron entregados oportunamente, con el objeto de determinar, si se diera el caso, de una revoltura de mala calidad, las medidas para corregir o bien demoler los elementos colados con dicha revoltura. En la sig. pagina se puede observar un reporte con resultados de resistencia a la compresión.

Para las pruebas de resistencia a la compresión en - - muestras de concreto, se aceptaron como máximo coeficiente de - - variación de 5.0%.

IV.4.6. Pruebas de corazones.

Si las pruebas individuales de muestras curadas en el laboratorio produjeron resistencias inferiores en más de 35 - - Kg/cm² a F'c, o si las pruebas de los cilindros curados en el - - campo indicaron deficiencias de protección y curado, tuvieron - - que tomarse medidas para asegurar que la capacidad de carga de la estructura no quedara comprometida, si se confirmó que el - - concreto fue de baja resistencia y los c culos indicaron que - - la capacidad de carga se redujo significativamente fué necesaa-

ria la prueba de corazones extraídos de la zona en duda, de -- acuerdo con el "Metodo de Obtención y Prueba de Corazones Ex-- traídos con Broca y de Vigas Aserradas de Concreto" (A.S.T.M.- C-42).

Se tomaron tres corazones por cada resultado de prueba de cilindros que estuvo por debajo del F'c con más de 35 -- Kg/cm².

Como el concreto de la estructura estaría seco durante las condiciones de servicio, los corazones tuvieron que secarse al aire. (Temperatura entre 15 y 30°C; humedad relativa menor de 60%, durante 7 días antes de la prueba y debieron probarse secos.

a) PRUEBAS DE CARGA.

El concreto de la zona representada por los corazones se consideró estructuralmente adecuado si el promedio de los tres corazones fue por lo menos igual al 85% de F'c, y ninguno de los corazones tuviera una resistencia menor del 75% de F'c- (Para comprobar la precisión de la prueba fue permitido volver a probar los lugares que representaron las resistencias dudosas de los corazones).

Si estos criterios de aceptación de resistencia no se

cumplieron mediante las pruebas de corazones, y si las condiciones estructurales permanecieron en duda se ordenó que se realizaran pruebas de carga como se expone en el capítulo LVI, Artículo 360 del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, para la parte dudosa de la estructura, o tomar otra decisión -- adecuada a las circunstancias. A continuación se puede observar un reporte de ensaye de corazones.

IV.5. PRUEBAS DE CARGA DE PILOTES PREFABRICADOS

IV.5.1. Para realizar la prueba de carga de pilotes prefabricados, se siguieron las siguientes recomendaciones:

a) Se hincaron 5 pilotes para realizar la prueba de -- carga, en la posición que se indica en la figura IV-1, una vez hincados se esperaron 30 días con el objeto que se restituyeran las condiciones de trabajo del suelo.

b) El pilote ensayado se llevó a la falla o por lo menos hasta 1.5 veces la resistencia de diseño.

c) La carga se aplicó en incrementos, del orden del -- 25% de la carga de diseño, siendo hasta de 105 ton.

d) Las deformaciones se midieron con una precisión de 0.1 mm. y se observaron inmediatamente antes y después de apli-



LABORATORIO DE CONTROL D. CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO

