

24-129

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN LA CIUDAD DE MEXICO, D. F.

T	E	S	I	S
QUE PARA	OBTENER	EL	TITULO DE:	
INGENIERO			CIVIL	
PRESENTA				
JULIO	PEREZ		RANGEL	
JAVIER	FLORES		GONZALEZ	
MEXICO, D. F.				1981



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

		Pág.
	PROLOGO	1
CAPITULO I	ANTECEDENTES.....	2
I.1	ORGANIZACION DE OBRA	4
I.2	COGRDINACION DE OBRA.....	7
I.2.1	CONCURSOS.....	12
I.2.1.1	TIPOS DE CONCURSOS.....	14
I.2.1.2	PREPARACION DE CONCURSOS.....	18
I.2.2	FORMA DE CONTRATACION.....	21
I.2.3	PROGRAMA DE SEGURIDAD.....	22
I.2.4	PROGRAMACION C.P.M.....	27
I.3	DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA....	31
I.4	CARACTERISTICAS DE LA CIMENTACION.	36
CAPITULO II	INSTRUMENTACION PARA CONTROL DE - OBRA.....	40
II.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	40
II.2	DESCRIPCION GENERAL.....	41
II.3	BANCOS DE NIVEL.....	43
II.4	PUNTOS DE REFERENCIA.....	45
II.5	PIEZOMETROS.....	54
II.6	POZOS DE BOMBEO.....	58
II.7	GRAFICAS DE CONTROL DE MOVIMIENTOS	63
II.7.1	TIEMPO-MOVIMIENTOS VERTICALES.....	66
II.7.2	TIEMPO-MOVIMIENTOS HORIZONTALES...	75
II.8	GRAFICAS DE CONTROL HIDRAULICO....	78
II.8.1	TIEMPO-PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO.	79
II.9	INDICES DE COSTO.....	81

	Pág.
CAPITULO III	84
ATAGUIA DE CONCRETO.....	84
III.1	87
CONSIDERACIONES GENERALES.....	87
III.2	88
DESCRIPCION GENERAL.....	88
III.3	90
PROCESO CONSTRUCTIVO.....	90
III.3.1	90
BROCALES DE CONCRETO.....	90
III.3.2	93
EXCAVACION PROFUNDA.....	93
III.3.3	94
LODO BENTONITICO.....	94
III.3.4	98
PARRILLAS DE ACERO.....	98
III.3.5	101
JUNTAS METALICAS.....	101
III.3.6	103
COLADO DE TABLEROS.....	103
III.3.7	106
EQUIPO.....	106
III.4	106
PROGRAMA DE OBRA.....	106
III.4.1	108
DIAGRAMA DE FLECHAS.....	108
III.4.2	110
DIAGRAMA DE BARRAS.....	110
III.4.3	111
COMPRESION DE RED.....	111
III.4.4	116
AVANCE DE OBRA.....	116
III.5	117
INDICES DE COSTO.....	117
CAPITULO IV	119
PILOTES DE CONCRETO.....	119
IV.1	121
CONSIDERACIONES GENERALES.....	121
IV.2	126
CALCULO DEL NUMERO DE PILOTES.....	126
IV.3	128
HINCADO DE PILOTES.....	128
IV.3.1	129
PREEXCAVACION Y RELLENO DE EXCAVACIONES.....	129
IV.3.2	133
ORDEN Y CONTROL DE HINCADO.....	133
IV.3.3	136
PRUEBAS DE CARGA.....	136
IV.3.4	136
EQUIPO.....	136
IV.4	138
PROGRAMA DE OBRA.....	138
IV.4.1	140
AVANCE DE OBRA.....	140
IV.5	141
INDICES DE COSTO.....	141

	Pág.
CAPITULO V	EXCAVACION Y TROQUELAMIENTO..... 143
V.1	CONSIDERACIONES GENERALES..... 143
V.2	TROQUELAMIENTOS..... 144
V.3	EXCAVACIONES Y COLADOS..... 148
V.4	SECUENCIA DE TROQUELAMIENTOS, EXCAVACIONES Y COLADOS..... 154
V.5	PROGRAMA DE OBRA..... 183
V.6	PRESUPUESTO DE CIMENTACION..... 186
V.6.1	PRESUPUESTO GENERAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DE CIMENTACION..... 190
V.6.2	INDICES DE COSTO..... 190
CAPITULO VI	ELEMENTOS ESTRUCTURALES..... 193
VI.1	LOSA DE CIMENTACION..... 194
VI.2	CONTRATRADES Y LOSAS TAPA..... 196
VI.3	MURO DE ACOMPAÑAMIENTO..... 198
VI.4	MUROS DE CARGA Y LOSAS DE ENTREPISO..... 200
VI.5	DENSIDAD DE ACERO POR M3 DE CONCRETO..... 204
VI.6	ESPECIFICACIONES GENERALES..... 206
B I B L I O G R A F I A 215	

P R O L O G O.

Siendo el Ingeniero Civil un profesional capacitado para la realización de obras civiles o conjuntos de obras - civiles de servicio colectivo, debe apoyarse en los conocimientos que existan sobre las etapas de Planeación, Mecánica de Suelos, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de las mismas; para el desempeño óptimo de su profesión.

Ahora bién, la finalidad primordial que se pretende alcanzar con la elaboración de este trabajo, es proporcionar, básicamente a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, una guía que contemple de manera práctica y accesible la interrelación de algunas de las diferentes ramas - que la constituyen, mediante la Descripción del Proceso -- Constructivo de la Cimentación de un Edificio de Oficinas - en la Ciudad de México.

La secuencia que se persigue en el desarrollo de esta tesis, es que sea lo más acorde posible y que obedezca - a un proceso lógico de construcción, tomando en consideración las diversas características, poco comunes, de la cimentación del edificio que nos ocupa.

Fué así como se concibieron los diversos capítulos - que constituyen el alcance de esta tesis.

JULIO PEREZ RANGEI..

JAVIER FLORES GONZALEZ.

C A P I T U L O I

A N T E C E D E N T E S

I.1 ORGANIZACION DE OBRA

I.2 COORDINACION DE OBRA

I.2.1 CONCURSOS

I.2.1.1 TIPOS DE CONCURSOS

I.2.1.2 PREPARACION DE CONCURSOS

I.2.2 FORMA DE CONTRATACION

I.2.3 PROGRAMA DE SEGURIDAD

I.2.4 PROGRAMACION C.P.M.

I.3 DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA

I.4 CARACTERISTICAS DE LA CIMENTACION

A N T E C E D E N T E S

Cuando el posible propietario de un proyecto en consideración ha reconocido la necesidad del mismo, general - mente recurre a un Ingeniero o Arquitecto para que realice un estudio tendiente a determinar la factibilidad del proyecto; si como resultado del estudio se observa que el - proyecto es factible, el propietario hará las gestiones ne cesarias para la contratación del profesional o grupo de - profesionales técnicamente capacitados, para llevar a cabo el diseño, las especificaciones y la construcción del mismo, siendo deber de éstos, diseñar aquel proyecto que se - aproxime más a las necesidades del dueño y al menor costo - posible, para lo cual deberán estar razonablemente familia ria zados con los métodos y costos de construcción.

Dependiendo de la magnitud de las obras, en ocasio - nes es necesario que éstas sean realizadas por diferentes - empresas y bajo la coordinación de una en particular.

A continuación se anexa un organigrama que contem - pla lo anteriormente manifestado, siendo a su vez una parte fundamental para la construcción del edificio cuyo procedimiento constructivo de su cimentación es el contenido del presente trabajo.

I.1 ORGANIZACION DE OBRA

En el organigrama anteriormente presentado, se podrá observar que para la organización de este proyecto en particular y para cualquier otro género de proyectos, intervienen varios aspectos que deberán seguir un orden cronológico, para un desarrollo perfecto y efectivo desde su inicio hasta su terminación.

Dentro de este orden, podemos distinguir como aspectos principales las etapas de Planeación y Preparación, continuando sistemáticamente con la ejecución material del proyecto hasta su liquidación.

Desde tiempos pasados se ha sentido la imperiosa necesidad de planear para construir; es decir, encauzar en forma ordenada y coordinada los diferentes aspectos de planeación, los cuales, relacionados entre sí, crean indiscutiblemente una política constructiva perfectamente dirigida, apoyada sobre bases definidas.

No obstante que las partes esenciales que intervienen en la solución de una obra determinada sean: propietario, proyectista y constructores, para este caso en particular y debido a sus características especiales, se requirió de una persona (Gerente General), que interpretara de una manera exacta las necesidades del propietario, para que en su representación llevara a cabo la ejecución de la misma.

Así mismo se requirió de un Departamento Técnico (Dirección Técnica) que coordinara actividades entre proyectistas, empresas constructoras y gerencia general; así como de un departamento jurídico que asesorara a esta última.

Estas partes debieron conjugar sus actividades en -
tre sí, para que hubiera armonía y buenas relaciones durante
y después de la ejecución de la obra; para ello fue ne-
cesario definir sus funciones, las cuales comprenden en -
forma general lo que a continuación se manifiesta:

A. Propietario

Es la persona que concibe la obra, siendo el punto-
de partida para la proposición e iniciación de un proyecto.
Fijará las bases para la elaboración del mismo y formulará
conjuntamente con la Gerencia General un programa de necesi-
dades, tomando en cuenta lo siguiente:

- a) Disponibilidad o área aprovechable
- b) Monto de la obra
- c) Financiamiento de la obra
- d) Condiciones de ejecución.

Deberá tomar decisiones de tipo económico, político
y social cuando por la magnitud de los problemas implíci-
tos a la obra, éstas no deban ser tomadas por otros.

B. Proyectistas

Son las personas que elaboran los diferentes proyec-
tos como son: proyecto arquitectónico, estructural, insta-
laciones hidráulicas y sanitarias, eléctrico, calefacción-
y ventilación, aire acondicionado, etc., los cuales esta-
rán estrechamente ligados con el propietario, aunque para-
este caso singular, estuviesen en contacto directo con el -
representante del propietario (Gerente General).

Para el buen desempeño de sus funciones como técni-

cos, deberán considerar los siguientes cuatro aspectos fundamentales:

1. Investigación
2. Resumen de datos
3. Consideraciones de ejecución
4. Aspectos de control.

Teniendo que satisfacer los requisitos que se enumeran a continuación:

1. Interpretación de necesidades
2. Investigación
3. Resumen de datos
4. Elaboración de planos
5. Consideraciones de ejecución
6. Presentación de proyectos
7. Aspectos de control
8. Supervisión.

C. Constructora

Es la persona o empresa que llevará a cabo la ejecución material de la obra.

En algunos casos, la construcción de una obra puede llevarse a cabo por diferentes empresas constructoras, tal es el caso que nos ocupa, dado que por las características de ésta y por requerimientos del propietario, se vio la necesidad de contratar diferentes empresas especialistas en su ramo, que a su vez fueran coordinadas por una en particular, a la cual en el organigrama presentado se le ha denominado - Coordinación de Obra.

Considerando la importancia que representan las fun-

ciones y obligaciones de la Coordinación de Obra, creemos - conveniente mencionar los diferentes aspectos que la inte - gran.

I.2 COORDINACION DE OBRA

El Coordinador se encargará de supervisar y coordinar todos los recursos de mano de obra, equipo, materiales y servicios necesarios para ejecutar el trabajo de construcción en la obra, los cuales serán suministrados por los respectivos contratistas y proveedores.

El coordinador realizará, dentro del límite de su responsabilidad, todo lo necesario para lograr la correcta construcción y terminación de la obra, teniendo para ello las siguientes funciones y obligaciones, las cuales para un mejor entendimiento y comprensión las habremos de dividir en tres partes.

1. Supervisión y Contratación
2. Administración
3. Programación y Presupuesto

1. SUPERVISION Y CONTRATACION

1.1 Consultoría en la preparación de planos y especificaciones. Se proporcionarán servicios de asesoría y consultoría con el propietario, proyectistas y dirección técnica en relación a la preparación y desarrollo de los planos, especificaciones, presupuestos y programas; suministrando la información de costos, disponibilidad de materiales y procedimientos de construcción, haciendo desde luego todas las recomendaciones que estime necesarias en todos los aspectos de planeación.

1.2 Supervisión general de la construcción. Ing - peccionará continuamente la correcta ejecución de los trabajos y una vez concluidos y previo a su aceptación, partici - pará en la inspección final de cada etapa y para cada una - de las empresas que intervengan en la construcción; propor - cionando al propietario un reporte detallado de las discre - pancias y deficiencias observadas en el trabajo ejecutado - y tomando la acción necesaria para corregirlas, de manera - que los trabajos queden ejecutados a satisfacción del pro - pietario.

Además ordenará y revisará la realización de estu - dios y pruebas de laboratorio que estime pertinentes para - constatar que los materiales y los trabajos cumplan las es - pecificaciones, proyectos y demás condiciones requeridas, - pudiendo rechazar aquellos trabajos, materiales, procedi - mientos o técnicas de ejecución que no satisfagan tales re - quisitos.

1.3 Coordinación de las actividades de los diver - sos contratistas. Coordinará todo lo referente a la mano - de obra, materiales, equipos y herramientas de las empresas constructoras, así como sus trabajos, suministros y servi - cios, para que éstos, sean realizados con estricta sujeción a los planos, especificaciones, presupuestos, programas y - demás elementos descriptivos, a fin de que la obra sea eje - cutada conforme a la calidad y oportunidad requerida.

Convocará reuniones de instrucción y coordinación, - elaborando los instructivos o circulares necesarios para re - gular las relaciones y campos de actividad de las diversas - empresas y demás personas que en cualquier forma tengan in - gerencia en la realización de la obra.

1.4 Responsabilidad de Obra ante el D.D.F. Tendrá a su cargo la responsabilidad ante el D.D.F. de la dirección de la obra (Director o Perito responsable de la obra).

1.5 Elaboración de Contratos y Subcontratos. Elaborará el procedimiento para la adjudicación de los contratos y subcontratos necesarios durante la construcción.

1.6 Preparación de Concursos

a) Recomendará a los contratistas calificados y financieramente solventes, que participarán en los concursos de las distintas partes de la construcción.

b) Llevará a cabo las invitaciones de concursos y las reuniones necesarias con los constructores de cada parte de la obra, con el propósito de explicar los objetivos del proyecto y aclarar las dudas que surjan.

c) Evaluación de los concursos. Proporcionará los análisis y el asesoramiento necesario para la evaluación de las ofertas y la adjudicación de los contratos respectivos.

d) Negociará precios, alternativas, anticipos, pagos posteriores y plazos de entrega con cada contratista y proveedor de materiales. Al estudiar las diferentes alternativas pondrá especial cuidado en el renglón de la forma de pagos y determinará cual es la más adecuada y conveniente para el propietario.

1.7 Trámites de licencias de construcción y de funcionamiento. Tramitará todas las licencias y permisos necesarios con las autoridades competentes para la construcción, así como en su oportunidad dará los avisos de terminación -

de obra que se requieran, tramitando el Vo Bo final de bomberos y la licencia de funcionamiento de la obra.

1.8 Revisión de estimaciones de contratistas. Aprobará o rechazará las estimaciones de obra, entendiéndose - que para la aprobación de los trabajos o suministros de que se trate, deberán estar apegados a los planos, especificaciones, volúmenes y programas de obra.

1.9 Recomendaciones para la contratación de Seguros. Recomendará la contratación de un seguro que cubra la responsabilidad civil del propietario frente a terceros y - uno de construcción contra todo riesgo.

1.10 Programas de Seguridad. Exigirá y vigilará - que los contratistas tengan en la obra un programa de seguridad e higiene efectivo, así como los medios necesarios para su aplicación.

2. ADMINISTRACION

2.1 Control del costo de la construcción. El coordinador llevará los controles contables y de costos de la - construcción, y entregará para la aprobación del propietario los procedimientos fiscales y contables adecuados, incluyendo la revisión desglosada de los contratos, las solicitudes de pago de estimaciones y el control de los costos - que resulten por cambios aprobados a contratistas.

2.2 Control de materiales adquiridos por el propietario. En caso de convenir a los intereses del propietario, éste, suministrará materiales a los contratistas, siendo - obligación del coordinador, el control administrativo y contable de estos suministros.

2.3 Control de la afiliación al I.M.S.S. e INFONAVIT. Elaborará los avisos de contratación de obra que el propietario deba presentar al Instituto Mexicano del Seguro Social, preparando además, reportes periódicos en los que conste que los contratistas han registrado ante el Instituto Mexicano del Seguro Social y en el Instituto Nacional del Fondo de la Vivienda para los Trabajadores, la obra a su cargo, que presentaron las planillas de cotización correspondiente al I.M.S.S. y pagaron las aportaciones al INFONAVIT.

2.4 Programa de Egresos. Preparará mensualmente un pronóstico de los costos reembolsables y de los pagos a contratistas y proveedores, que deberá erogar el propietario durante el mes inmediato siguiente.

2.5 Administración de oficinas. El coordinador llevará la administración de las instalaciones y el personal que requiera para la realización de su trabajo, además del control de gastos que debe efectuar para el mejor desarrollo del mismo.

2.6 Preparación de solicitudes de pago. Se elaborarán las solicitudes de pago a efecto de que el propietario cubra los gastos y el pago de honorarios al coordinador.

3. PROGRAMACION Y PRESUPUESTO

3.1 Presupuestos y precios unitarios. Preparará presupuestos de acuerdo a los planos y las especificaciones generales del proyecto. Revisará y preparará periódicamente estimaciones de costo para el cumplimiento del presupuesto, analizando las modificaciones de costo provocadas por ajustes necesarios en el programa, sometiénolas a la

aprobación del propietario.

3.2 Estimaciones de obra. El coordinador revisará y aprobará en su caso las estimaciones de obra que sean presentadas por los diferentes contratistas, para lo cual comparará el avance real de la obra con el avance esperado en los programas de todos y cada uno de los contratistas.

3.3 Programación. Elaborará un sistema inteligible de programación: Método del camino Crítico (C.P.M., - Critical Path Method), y un plan detallado para la realización del proyecto. Como parte de esto, revisará el desarrollo y ejecución del programa de ruta crítica, comparándolo contra el avance real de la obra, haciendo los ajustes necesarios a la misma y coordinando los programas individuales de los contratistas; asimismo, establecerá controles del personal de tal manera que puedan compararse con los programas propuestos en relación a la mano de obra requerida.

3.4 Informes periódicos. Elaborará reportes mensuales para el propietario indicando el progreso y el costo de construcción, haciendo énfasis en los costos pendientes y en los pagos presupuestados.

Dentro de las funciones de la coordinación de obra, habrá algunas que por su importancia merezcan especial atención, entre otras, podemos señalar las siguientes: concursos, contratación, programas de seguridad y programación, - razón por la cual ahondaremos en ellas.

I.2.1 CONCURSOS

Un concurso es el sistema mediante el cual se solicitan o presentan propuestas para ejecutar una obra o pres-

tar un servicio en determinadas condiciones, a fin de elegir la que ofrezca mayores ventajas y otorgar el contrato respectivo; pudiendo alcanzar tanto al Sector Público como al Privado. Las ventajas del sistema son incuestionables para el propietario, y en un regimen de libre competencia pueden ser convenientes para la empresa agraciada.

Para el Sector Público se han elaborado bases y normas generales para la construcción de las obras, las cuales, han sido dictadas por las Secretarías de Asentamientos Humanos y Obras Públicas y Patrimonio Nacional, pudiendo ser aplicadas al Sector Privado.

Para que una compañía constructora pueda tomar parte en un concurso, debe cumplir con los requisitos marcados por la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas, -- siendo estos los siguientes:

- a) Estar inscrito en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal. Para ello deberá estar inscrito ante la Secretaría de Patrimonio Nacional y acreditar su inscripción en el Registro Federal de Causantes.
- b) Ser miembro de la Cámara correspondiente.
- c) Inscribirse en el Padrón de Contratistas del Gobierno del Estado.

Los concursos tendrán por objeto adjudicar los contratos siempre sobre la base de precios unitarios, permitiendo ejecutar trabajos por administración a través del contratista, siempre y cuando no se exceda del 20% del monto de la obra contratada.

Cuando se somete a concurso la construcción de una obra, se invita a un número determinado de compañías constructoras que cumplan con los requisitos anteriormente citados y tengan experiencia en el tipo de obra de que se trate, proporcionándoles mediante una cuota los planos y especificaciones de la misma.

I.2.1.1 TIPOS DE CONCURSOS

En la Industria de la Construcción se realizan en forma común los siguientes tipos de concursos:

1. Precio Alzado
2. Precio Alzado a partir de presupuesto base.
3. Precios Unitarios
4. Factor de Sobrecosto
5. Administración.

Características:

1. PRECIO ALZADO

a) Especificaciones generales: deberán estar definidas de un 90 a 100%.

b) Relación de conceptos: a realizar por la empresa constructora.

c) Cuantificaciones: a realizar por la empresa constructora.

d) Análisis de costos: a realizar por la empresa constructora.

e) Integración del precio de venta: a realizar - por la empresa constructora.

f) Determinación del tiempo de construcción: a de terminar por la empresa constructora y/o propietario.

2. PRECIO ALZADO A PARTIR DE PRESUPUESTO BASE

Este tipo de concurso tiene cuatro objetivos princi pales:

- a) Corrección en su caso, del proyecto para adecuarlo- a la erogación planeada.
- b) Reducir la inversión del costo del concurso para ca da invitado, evitando trabajos múltiples innecesa - rios.
- c) Concentrar la atención en las áreas determinantes y detectar las partidas en exceso.
- d) Optimización del concurso a través de nuevos procedimientos constructivos, usos racionales de recurr - sos, etc.

Sus características principales son:

- a) Especificaciones generales: definidas de un 90 a - 100%.
- b) Relación de conceptos: a corregir por la empresa - constructora.
- c) Cuantificaciones: a corregir por la empresa cong -

tructora.

- d) Análisis de costos: a corregir por la empresa constructora.
- e) Integración del precio de venta: a corregir por la empresa constructora.
- f) Determinación de tiempo en construcción: a optimizar por la empresa constructora.
- g) Evaluación de partidas aditivas y deductivas: a realizar por la empresa constructora.

3. PRECIOS UNITARIOS

- a) Especificaciones generales: definidas entre un 60- a 90%.
- b) Relación de conceptos: propuestos por el propietario.
- c) Cuantificaciones: propuestos por el propietario.
- d) Análisis de costos: a realizar por la empresa constructora.
- e) Integración del precio de venta: a realizar por la empresa constructora.
- f) Determinación de tiempo en construcción: a determinar por la empresa constructora.

4. FACTOR DE SOBRECOSTO

- a) Especificaciones generales: definidas a menos de - un 60%.
- b) Relación de conceptos: a integrarse con posterioridad al concurso por la empresa constructora.
- c) Cuantificaciones: a integrarse con posterioridad - al concurso por la empresa constructora.
- d) Análisis de costos: a integrarse con posterioridad al concurso por la empresa constructora.
- e) Integración del precio de venta: a integrarse con posterioridad al concurso por la empresa constructora.
- f) Determinación de tiempo en construcción: a definirse posteriormente al concurso por la empresa constructora.

5. ADMINISTRACION

- a) Especificaciones generales: definidas a menos de - un 60%.
- b) Relación de conceptos: a integrarse con posterioridad al concurso por la empresa constructora.
- c) Cuantificaciones: recomendable realizar por la empresa constructora.
- d) Análisis de costos: recomendable realizar por la -

empresa constructora.

- e) Integración del precio de venta: recomendable realizar por la empresa constructora.
- f) Determinación del tiempo de construcción: recomendable realizar por la empresa constructora.

La diferencia básica del concurso por administración del Factor de sobrecosto, radica en que el primero puede derivarse al final en un contrato de precio alzado o de precios unitarios y en el segundo se conserva su carácter de servicio profesional.

I.2.1.2 PREPARACION DE CONCURSOS

Los concursos para la adjudicación de los contratos de Obras Públicas, comprenden lo siguiente:

- a) Convocatoria
- b) Registro y estudio de la documentación de los interesados
- c) Selección de contratistas
- d) Llamado a los seleccionados y su inscripción para participar en el concurso
- e) Presentación de proposiciones
- f) Estudio de las proposiciones
- g) Dictamen
- h) Firma del Contrato

a) CONVOCATORIA. Se convocará a las personas físicas o morales a participar en el concurso, mediante avisos en dos o más diarios de mayor circulación.

b) REGISTRO Y ESTUDIO DE LA DOCUMENTACION DE LOS INTERESADOS. Los interesados en participar en el concurso presentarán los documentos para su registro, en los términos de la convocatoria y dentro del plazo fijado en la misma.

c) SELECCION DE CONTRATISTAS. La dependencia hará la selección de contratistas atendiendo a las características necesarias para garantizar la ejecución satisfactoria de las obras y el cumplimiento del contrato, de acuerdo con el análisis de los siguientes factores.

- Capacidad técnica y económica en relación con los trabajos de que se trate.
- Experiencia del personal con el que cuentan para la ejecución de los trabajos.
- Equipo disponible para la ejecución de las obras.

d) LLAMADO A LOS SELECCIONADOS Y SU INSCRIPCION PARA PARTICIPAR EN EL CONCURSO. La dependencia invitará por medio de un escrito a las empresas que han sido previamente seleccionadas, para que participen en el concurso.

La documentación que se proporciona a los invitados al inscribirse deberá incluir, por lo menos, lo siguiente:

- 1) Juego de planos
- 2) Juego de especificaciones generales de construcción
- 3) Formas para presentar la proposición, en las que se consignen los conceptos y cantidades de trabajo, -

precios unitarios, importe total de la obra, programa de trabajo y de utilización de equipo.