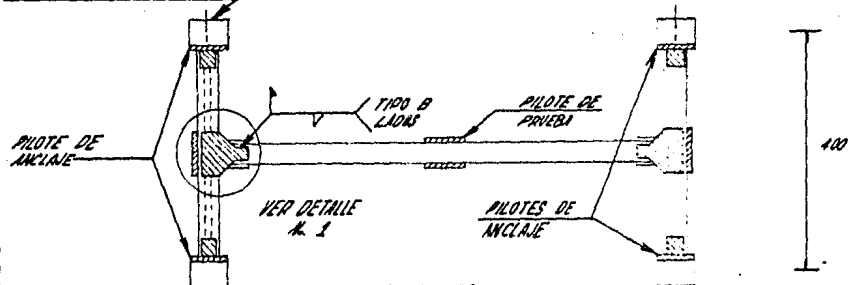


CONTRATISTA: COMETRO, S.A.			LINEA: 9			DATOS DE PROYECTO		
TRAMO: Est. Dep. Deportiva-Puebla			FRENTE: Deportiva-Puebla			f'c: 350 kg/cm ² REV. 94.0 cm T.M. = 20 mm		
FECHA COLADO: 30 Octubre 1984		COLADO DE: Cabonal		HOJA N°				
MUESTRA N°	LOCALIZACION	REV. cm	RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm ²)				OBSERVACIONES PROVEEDOR	
			3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS		
258	Apoyo OD-P-3 Columna Oriente Cad. 3+568.023	12.0		188 169	178		322 336 334	PRECONCRETO <i>se acepta segun ANHE-155</i>
260	Apoyo OD-P-17 Columna Poniente Cad. 3+049.023	13.0		306 -	306		375 383	379 CARBA
P.V. Endurecido:								
a 7 dias; Htra. 258: 2080 y 2145 kg/m ³		a 28 dias; 2145, 2108, 2162 kg/m ³						
" " 260: 2055 kg/m ³		" 2142 y 2142 kg/m ³						
REVISO: 7 DIAS			SUPERVISOR: <i>[Signature]</i>			CONTRATISTA: <i>[Signature]</i>		
RECIBI REPORTE A _____ DIAS			RECIBI REPORTE A _____ DIAS			RECIBI REPORTE A _____ DIAS		
28 DIAS								
A _____ DIAS								

PRUEBAS DE CARGA DE PILOTES PREFABRICADOS

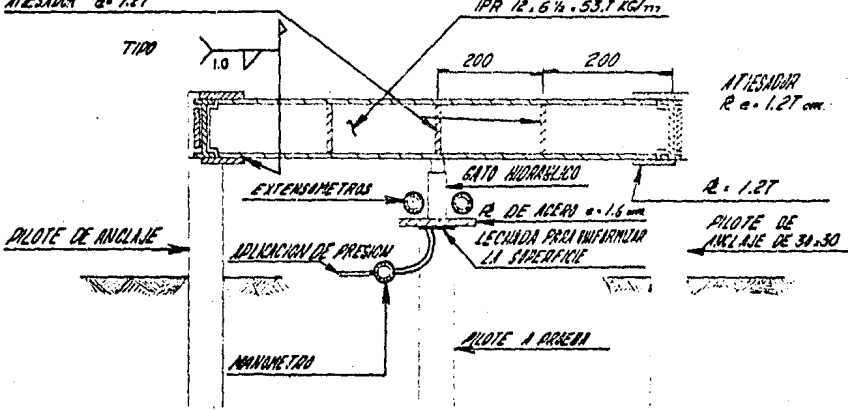
800

SECCION DE 30.30, 8.8
DE PROFUNDIDAD (TIRU)



PLANTA

ATIESADAS $\alpha = 1.27$



ELEVACION

FIG. IV-1 - PRUEBA DE CARGA

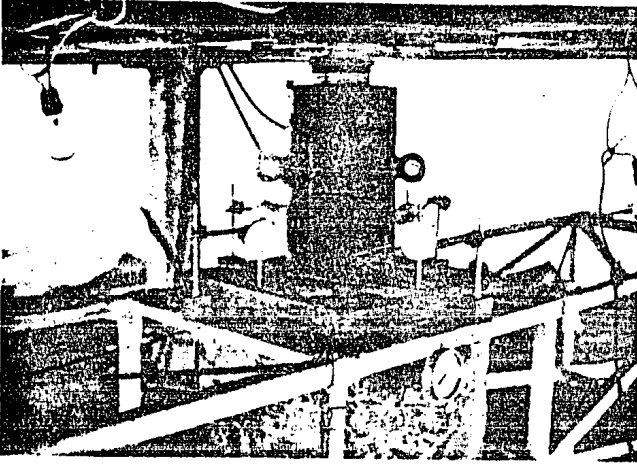
car nuevos incrementos de carga. Los incrementos se aplicaron después de que la velocidad de deformación bajo la carga anterior se hubo reducido a menos de 1mm/20 min. ó cuando hubieran transcurrido por lo menos dos horas. Durante la descarga, la recuperación de la deformación se midió para 50, 25, 10 y 0 por ciento de la carga máxima alcanzada.

e) Para cada ciclo de carga y descarga la subcarga se aplicó con un mínimo de cuatro incrementos y de cuatro decrementos de carga iguales, sosteniendo los incrementos o decrementos hasta haber logrado su estabilización o un máximo de 1.0 hora.

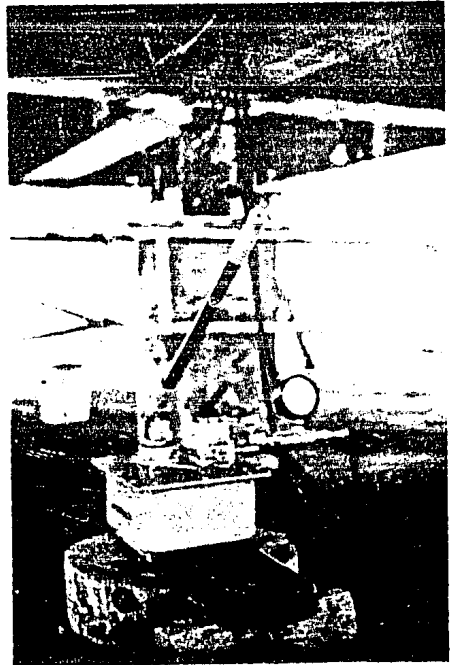
f) Los tiempos de aplicación de las cargas máximas de cada ciclo, se sostuvieron por espacio de 72 horas.