- 4) Modelo de contrato
- 5) Condiciones generales.

e) PRESENTACION DE PROPOSICIONES. Los concursantes-deberán entregar en sobre cerrado sus proposiciones en el-lugar, fecha y hora señalados en la invitación.

Recibidos los sobres, se abrirán cada uno de ellos-y se leerán todas las proposiciones, las cuales serán rubri-cadas por todos los participantes.

Finalmente se informará a los concursantes al lugar, fecha y hora en que se dará a conocer el fallo.

f) ESTUDIO DE LAS PROPOSICIONES. La dependencia - analizará las proposiciones recibidas y producirá un dicta-men en el cual hará constar el nombre de la empresa que, -- reuniendo las condiciones necesarias que garanticen el cum- plimiento del contrato y la ejecución satisfactoria de la - obra, haya presentado la postura más baja; o bien, se asen- tará que el concurso se declara desierto porque ninguna de- las proposiciones recibidas cumple con las condiciones del- mismo.

g) DICTAMEN. En un acto público, al que serán in- vitados todos los que hayan presentado su proposición, se - dará a conocer cual concursante fue seleccionado para ejecu- tar la obra objeto del concurso; este fallo será inapela- ble.

h) FIRMA DEL CONTRATO. Una vez conocida la empresa agraciada, se procederá a la firma del contrato.

Para la realización de concursos dentro del Sector-Privado podrá seguirse el mismo proceso, aunque exista la posibilidad de cancelar algunos pasos. Tal es el caso de nuestro edificio, cuya descripción aparece más adelante; en este, por requisitos del propietario, se tuvo la necesidad de hacer concursos hasta por el 95% del importe total de la obra, para lo cual se partió con la selección de contratistas (inciso c), y se omitió la convocatoria, registro y estudio de la documentación de los interesados (incisos a y b).

I.2.2 FORMA DE CONTRATACION

En la Industria de la Construcción existen diferentes tipos de contrato, siendo las más usuales los que se hacen a precio alzado, precios unitarios y administración.

El contratista deberá escoger el que mejor se adapte a las necesidades de la obra según el tipo, importancia, volumen y la calidad de la misma, así como el tiempo de ejecución, la forma de financiamiento y la recuperación de la inversión.

1. CONTRATO DE OBRA A PRECIO ALZADO. Este tipo de contrato consiste en fijar, tanto los precios unitarios, como los volúmenes de obra antes de realizar los trabajos y no podrán ser modificados aunque posteriormente se encuentren errores en las cuantificaciones o incremento de precios en los materiales, equipo, mano de obra, etc. El importe total de este contrato no podrá variar en ningún caso, salvo que existan cambios en el proyecto.

2. CONTRATO DE OBRA A PRECIOS UNITARIOS. Este tipo de contrato consiste en fijar únicamente los precios unitarios de cada uno de los conceptos que intervienen en la obra, sin hacer caso de los volúmenes, ya que el importe final se obtendrá al aplicar estos precios unitarios a las cantidades de obra ejecutada.

3. CONTRATO DE OBRA POR ADMINISTRACION. Este tipo de contrato consiste en que el contratista ejecutará la obra por cuenta del propietario, cueste lo que cueste. En este tipo, existe la posibilidad de que se presenten dos casos:

- a) Cuando el profesional está a sueldo fijo. Se tiene el inconveniente para el propietario de que en estas circunstancias el encargado no presente interés en que se termine pronto la obra.
- b) Cuando el profesional administra el capital del propietario cobrando un porcentaje del importe de la obra. En la práctica se prefiere más este tipo de administración.

Estos tipos de contrato podrán sufrir algunas variantes dependiendo de las cláusulas y acuerdos que se tomen para la elaboración de los mismos.

I.2.3 PROGRAMA DE SEGURIDAD

El objetivo principal que se pretende lograr al exponer este tema, es el de motivar a las personas que de una u otra forma estén involucradas en la Industria de la Construcción y en especial a aquellas que intervienen directamente en el proceso constructivo de las obras, para que

presten mayor atención a la prevención de accidentes e higiene en éstas, ya que no obstante existir desde el año de -- 1934 un Reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo, no se le ha dado la debida importancia a este aspecto, siendo que el poner en práctica estas normas de seguridad e higiene representan indudablemente un beneficio económico importante.

Las causas que prevalecen en los accidentes de trabajo se han clasificado en físicas, mecánicas y humanas.

1. CAUSAS FISICAS. Son las que provienen de factores ambientales como son la temperatura, la humedad, la iluminación, la ventilación, los ruidos, las vibraciones, etc.

Cualquiera de estas pueden ocasionar fatiga en el trabajador propiciando accidentes de trabajo, además de que cada una de ellas por sí misma constituye una causa de enfermedad profesional.

2. CAUSAS MECANICAS. Son aquellas que provienen de los riesgos de las instalaciones y de la maquinaria.

Una máquina mal instalada o con partes peligrosas - descubiertas, cables no protegidos que conduzcan corriente-eléctrica, obstáculos en los pasillos de tránsito, son causas frecuentes de accidentes de trabajo.

3. CAUSAS HUMANAS. Son las que provienen directamente de actos humanos, como son, la imprudencia y la ignorancia.

El desconocimiento del trabajo que se ejecuta y de los riesgos a que está expuesto el trabajador, así como el--

no utilizar el equipo adecuado y no cumplir con las reglas de seguridad e higiene, conducen a producir gran cantidad de accidentes de trabajo.

Para evitar estos accidentes deberán ordenarse medidas preventivas adecuadas al tipo de riesgo, pues se ha llegado a la conclusión que el 85% aproximadamente de los accidentes de trabajo se deben a causas humanas.

La Ley Federal del Trabajo y el Reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de trabajo, ordenan que cada empresa establezca una Comisión de Seguridad e Higiene, formada por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón, con el fin de que investiguen las causas de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, propongan medidas que eviten estos riesgos y vigilen que dichas medidas sean cumplidas.

A nivel empresarial se deben tomar medidas inmediatas, elaborando para ello un Programa de Seguridad que entre otras contenga las siguientes actividades.

1. Organizar en cada obra una Comisión Mixta de Seguridad e Higiene. Esta comisión es una impulsora de las actividades de seguridad en la obra, en donde sus miembros realizan inspecciones regulares, reportan condiciones y actos peligrosos y sugieren métodos seguros de trabajo.
2. Designar a un ingeniero o persona capacitada que se responsabilice de la seguridad de la obra.
3. Efectuar una inspección inicial para detectar las condiciones peligrosas para los trabajadores y los ac-

tos inseguros de los mismos; y recomendar las medidas correctivas procedentes. y en obtener de la siguiente manera:

4. Instalar extinguidores y equipo contra incendio en las áreas que lo requieran, así como organizar y adiestrar brigadas contra incendios.
5. Colocar carteles de seguridad, para estimular la conciencia sobre seguridad en los trabajadores.
6. Elaborar un Reglamento de Seguridad y mantenerlo actualizado para que los trabajos se ejecuten con seguridad.
7. Vigilar la instalación de botiquines de primeros auxilios y capacitar a personal de oficinas y vigilancia, para prestar primeros auxilios a los trabajadores lesionados.
8. Redactar instructivos de seguridad para los trabajos, en los cuales se indicarán las medidas que deben observarse, según la especialidad: fierros, soldaduras, electricistas, etc.
9. Impartir conferencias de seguridad a ingenieros, sobrestantes, y miembros de las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene.
A nivel particular se puede mencionar que como medida inmediata para la prevención de accidentes, es necesario vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas y poner en práctica todas las iniciativas del Manual de Seguridad. El cual se puede dividir en medidas de seguridad para protección al público y en medidas de seguridad para protección a los trabajadores.
10. Realizar inspecciones periódicas, para verificar el cumplimiento de las medidas de seguridad.
11. Investigar los accidentes, para conocer su causa y recomendar las medidas necesarias para evitar que el accidente se repita.
12. Determinar los índices de frecuencia (I.F.) y de gravedad (I.G.), elaborando las gráficas correspondientes y comparándolos con los señalados por el I.M.S.S.

po de seguridad necesario, un lugar o zona de trabajo lo más seguro posible y la herramienta o maquinaria en las mejores condiciones.

I.2.4 PROGRAMACION C.P.M.

La técnica que actualmente se emplea con gran eficacia, que constituye una herramienta con gran potencial de desarrollo y aplicación práctica y que su uso brinda muy buenos resultados en la planeación, control de costos y tiempo óptimo en la Industria de la Construcción, es el llamado Método de la Ruta Crítica (C.P.M.).

Siendo sin duda, desde el punto de vista de la Iniciativa Privada, el costo y la duración entre otros, los parámetros que determinan la realización de un proyecto, encuentran en el uso del Método de la Ruta Crítica un sistema idóneo, ya que mediante éste se determina el equilibrio apropiado entre el tiempo y el costo total y así poder responder a la disyuntiva de construir o no tal proyecto.

Esto es posible en vista que el C.P.M. es un diagrama de flechas que está basado, en el tiempo crítico de cada una de las actividades que lo integran, las cuales definen la fecha de terminación de la obra; y en la disponibilidad de los recursos de mano de obra, maquinaria y equipo, etc.

Asimismo proporciona los medios para revisar sistemáticamente los efectos que causan los atrasos de obra y los cambios de proyecto en el tiempo de terminación y en el costo total de los trabajos; de tal manera que puedan tomarse medidas adecuadas para la corrección pertinente a los procedimientos constructivos empleados, errores de adminis-

tración e ineficiencia de mano de obra y poder reevaluar en el momento preciso todas aquellas actividades del diagrama - que se vean afectadas por dichos contratiempos.

En vista que esta técnica ha sido estudiada y editada por diversos autores, enfocando su estudio en forma muy variada; los fines que perseguimos al escribir sobre el - particular, será el de dar una alternativa de las actividades, duración y forma que pueda llegar a tener un diagrama de flechas para la construcción de una atagüía de concreto o procedimiento constructivo similares a la cimentación motivo de esta tesis; así como el de puntualizar acerca del beneficio que representa conocer la aplicación de este método.

Para una mayor comprensión de la aplicación que se le dió al método en nuestro caso particular una vez estuvo definido éste en la obra, creemos conveniente recordar que el importe total para realizar un proyecto, está integrado por costo directo, costo indirecto y utilidad.

- Costo directo: son los gastos que se efectúan para la adquisición de materiales, mano de obra y equipo necesarios para construir una obra.

- Costo indirecto: son las erogaciones por concepto de administración de obra, financiamiento, fianzas, seguros, imprevistos, etc. y están en función directa del tiempo de duración de una obra.

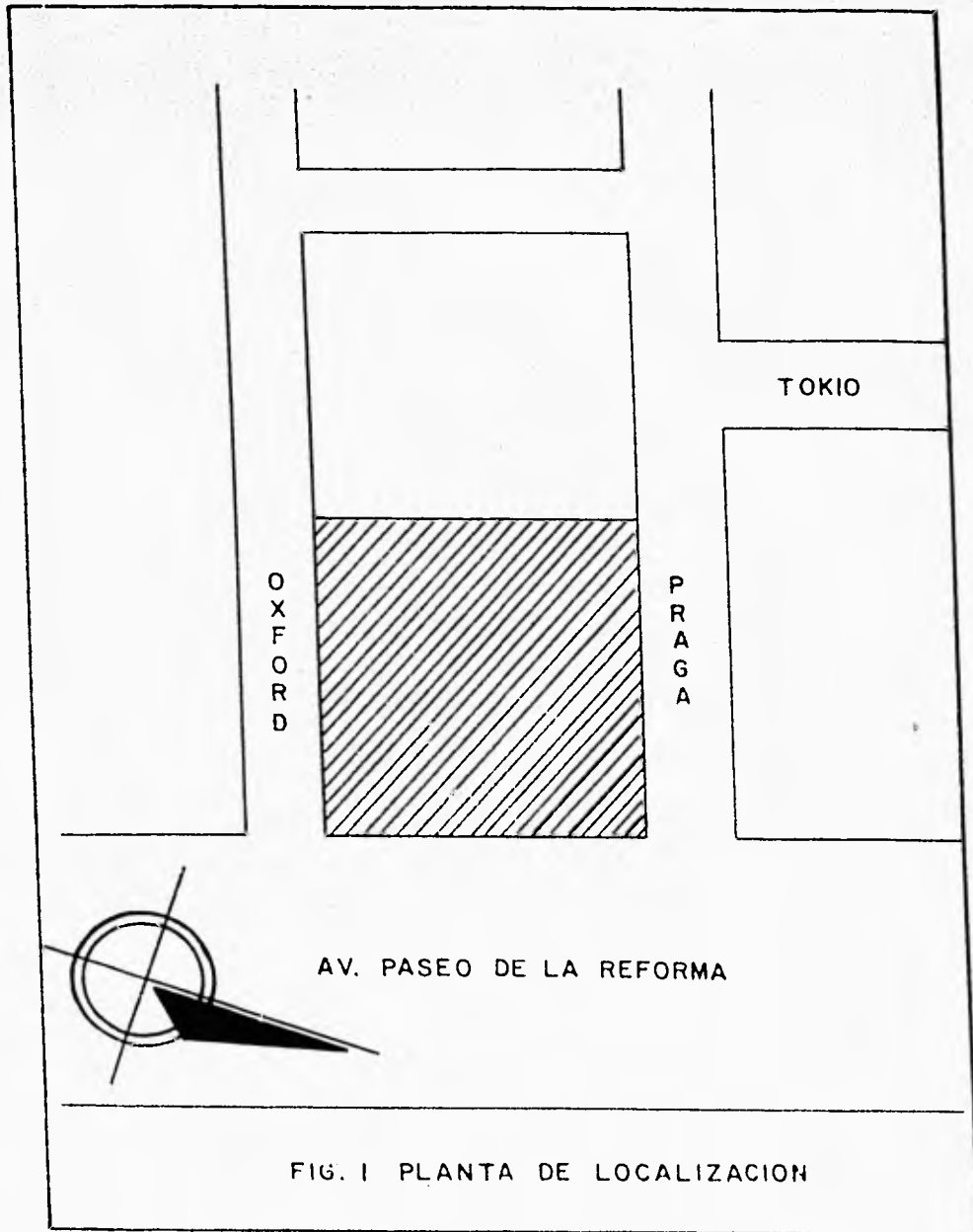
De acuerdo a estos conceptos es más fácil interpretar que si el tiempo de duración de un proyecto se acorta, el costo total aumentará siempre y cuando el costo directo se incremente más de lo que se decremente el indirecto, es-

to es, al disminuir el tiempo se requerirá mayor personal - de campo o equipo para realizar la obra, cuyo costo, puede ser mayor a lo que se disminuye por concepto de ahorro de -- gastos por menor tiempo de empleo de personal técnico, menores gastos de oficina, de consumo, depreciación de equipo, - etc.

Desde luego, en una obra se podrá alargar su tiempo de terminación por diversas causas: cambios de proyecto, - atrasos de obra, etc., lo cual traerá como consecuencia que el importe total de la misma aumente, si el costo indirecto aumenta más de lo que disminuye el directo.

Definitivamente, el tiempo de duración de un proyecto no podrá acortarse en demasía, ya que por mucho que se - trate de acortar la duración de las actividades críticas no será posible realizarlas físicamente, pero sí se aumentará su costo. Tampoco se deberá alargar indefinidamente ya que independientemente de aumentar su costo indirecto, la obra - no cumpliría con las necesidades del cliente, por lo tanto - una solución acertada es aquella que resulta de balancear - adecuadamente costo y tiempo.

El entendimiento de lo anteriormente manifestado, - creemos sea una base sobre todo para un supervisor de obra, ya que es común que éste, siempre trate de acelerar todas - las actividades, pues, teóricamente reduce la duración total, lo cual es inexacto y trae como consecuencia incrementos en los costos del contratista, provocando fricciones - con éstos, ya que después de haber realizado una actividad - con premura innecesaria, no se le reconocen incrementos en sus costos, menos aún si el contrato está firmado a precio - alzado.



O
X
F
O
R
D

TOKIO

P
R
A
G
A

AV. PASEO DE LA REFORMA

FIG. I PLANTA DE LOCALIZACION

Los diagramas de flechas a que se hace mención, se encontrarán en los capítulos III y V de este trabajo.

I.3 DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA

El Proyecto Arquitectónico contempla la construcción de un edificio de oficinas que ocupa un predio de forma rectangular de 43.04 m. de fondo por 39.80 m. de ancho, limitado hacia el norte por la Avenida Paseo de la Reforma y al sur por una colindancia.

El edificio consta de cuatro niveles de estacionamientos desplantados a - 13.58 m. bajo la superficie del terreno, una planta lobby, dos plantas mezzanines, 15 plantas tipo, penthouse de doble altura, dos plantas de máquinas, nivel de servicios y helipuerto; con una altura total de - 86.74 m. desde el nivel de la calle.

Tomando en cuenta las dimensiones generales del edificio y su número de niveles, se determinó mediante un análisis comparativo de procesos constructivos y costos de estructuraciones a base de concreto reforzado y de acero, que lo más conveniente y económico era la construcción de una atagüía de concreto como procedimiento constructivo y el empleo de una estructura de concreto reforzado, tanto en la cimentación como en la superestructura del mismo, ver tabla de comparación de alternativas (Tabla 1).

A partir del nivel lobby la estructura consiste en columnas de sección cuadrada o rectangular, que soportan un sistema de trabes principales de sección variable en ambas direcciones y un sistema de trabes secundarias de peralte constante localizadas a 3.66 m. en ambos sentidos, los que

recibirán la losa maciza de entrepiso de 10 cm. de espesor.

Los muros interiores o de fachada no forman parte integrante de la estructura y están contruidos de diferentes materiales.

Para el análisis estructural de la superestructura y cimentación del edificio, se definieron las especificaciones básicas de construcción, así como el tipo de material por emplear, su espesor y peso volumétrico, con lo cual pudo obtenerse el peso muerto del edificio, adicionando el concepto de cargas vivas basado en la Reglamentación de la ciudad y en los requerimientos del mismo.

Para el diseño de la estructura se hizo un análisis preliminar para definir las dimensiones de traves, columnas y losas, usandose los métodos numéricos de Cross Morgan; obteniéndose así los elementos mecánicos indispensables para el proporcionamiento de la estructura por concepto de cargas verticales.

Este estudio preliminar permitió definir las dimensiones fundamentales de traves y columnas, para resistir satisfactoriamente el efecto sísmico de acuerdo con la Reglamentación de la ciudad y las deformaciones de la estructura; además de poder realizar un anteproyecto de cimentación y saber si el peso del edificio, la profundidad de desplante y las características del terreno, permitían llevar a cabo la construcción dentro de factores de seguridad adecuados para una buena inversión.

Utilizando el sistema de cargas considerado en el estudio preliminar, así como las dimensiones de todos los elementos estructurales, se procedió al análisis definitivo.

Todos los niveles de estacionamiento y el nivel del lobby cubren la totalidad del terreno, no así los niveles - subsecuentes, los cuales forman una torre centrada en el terreno de 35.67 m. de frente y 30.18 m. de profundidad.

Los ductos de elevadores, aire acondicionado, eléctricos, sistema telefónico, así como dos escaleras eléctricas, están localizados en la parte posterior de la torre.

En una pequeña torre saliente en la parte posterior, que es la que provoca la excentricidad del centro de gravedad del edificio con respecto al centro de reacción del terreno, se encuentran los sanitarios.

Consta de 5 elevadores interconectados con una capacidad de 25 pasajeros y una velocidad de 4 m/seg., cuyo recorrido es del nivel lobby hasta el Penthouse. Un elevador de carga con una velocidad de 2 m/seg., que va del Lobby al cuarto de máquinas y dos elevadores que recorren del Lobby a los cuatro niveles de estacionamiento a una velocidad de 1 m/seg.

El helipuerto es el punto más alto del edificio y fue requerido por el reglamento del Departamento del Distrito Federal, siendo su área de 223 m².

La fachada del edificio tiene precolados de concreto hasta el nivel del mezzanine 1, a partir de este y hasta el nivel del helipuerto es de vidrio reflejante montado en marcos de aluminio natural anodizado.

Su arquitectura está basada en un concepto modular-tridimensional para facilitar la distribución en el espacio de oficinas y reducir los costos en materiales de terminado, el módulo es de 1.83 m., con submódulos de 1,2 y 3 pies.

El área total de construcción es de aproximadamente 30 000 m², de los cuales, 6 400 m² son para estacionamientos.