g) El registro y la medición de las deformaciones se realizó mediante la utilización de un sistema de 4 extensómetros, colocados en ejes a 90° con intervalos de 1, 2, 5, 15, 30, 60 min. y de 5, 10, 24, 48 y 72 horas, para los casos de incrementos de carga y carga máxima respectivamente. Se llevó un control de temperatura durante todo el tiempo de la prueba y no quedo expuesto al sol el sistema indicado. Lo anterior se indica en la fotografía IV-1.

h) Se realizó la prueba con un gato hidráulico de calibración reciente.



FOTOGRAFIA IV-1.- GATO HIDRAULICO
Y SISTEMA DE EX
TENSOMETROS PA
RA REALIZAR LA
PRUEBA DE CARGA
DE PILOTES.



i) Los resultados de la prueba se reportaron en forma tabular y gráfica.

TABLA DE LA ESPECIFICACION

SECCION CM.	LONGITUD M.	RESISTENCIA DE DISEÑO. TON.	CARGA MINIMA DE PRUEBA TON.	NO. MINIMO DE INCREMENTOS	INCREMENTOS POR CICLO.
50x50	30.0	105	160	6	27

SUBCARGAS PARCIALES
TON.

6.75, 13.50, 20.25 y 27

Cada incremento se sostuvo hasta la estabilización o una hora.

CARGAS POR CICLO

27, 54, 81, 108, 135

Se incrementó la carga ó descarga, cuando la velocidad de deformación fue menor de 1.0mm/20 min ó 2 hrs. mínimo.

Las cargas de cada ciclo se sostuvieron 72 horas.

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES

Del trabajo anterior se puede ver que el procedimiento constructivo de la obra elevada, en lo que respecta a tiempos de construcción es menor que la solución subterránea o en cajón, esto es debido al ahorro de tiempo en los trabajos de obra inducida y el haber utilizado trabes prefabricadas.

La decisión principal para ejecutar estos tramos en estructura elevada se debió a que a lo largo de su trayectoria -- existen avenidas amplias de 45.0 m. de ancho mínimo, en donde -- fué posible alojar esta construcción.

En lo que respecta al costo de la obra civil, la solución elevada es menor que la línea subterránea bien sea con cajón o por medio de tunel, en tanto que el costo de la línea superficial es cercano al de la solución elevada. Parecería que la línea superficial debía ser más económica que la elevada, -- sin embargo al adicionar a ésta el costo de los desvíos, de la limitación del derecho de vía de 10 m. de ancho y los pasos a desnivel perpendiculares, su costo resulta cercano al de la línea elevada.

También se puede concluir que el tipo de obra descrito en este trabajo así como la obra metro en general son de gran interés para el desarrollo de la ingeniería en México por su magnitud, diversidad de construcción y problemas por solucionar, así como también es importante para cualquier ingeniero que intervenga de alguna forma en este tipo de construcción.

Si bien es cierto que el metro ha sido considerado como la columna vertebral del Sistema de Transporte Colectivo, así como el camino más viable para resolver el problema de transportación, también es cierto que requiere de la ayuda y complementación de otros sistemas, como son vialidades, estacionamientos, otros medios de transporte y la regeneración del paisaje urbano. Por las condiciones propias de la Ciudad de México la planeación urbana para el año 2000 deberá comprender como una característica fundamental el desarrollo vial de la ciudad. La planeación urbana deberá implementar la urbanización de las colonias ya existentes, y que aún carecen de la infraestructura adecuada así como los sistemas de transporte. Esto sumado a la ampliación que sufrirá la ciudad en los próximos 15 años; para poder albergar a casi el doble de la población actual, es el reto que deberá resolver la planeación urbana, teniendo que ser integral o interviniendo todas las disciplinas inherentes como la ingeniería civil.

Por último se puede decir que la movilidad de la pobla

ción requiere de acciones inmediatas apoyadas en un plan que -- permita ir logrando metas y objetivos en un plazo previsto para ofrecer a los habitantes de la ciudad y especialmente a los de las clases económicamente débiles, un medio de transporte adecuado que proporcione la facilidad de disponer de su tiempo con la seguridad de que el transporte no les restará gran parte de sus horas de sus horas de trabajo como ha sucedido hasta ahora.