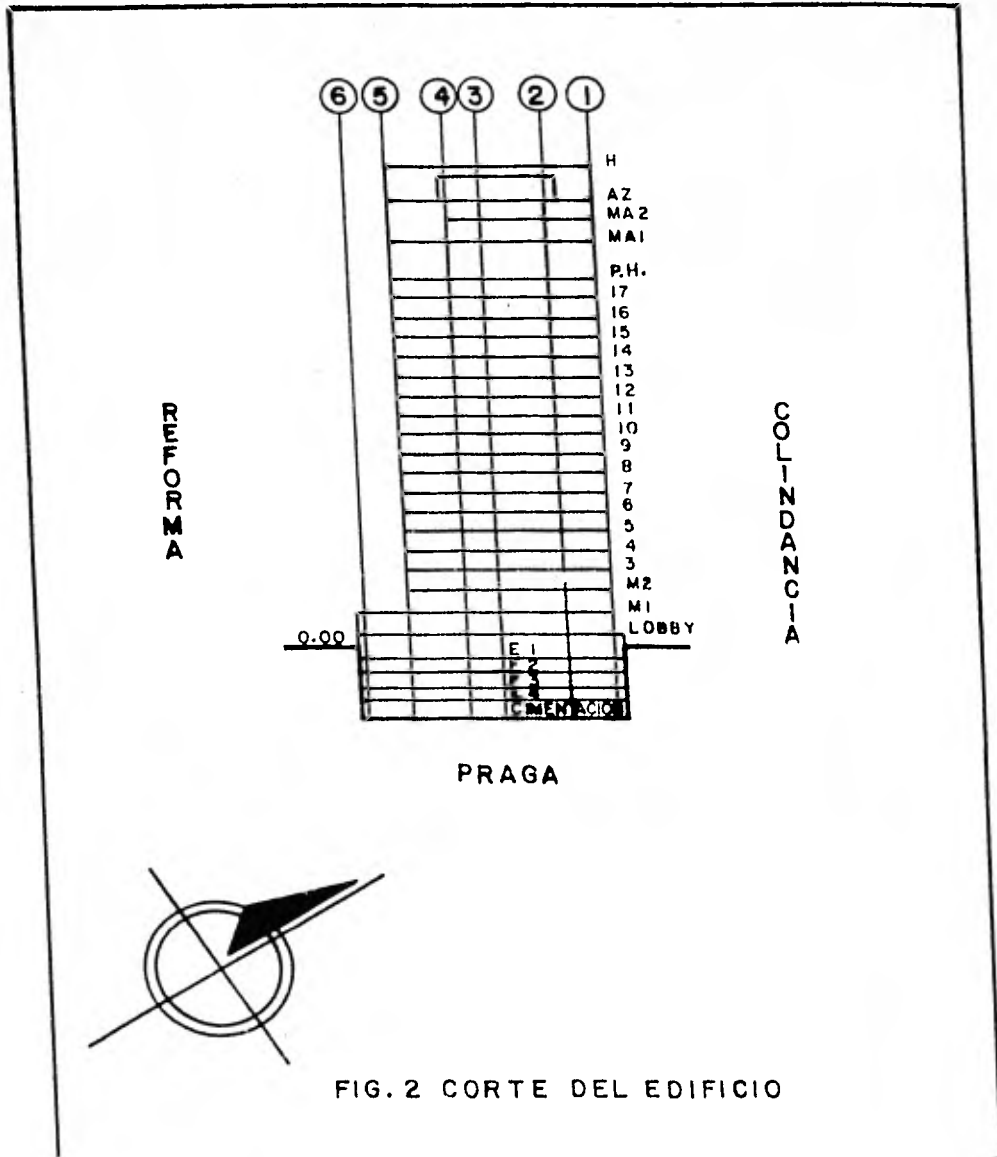


FIG. 2 CORTE DEL EDIFICIO

No	CONCEPTO	UNIDAD	ESTRUCTURA DE CONCRETO			ESTRUCTURA DE ACERO		
			CANTIDAD	C.D.	IMPORTE	CANTIDAD	C.D.	IMPORTE
1	Pilotes de concreto	pza.	450.00	4,750.00	2'137,500.00	149.00	4,950.00	737,550.00
2	Perforación previa e hincado de pilotes	ml.	9,900.00	220.00	2'178,000.00	3,278.00	251.00	822,778.00
3	Demolición de cabezas de pilotes incluyendo carga	m3.	36.00	370.21	13,327.56	11.92	370.21	4,412.90
4	Cimbra común en losas de D.10 m. de espesor	m2.	21,677.16	108.40	2'349,804.14	- 0 -	- 0 -	- 0 -
5	Cimbra común en trabes de entrepiso	m2.	17,585.74	121.62	2'138,777.70	- 0 -	- 0 -	- 0 -
6	Cimbra aparente en columnas	m2.	4,070.55	95.25	387,719.88	- 0 -	- 0 -	- 0 -
7	Cimbra aparente en muros	m2.	4,398.95	95.25	418,999.99	4,398.95	95.25	418,999.99
8	Cimbra en rampas de escalera	m2.	420.00	152.42	64,016.40	420.00	152.42	64,016.40
9	Posos en lasas y trabes con paliducto	pza.	960.00	29.03	27,868.80	- 0 -	- 0 -	- 0 -
10	Acero de refuerzo f'y=4000 kg/cm2. # 2	ton.	5.43	8,886.50	48,253.70	- 0 -	- 0 -	- 0 -
11	Acero de refuerzo f'y=4000 kg/cm2. # 2.5	ton.	74.90	9,045.63	677,517.69	- 0 -	- 0 -	- 0 -
12	Acero de refuerzo f'y=4000 kg/cm2. # 3	ton.	42.24	8,718.87	368,285.07	- 0 -	- 0 -	- 0 -
13	Acero de refuerzo f'y=4000 kg/cm2. # 4	ton.	256.01	8,487.41	2'172,861.83	52.27	8,487.41	443,636.92
14	Acero de refuerzo f'y=4000 kg/cm2. # 8-12	ton.	609.83	8,112.06	4'946,977.55	- 0 -	- 0 -	- 0 -
15	Soldadura a tope de varilla # 8	pza.	248.00	75.00	18,600.00	- 0 -	- 0 -	- 0 -
16	Soldadura a tope de varilla # 10	pza.	640.00	100.00	64,000.00	- 0 -	- 0 -	- 0 -
17	Soldadura a tope de varilla # 12	pza.	355.00	125.00	44,375.00	- 0 -	- 0 -	- 0 -
18	Concreto f'c = 300 kg/cm2. en entrepiso	m3.	5,987.50	816.79	4'890,530.13	1,504.78	816.79	1'229,089.28
19	Concreto f'c = 300 kg/cm2. en muros y columnas	m3.	1,486.41	875.77	1'301,753.29	435.59	875.77	381,476.65
20	Bases para maquinaria	m3.	95.00	2,123.77	201,758.15	95.00	2,123.77	201,758.15
21	Áncles en bases	pza.	250.00	100.00	25,000.00	250.00	100.00	25,000.00
22	Losas romas	m2.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	22,799.72	350.00	7'979,908.00
23	Estructura de acero	ton.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	2,422.00	17,000.00	41'174,000.00
24	Malla 6 x 6 - 6/6	m2.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	22,799.72	30.25	889,891.53
25	Protección contra incendio	m2.	- 0 -	- 0 -	- 0 -	23,000.00	95.00	2'185,000.00
				TOTALES	24'475,926.88			56'367,311.80

TABLA No.1 COMPARACION DE ALTERNATIVAS DE ESTRUCTURA DE CONCRETO Y DE ACERO.

I.4 CARACTERISTICAS DE LA CIMENTACION

La construcción de edificios cada vez más altos en el Valle de México lleva implícitas excavaciones más profundas para alojar la cimentación y los sótanos que posteriormente son aprovechados como estacionamientos; tal es nuestro caso, ya que considerando la altura de contratrabes y sótanos, la excavación llegó a -13.72 m., que es una de las más profundas que se han llevado a cabo en la Ciudad de México.

La cimentación fue diseñada teniendo en mente los siguientes factores:

- Peso total estimado
- Profundidad de excavación a -13.72 m. en un área de 1712.99 m².
- Características del terreno.
- Estabilidad de las excavaciones y colindancias.
- La influencia del abatimiento del nivel freático se debe confinar dentro del área excavada, para evitar cualquier cambio en las presiones efectivas en el subsuelo de las colindancias.
- Las diferentes etapas de excavación y construcción de la cimentación se deben realizar de tal manera que garanticen factores de seguridad adecuados contra falla de fondo.

- El procedimiento debe ser económico y rápido, realizándose con equipos normalmente utilizados en construcción.

En vista de que el peso total estimado fue superior al peso del volumen de excavación necesaria, se requirieron 462 pilotes distribuidos adecuadamente para que tomaran esta diferencia de pesos, dando por resultado un sistema de cimentación parcialmente compensada con pilotes de fricción.

La estructura de la cimentación estará formada por una losa de reacción de 60 cm. de espesor que recibirá a los 462 pilotes de fricción, un sistema de contratrabes y una losa tapa que formará el piso del estacionamiento inferior, así como el fondo de una cisterna de 250 m³ para agua potable, con bombas programadas de presurización.

A partir de esta losa tapa se encuentran las cuatro plantas de estacionamiento, que ocupan toda el área y están construidas en medios niveles, un sistema de muros perimetrales e interiores que reciben a las losas de estacionamiento y a las columnas de la superestructura.

Estos cuatro niveles se comunican por medio de rampas paralelas, localizadas en los extremos del pasillo central y con pendiente menor a 15° para llevar los automóviles hacia los niveles inferiores o superiores girando en contra de las manecillas del reloj y siempre en una misma dirección.

Ya que el centro de gravedad de cargas no coincide-

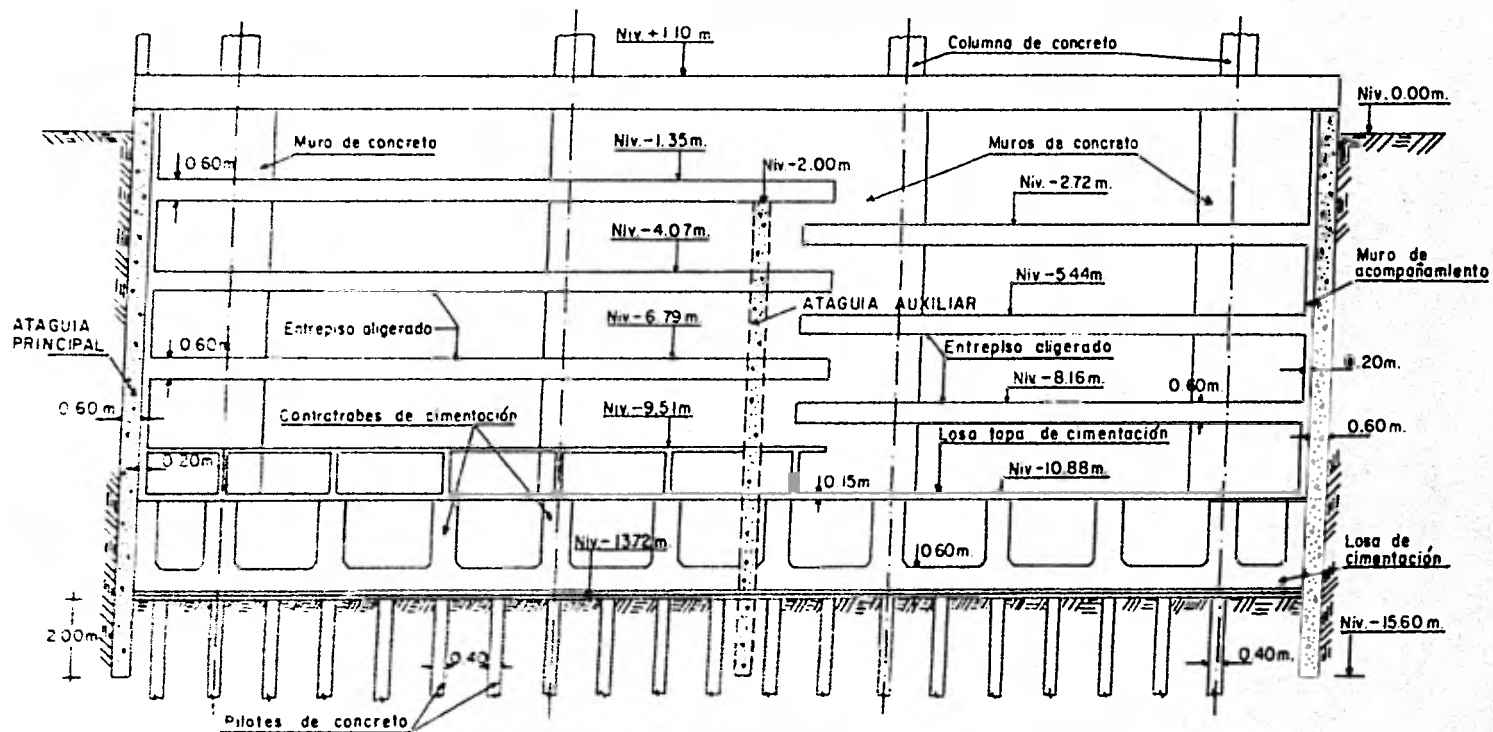
con la reacción del terreno, debido a la pequeña torre saliente de los baños, fue necesario además de distribuir los pilotes adecuadamente, adicionar lastres en la parte nortedel edificio.

Para realizar la construcción de este tipo de cimentación, es necesario utilizar un procedimiento constructivo que en términos generales consiste en lo siguiente: en el perímetro del lote y en la parte central del mismo se construirá una ataguía de concreto reforzado de 60 cm. de espesor hasta llegar a la profundidad especificada, la cual tendrá la doble función de servir como pantalla para realizar las excavaciones y posteriormente como muro de retención.

Una vez construida la ataguía, se hincan los pilotes de concreto y se construyen pozos de bombeo para abatir el nivel freático.

Durante las excavaciones se troquela la ataguía mediante elementos metálicos apoyados en la ataguía central y en la perimetral y se excava en zonas definidas hasta llegar a nivel de plantilla a partir de ésta, se inicia el colado de la estructura del cimiento y pisos de estacionamiento, hasta llegar a la superficie del terreno.

Una vez colada la cimentación se continúa con la construcción de la superestructura y de acuerdo con el comportamiento que se tenga del conjunto, se mantendrán lastres y bombeos interiores que permitan el control de la obra durante la construcción.



REFORMA



FIG. 3 CORTE DE LA CIMENTACION

C A P I T U L O I I .

INSTRUMENTACION PARA CONTROL DE OBRA.

II.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

II.2 DESCRIPCION GENERAL.

II.3 BANCOS DE NIVEL

II.4 PUNTOS DE REFERENCIA

II.5 PIEZOMETROS

II.6 POZOS DE BOMBEO

II.7 GRAFICAS DE CONTROL DE MOVIMIENTOS

II.7.1. TIEMPO-MOVIMIENTOS VERTICAL
LES.

II.7.2. TIEMPO-MOVIMIENTOS HORIZONT
TALES.

II.8 GRAFICAS DE CONTROL HIDRAULICO

II.8.1. TIEMPO-PROFUNDIDAD NIVEL -
FREATICO

II.9 INDICES DE COSTO.

II.1 CONSIDERACIONES GENERALES

En cada edificio, estructura o proyecto, se deberá llevar en mayor o menor escala dependiendo de sus características, un control efectivo de sus movimientos con respecto a ciertos puntos de referencia, de tal manera que sea posible anticipar problemas y encontrar soluciones, y así, poder ratificar o rectificar el procedimiento constructivo que se siga durante su ejecución.

Debido a que el edificio en cuestión se encuentra localizado de acuerdo con la zonificación estatigráfica del Valle de México, en la llamada Zona del Lago, que se caracteriza por la presencia de potentes estratos de arcillas de origen volcánico altamente compresibles y de baja resistencia al corte; así como por su magnitud, se determinó llevar un registro estricto de todos los movimientos tanto verticales como horizontales, para contar con un control riguroso de los trabajos durante la excavación, la construcción de la cimentación y los niveles de estacionamiento, con el objeto de observar su comportamiento.

Para definir dicho comportamiento, antes, durante y después de la terminación de la obra, se instaló un conjunto de instrumentos y se construyeron algunos puntos de referencia, que fueron controlados por nivelaciones, mediciones periódicas y niveles piezométricos que permitieron conocer las condiciones hidráulicas dentro y fuera de la construc -

ción y así poder observar sus variaciones. Estos datos convenientemente reportados, permitían juzgar el comportamiento general y hacer los ajustes convenientes en su debida oportunidad.

II.2 DESCRIPCION GENERAL

La instrumentación utilizada para el control del edificio se dividió en:

1. Puntos de referencia para el control de movimientos horizontales y verticales.
2. Instrumentos para el control hidráulico.
 1. LOS PUNTOS DE REFERENCIA PARA EL CONTROL DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES FUERON LOS SIGUIENTES:
 - a) Un punto de referencia del nivel profundo, utilizando para ello un punto fijo en la columna de la Independencia, al cual se le denominó Banco de Nivel Profundo (BNP).
 - b) Dos puntos de referencia de nivel superficial, utilizando dos puntos instalados en el camellón de Paseo de la Reforma, a los cuales se les llamó Bancos de Nivel Superficial Uno (BNS-1) y Banco de Nivel Superficial Dos (BNS-2), respectivamente.
 - c) Puntos de nivelación sobre calles y banquetas circundantes, a quienes se les identificó como: PCB-1, PCB-2, etc.

- d) Puntos de nivelación sobre edificios colindantes y vecinos PE-1, PE-2, etc.
- e) Puntos de nivelación y de control de movimientos horizontales y verticales de la atagüa. PA-1, PA-2, etc.
- f) Puntos de nivelación en pilotes. PP-1, PP-2, etc.
- g) Puntos de nivelación en el terreno para control de expansiones. PT-1, PT-2, etc.
- h) Puntos de nivelación provisional en la estructura - de cimentación colada. PC-1, PC-2, etc.
- i) Puntos de nivelación permanente en la estructura - del edificio para juzgar su comportamiento durante la obra a largo plazo. Pe-1, Pe-2, etc.

La localización aproximada de bancos de nivel y puntos de referencia puede verse en la figura No. 4.

2. LOS INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL HIDRAULICO DE LA OBRA CONSISTIERON EN LO SIGUIENTE:

- a) Instalación de 6 piezómetros a la profundidad de 21 m. P21-1, P21-2, etc.
- b) Instalación de 4 piezómetros exteriores a la profundidad de 10 m. P10-1, P10-2, etc.
- c) Instalación de 4 piezómetros exteriores y 4 interiores a la profundidad de 4 m. P4-1, P4-2, etc.

- d) Construcción de 6 pozos de bombeo hasta la profundidad de 23 m. PB-1, PB-2, etc.

La localización aproximada de piezómetros y pozos de bombeo puede verse en la figura 9.

II.3 BANCOS DE NIVEL

Los bancos de nivel son marcas permanentes de cotaconocida, casi siempre se construyen de concreto, aunque pueden ser simples barras o discos de latón o de hierro, etc., son anclados de tal manera que sobresalgan ligeramente del piso para poder usarlos como referencias cuantas veces sea necesario. Con ellos se señalan alineamientos de propiedades, levantamientos de control, o bien se dan cotas fijas.

Una precaución recomendable es llevar el control de las medidas tanto verticales como horizontales de estas marcas permanentes que son colocadas fuera del sitio de construcción, para ello, se verifican o se comparan constantemente con puntos provisionales que se encuentran en el área de trabajo, para así, poder descubrir de inmediato cualquier desviación que pueda haber, con esto se ahorrará tiempo, gastos y demás dificultades que surjan debido a los errores originados por el desplazamiento accidental de alguno de los puntos provisionales.

En la fijación de estas marcas deberá tenerse especial cuidado, puesto que pueden ser alteradas por causas físicas y humanas.

3.1 BANCO DE NIVEL PROFUNDO (BNP)

Para referir los movimientos verticales del terreno

en construcción, respecto al primer manto resistente del - subsuelo de la ciudad, que en esta zona se encuentra a ± 25 m. de profundidad y sobre el cual, está cimentada la Columna de la Independencia, se marcó en ésta, un punto al que - se le asignó el nombre de Banco de Nivel Profundo.

La nivelación de este punto respecto a los bancos - superficiales (BNS), se llevó a cabo una vez por mes desde el inicio de la construcción hasta su terminación, a partir de la cual cambió la periodicidad de las nivelaciones.

Para el control de estas nivelaciones se elaboraron gráficas de "Tiempo-Movimientos Verticales", las cuales podrán observarse en el tema II.7, Gráficas 1 a 7.

3.2 BANCOS DE NIVEL SUPERFICIAL BNS-1 Y BNS-2

Estos bancos sirvieron para referir los movimientos verticales de la construcción, del terreno circundante y edificios vecinos. Fueron construidos a la profundidad de - 2 m. mediante un muerto de concreto de 0.50 m. de alto, en - el cual se dejó ahogada una placa de acero que sustenta un tubo de fierro fundido de 1" de diámetro y que está protegido con un forro de lámina de 3"; en la parte superior del tubo se colocó un tapón y una gota de soldadura, para que - desde este punto se tomaran las nivelaciones, a su vez este extremo fue protegido por un registro de concreto. Fig. 5.

El banco BNS-1 se instaló en el camellón lateral - norte de Paseo de la Reforma a ± 100.0 m. del punto más cercano a la obra hacia el poniente y el BNS-2 a ± 75.0 m. en el camellón sur del lado oriente.

Todas las nivelaciones fueron referidas a estos dos

bancos, pero se consideró como principal al BNS-1 y de comprobación al BNS-2 que cierra las nivelaciones en sentido contrario.

II.4 PUNTOS DE REFERENCIA

4.1 PUNTOS DE NIVELACION SOBRE CALLES Y BANQUETAS-CIRCUNDANTES. PCB-1, PCB-2, ETC.

A lo largo del arroyo y banquetas de las calles perimetrales, se instalaron puntos de nivelación superficial, cuya localización puede verse en la Fig. 4.

La periodicidad de nivelación de estos puntos, fue de todos los días en las zonas inmediatas a la construcción y cada 7 días en las zonas más lejanas, hasta la terminación de los estacionamientos.

La representación de estos puntos se indica en la Fig. 6 y sus nivelaciones en las gráficas No. 1.

4.2 PUNTOS DE NIVELACION SOBRE EDIFICIOS COLINDANTES Y VECINOS PE-1, PE-2, ETC.

Sobre las paredes de los edificios que se encuentran en la periferia de la construcción, se colocaron puntos con tachuelas y/o marcas de pinturas para observar sus movimientos con respecto al avance de la obra, poniéndose mayor cuidado en la construcción colindante a la misma.

Cada uno de estos puntos fueron nivelados con una periodicidad de ± 6 días durante la construcción, respectivamente a los bancos de nivel superficial y consignados en las gráficas No. 2. Su localización puede verse en la Fig. 4.

4.3 PUNTOS DE NIVELACION Y DE CONTROL DE MOVIMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES DE LA ATAGUIA - PA-1, PA-2, ETC.

Para el control de movimientos horizontales de la atagüa, se marcó un punto en la parte superior de cada tablero y se midieron las variaciones de su distancia con respecto a una línea permanente de referencia, la cual consistió en un alambre de acero fijamente tensado a los extremos de la atagüa; así mismo, se llevaron a cabo nivelaciones de movimientos verticales en estos puntos.

La frecuencia de las mediciones y nivelaciones fue diariamente durante las excavaciones, cada tercer día durante la construcción de la cimentación y semanalmente durante la construcción de los estacionamientos. Estas nivelaciones y mediciones se consignaron en gráficas "Tiempo-Movimientos Verticales" y "Tiempo-Movimientos Horizontales", ver gráficas 3 y 8-9 respectivamente.

Su localización puede verse en la Fig. 4.

4.4 PUNTOS DE NIVELACION EN PILOTES PP-1, PP2, ETC.

Para medir los desplazamientos verticales de los pilotes, se dejaron preparaciones en 20 de éstos, que en forma general consistieron en lo siguiente: se ahogó en la cabeza de cada pilote una placa de acero de 0.30 m., en la cual se fijó un tubo de 4 pulgadas de diámetro cédula 40 con coples a cada 2 m. y con una longitud total de 11.60 m.; en el extremo superior del tubo se marcó un punto y a partir de este se tomaron las nivelaciones. A medida que avanzaba la excavación en la proximidad del pilote se fue recortando el tubo y trasladando el punto para continuar las nivelaciones.

nes sin interrupción; llegado el momento, se retiró total - mente y se marcó sobre la placa ahogada el punto de nivelación.

La representación esquemática de esta preparación - se detalla en la Fig. 7 y la localización de los pilotes - con ella, en la Fig. 4.

La frecuencia con que se efectuaron las nivelacio - nes fue de una vez por semana, con el comportamiento que se refleja en las gráficas No. 4.

4.5 PUNTOS DE NIVELACION EN EL TERRENO PARA CONTROL DE EXPANSIONES PT-1, PT-2, ETC.

Inmediatamente después de haber llegado las excava - ciones al nivel de plantillas de las diferentes etapas de - construcción, se colocaron puntos de nivelación anclados en el terreno como se indica en la Fig. 8a.

Los puntos colocados se nivelaron cada 12 horas du - rante todo el tiempo que duró la construcción de plantillas y armado de la estructura de cimentación; antes de los colados se trasladaron a varillas estratégicamente colocadas - que permitían continuar las nivelaciones.

Las nivelaciones que se efectuaron se refirieron a -- algunos de los pilotes con preparación, para no tener que - realizarlas desde los bancos superficiales.

Su localización aproximada se muestra en la Fig. 4 y su control de movimientos en las gráficas No. 5.

4.6 PUNTOS DE NIVELACION PROVISIONAL EN LA ESTRUCTURA DE CIMENTACION COLADA PC-1, PC-2, ETC.

Después de colada la cimentación de cada etapa, se colocaron puntos provisionales de nivelación sobre muros y trabes, a distancias no mayores de 10 m. y se nivelaron cada 7 días con respecto a los bancos superficiales.

Estos puntos de nivelación consistieron en varrillas embebidas en el concreto, colocadas fuera del tránsito de la obra para protegerlos contra daños. Ver Fig. 8b.

Su localización aproximada puede verse en la Fig. 4 y su comportamiento en las gráficas No. 6.

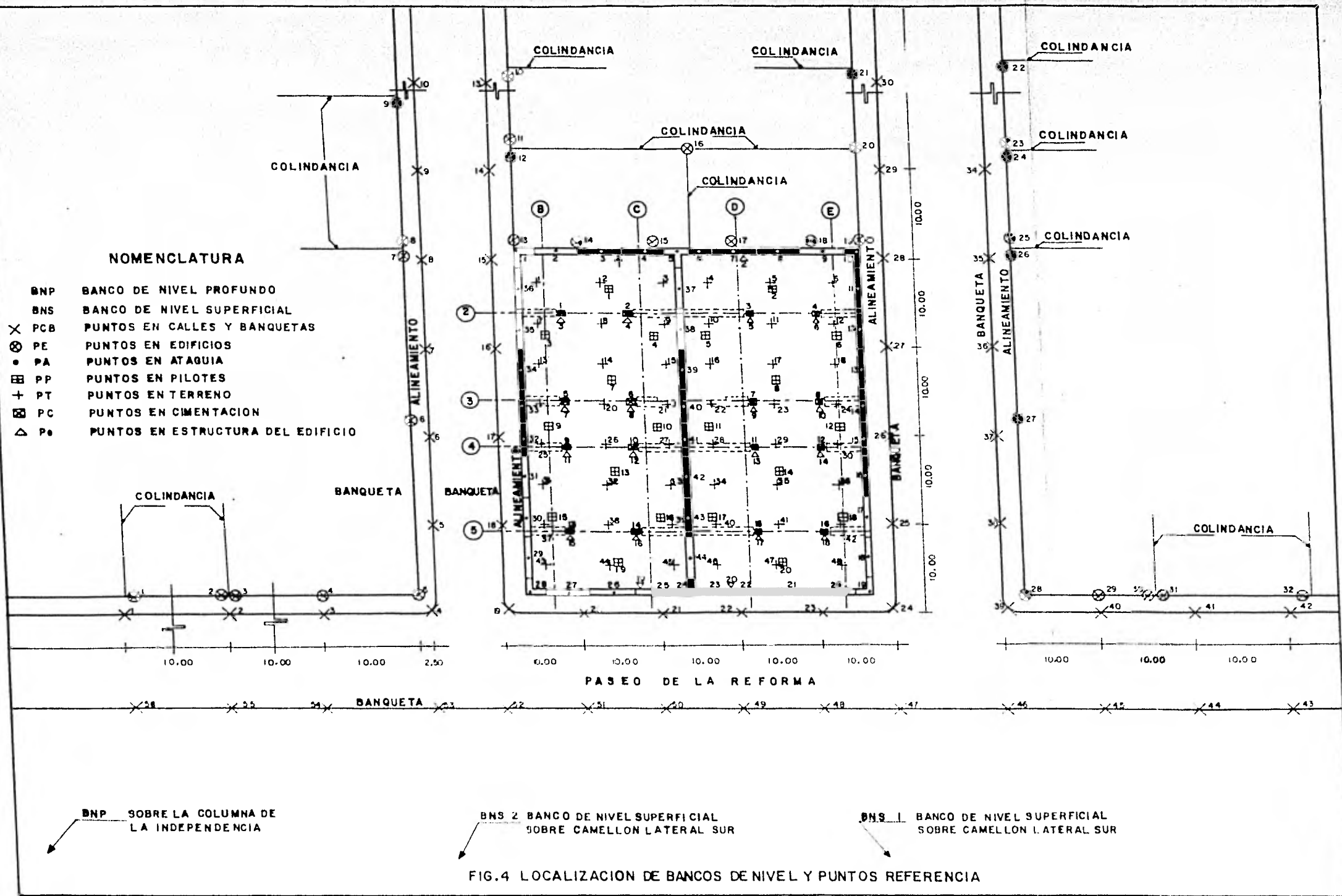
Estos puntos provisionales se transportaron posteriormente a las columnas del primer sótano o sea, niveles -1.35 y -2.72 m., constituyéndose en puntos permanentes.

4.7 PUNTOS DE NIVELACION PERMANENTES EN LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO. Pe-1, Pe-2, ETC.

En cada una de las columnas del edificio se marcó un punto de nivelación embebido en el concreto, mediante el cual se realizaron las nivelaciones durante la construcción y posteriormente a su terminación.

Las marcas fueron colocadas en el primer sótano bajo la calle, con el objeto de tener fácil acceso para realizar las nivelaciones durante la vida útil del edificio. Se evitó que estas se perdiesen por concepto de acabados o construcciones adicionales.

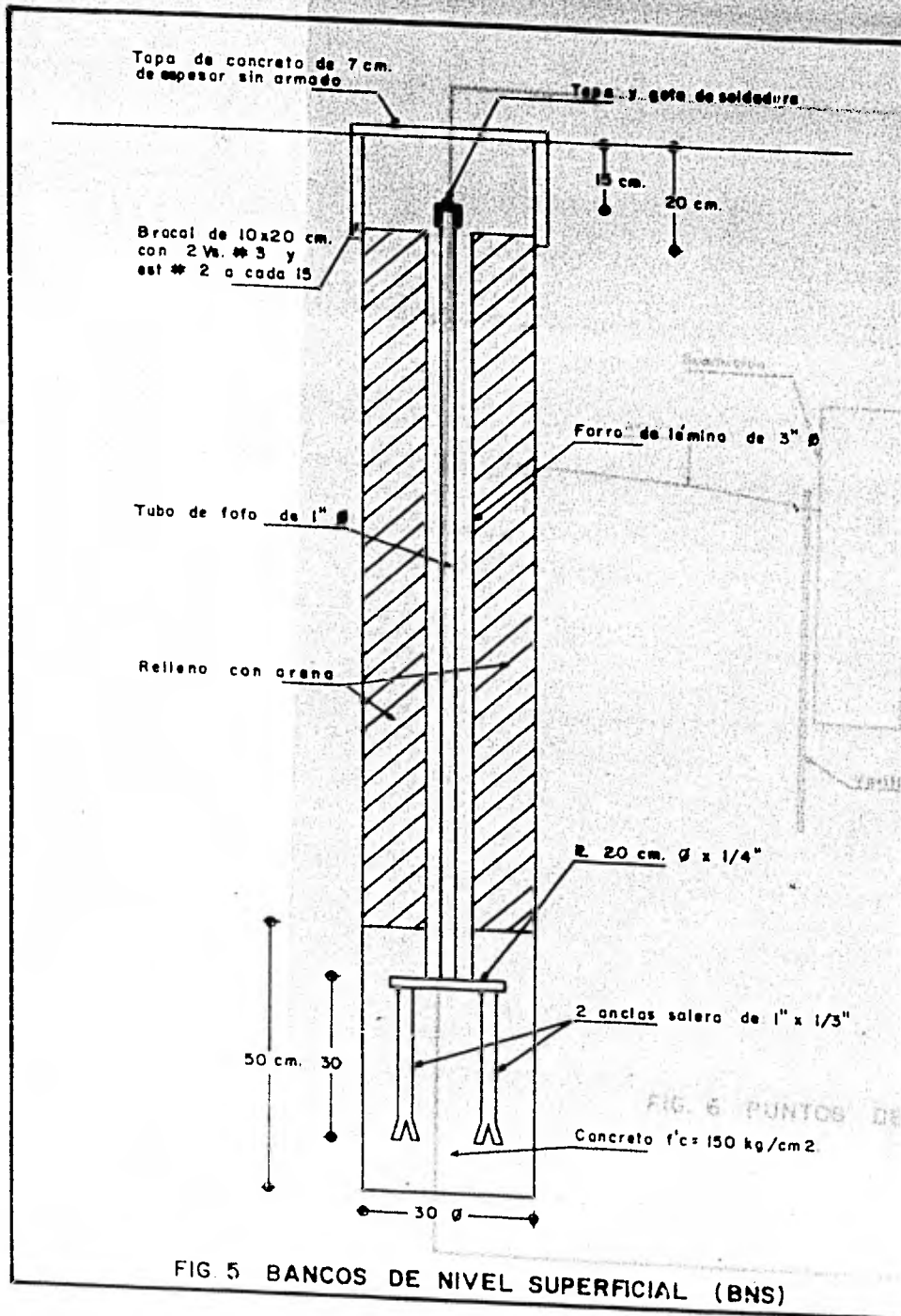
Se nivelaron cada 7 días desde su instalación hasta la terminación de toda la obra negra y cada 15 días hasta la terminación de acabados. Una vez concluido el edificio se nivelará cada 2 años y dependiendo del comportamiento que se observe podrá cambiarse la periodicidad.



BNP SOBRE LA COLUMNA DE LA INDEPENDENCIA

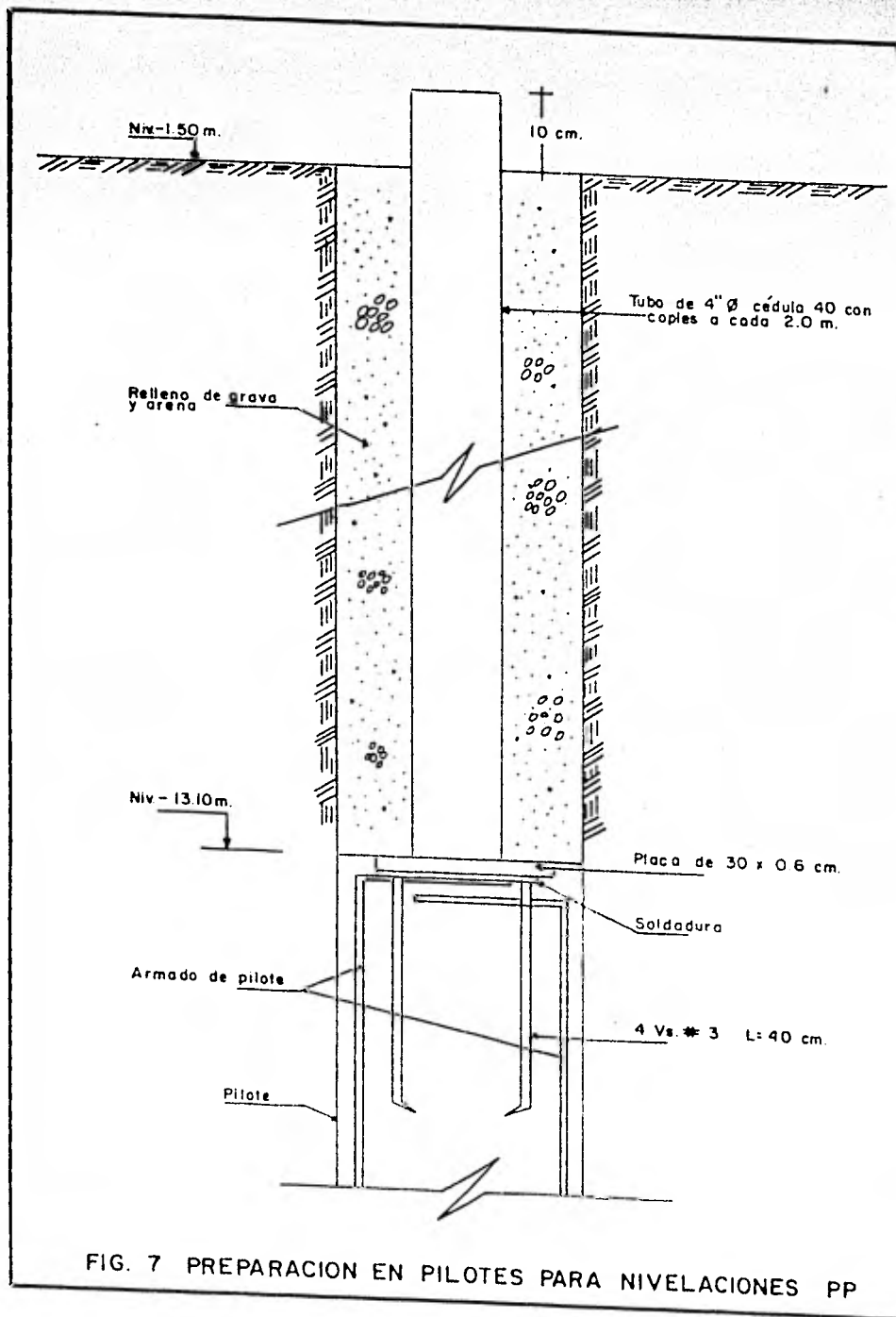
BNS 2 BANCO DE NIVEL SUPERFICIAL SOBRE CAMELLON LATERAL SUR

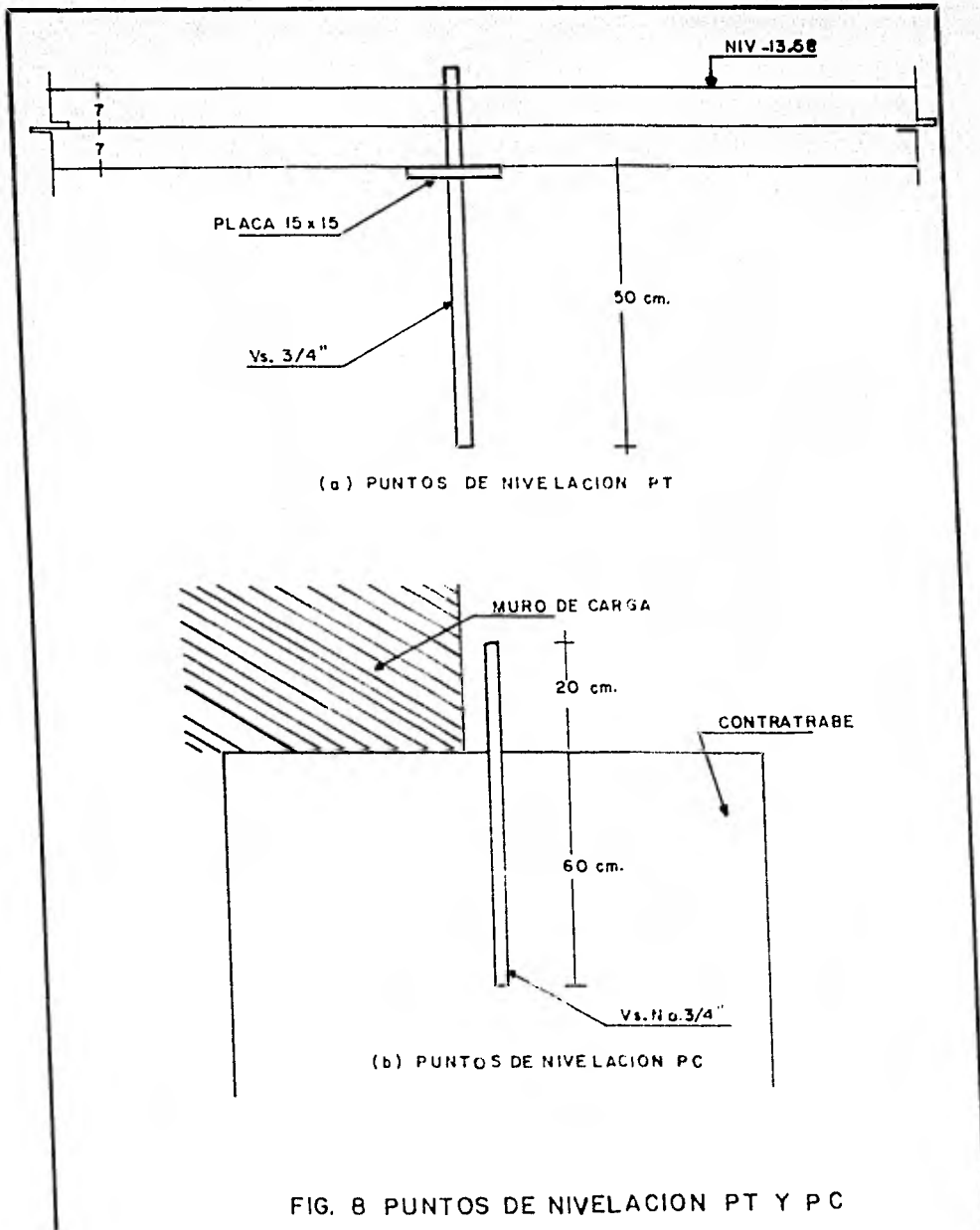
BNS 1 BANCO DE NIVEL SUPERFICIAL SOBRE CAMELLON LATERAL SUR



gueta

PCB





II.5 PIEZOMETROS

La determinación "in situ" de las presiones neutrales es un problema de gran trascendencia en los aspectos prácticos de la Mecánica de Suelos, pues, es un concepto que juega un papel fundamental en las actuales teorías, sobre todo en Consolidación y Resistencia al Esfuerzo Cortante de los Suelos; la aplicación de tales teorías a los problemas prácticos exige entonces el efectuar nivelaciones directas que permitan evaluar la presión neutral en el caso particular de que se trate.

Los piezómetros son aparatos cuya función es medir la presión neutral en un punto determinado del suelo y a una cierta profundidad. El principio con el que trabajan es muy sencillo, pues, está basado en que la presión que existe en el agua del extremo inferior de un tubo, puede equilibrarse con una cierta columna de agua actuante en dicho tubo.

Para un riguroso control del abatimiento del nivel freático y de las presiones hidrostáticas en las colindancias, se instalaron 18 piezómetros a diferentes profundidades, cuya localización aproximada puede observarse en la Fig. 9.

Los piezómetros fueron de tipo Casagrande, con sus bulbos localizados a 4, 10 y 21 m. de profundidad con respecto al terreno natural. El detalle de la instalación de es -

tos piezómetros se muestra en la Fig. 10.

5.1 INSTALACION DE 6 PIEZOMETROS A LA PROFUNDIDAD- DE 21 m. P21-1, P21-2, ETC.

Una vez instalados y limpiados, los piezómetros que daron listos para tomar sus lecturas cada 3 días desde la - instalación hasta que dejó de bombearse en el interior del - lote y posteriormente cada 15 días hasta la terminación del edificio.

Se elaboraron gráficas del nivel del agua en los - piezómetros y del nivel medio en los pozos de bombeo, en - las mismas fechas, para su correlación. Ver Gráficas No.10.

5.2 INSTALACION DE 4 PIEZOMETROS EXTERIORES A LA - PROFUNDIDAD DE 10 m. P10-1, P10-2, ETC.

Después de estabilizado cada piezómetro, se tomaron lecturas cada 3 días hasta que cesó el bombeo en el interior del lote y posteriormente cada 30 días hasta la terminación- del edificio.

5.3 INSTALACION DE 4 PIEZOMETROS EXTERIORES Y 4 IN TERIORES A LA PROFUNDIDAD DE 4 m. P4-1, P4-2, -- ETC.

Terminada la instalación de estos piezómetros, se - tomaron lecturas cada 3 días desde el inicio de la excava - ción hasta que dejó de bombearse y se continuó cada 15 días hasta que quedó restituido el nivel freático natural del te rreno bajo la cimentación.

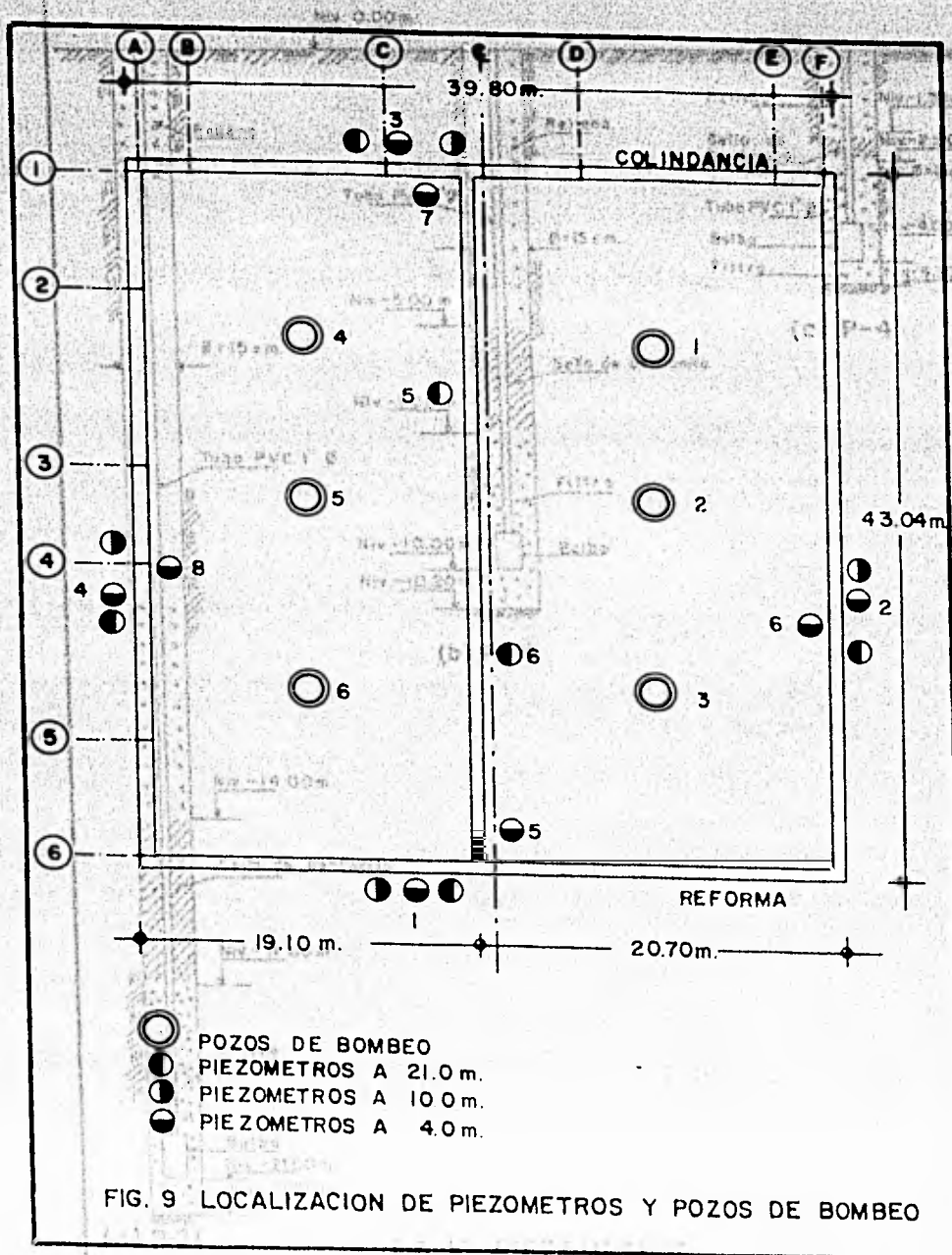


FIG. 9 LOCALIZACION DE PIEZOMETROS Y POZOS DE BOMBEO

II.6 POZOS DE BOMBEO PB-1, PB-2, ETC.

Frecuentemente las excavaciones que requieren las obras de ingeniería, alcanzan profundidades superiores a las del nivel freático, lo cual dificulta enormemente el logro de éstas.

NIVEL FREÁTICO: el agua del subsuelo existe en tres estados o zonas: zona freática, zona capilar y zona superior, la más baja de estas es agua del suelo, hidrostática o libre. Su superficie superior es conocida como nivel freático o nivel de agua freática, la cual sigue el contorno de la tierra de un modo general, pero tiende a alejarse más abajo de la superficie en colinas y suelos permeables, que en cavidades y suelos pesados; si aparece arriba de la superficie forma pantanos, estanques o manantiales.

Las acciones de esta agua son controladas por la gravedad, haciendo que busque niveles más bajos, mediante la resistencia del terreno a su movimiento y por el suministro de agua reciente que llega de la superficie. El nivel de agua freática puede ser estático, fluctuar solo ligeramente u oscilar hacia arriba o hacia abajo ampliamente en respuesta a la estación o precipitación pluvial.

La presencia del agua freática dificulta extraordinariamente o imposibilita el progreso de una excavación; según se va removiendo el material, el agua de las masas vecinas fluye hacia la excavación y las fuerzas de filtración que este flujo produce, pueden arrastrar materiales de tal manera que el fondo de la excavación se va rellenando en forma continua; así, al tratar de profundizar la excavación bajo este nivel solo se logra ensancharla, pero no se avanza prácticamente en la dirección vertical. A parte de-

estas dificultades, la presencia del agua anegando la excavación dificulta y encarece extraordinariamente todos los trabajos, tales como preparación de cimbras, colados de concreto, etc. Resulta así muy deseable el lograr dejar la excavación en seco para profundizarla o trabajar en ella en forma cómoda y eficiente; esto se logra bajando el nivel freático en toda el área de la excavación a una profundidad mayor que la de la excavación misma.

Para el abatimiento del nivel freático y control de subpresiones, existen métodos modernos que en esencia consisten en pozos de bombeo de diversos tipos y diseños, en el número suficiente, arreglo y profundidad adecuados.

Podemos mencionar que hablando desde un punto de vista eminentemente descriptivo, un pozo de bombeo es una perforación generalmente vertical que alcanza profundidades mayores que el nivel de aguas freáticas y cuyo objeto es extraer aguas subterráneas a la superficie.

Existen muchos métodos para construir pozos de bombeo y la selección de uno en particular depende del propósito del pozo, de la cantidad de agua por extraer, de la profundidad del nivel freático, de las condiciones geológicas del suelo y de toda una serie de factores de costo. En general pueden dividirse en superficiales o poco profundos y profundos.

Los pozos superficiales pueden construirse de brocal como tradicionalmente se ven, con perforación previa, hincados, o por avance con inyección.

Los pozos profundos se construyen en una perforación que previamente ha sido excavada con una herramienta de per

cusión o con una máquina rotatoria.

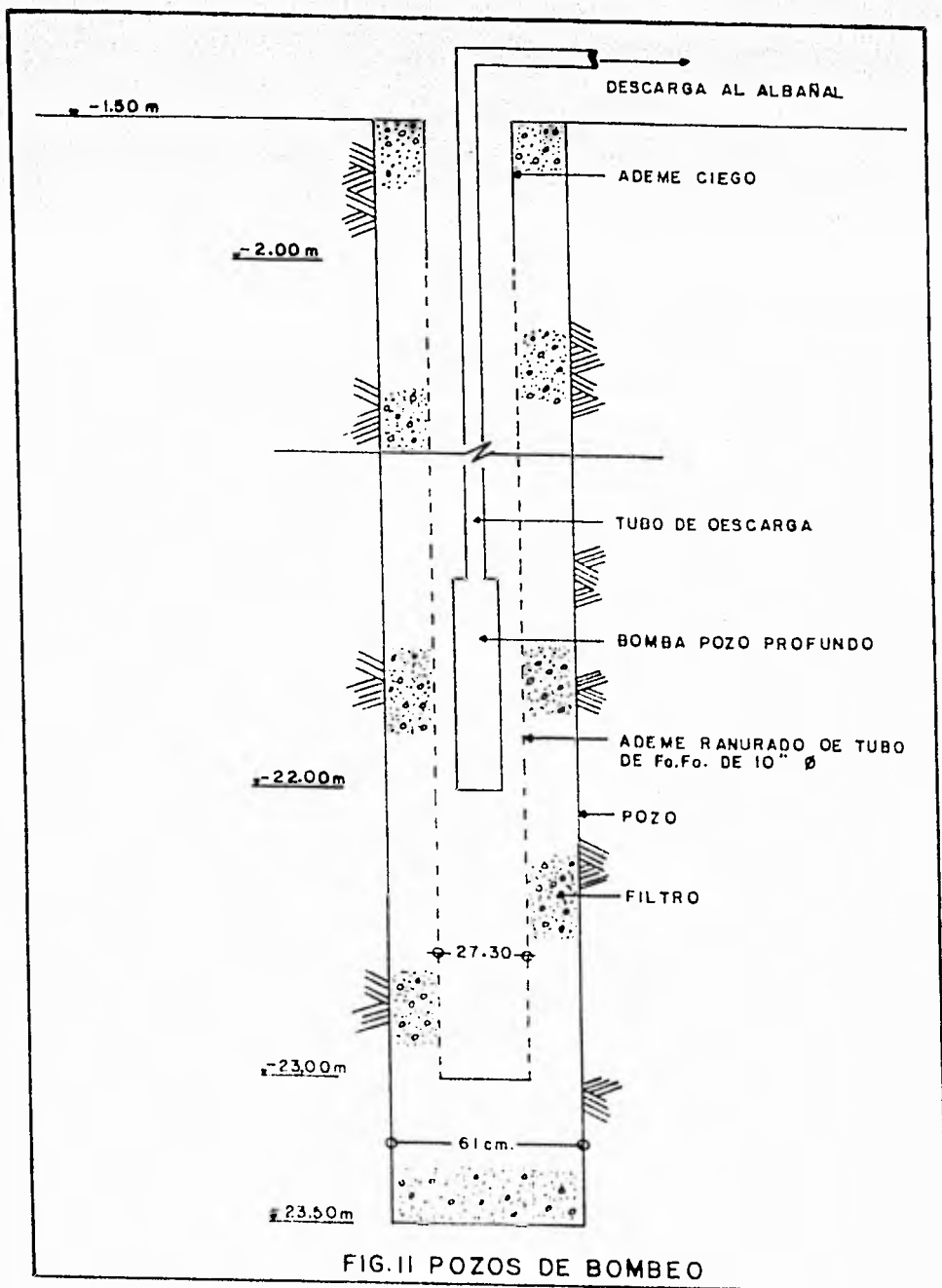
Para el abatimiento del nivel freático y el control de subpresiones durante las excavaciones y bajo la cimentación de este edificio, se construyeron 6 pozos de bombeo de 61 cm. de diámetro con ademe ranurado tipo Filmont de 27.3-cm. de diámetro y 23 m. de profundidad con respecto al terreno natural, siguiéndose las especificaciones contenidas en la figura 11 y distribuidos en la forma representada en la figura 9.

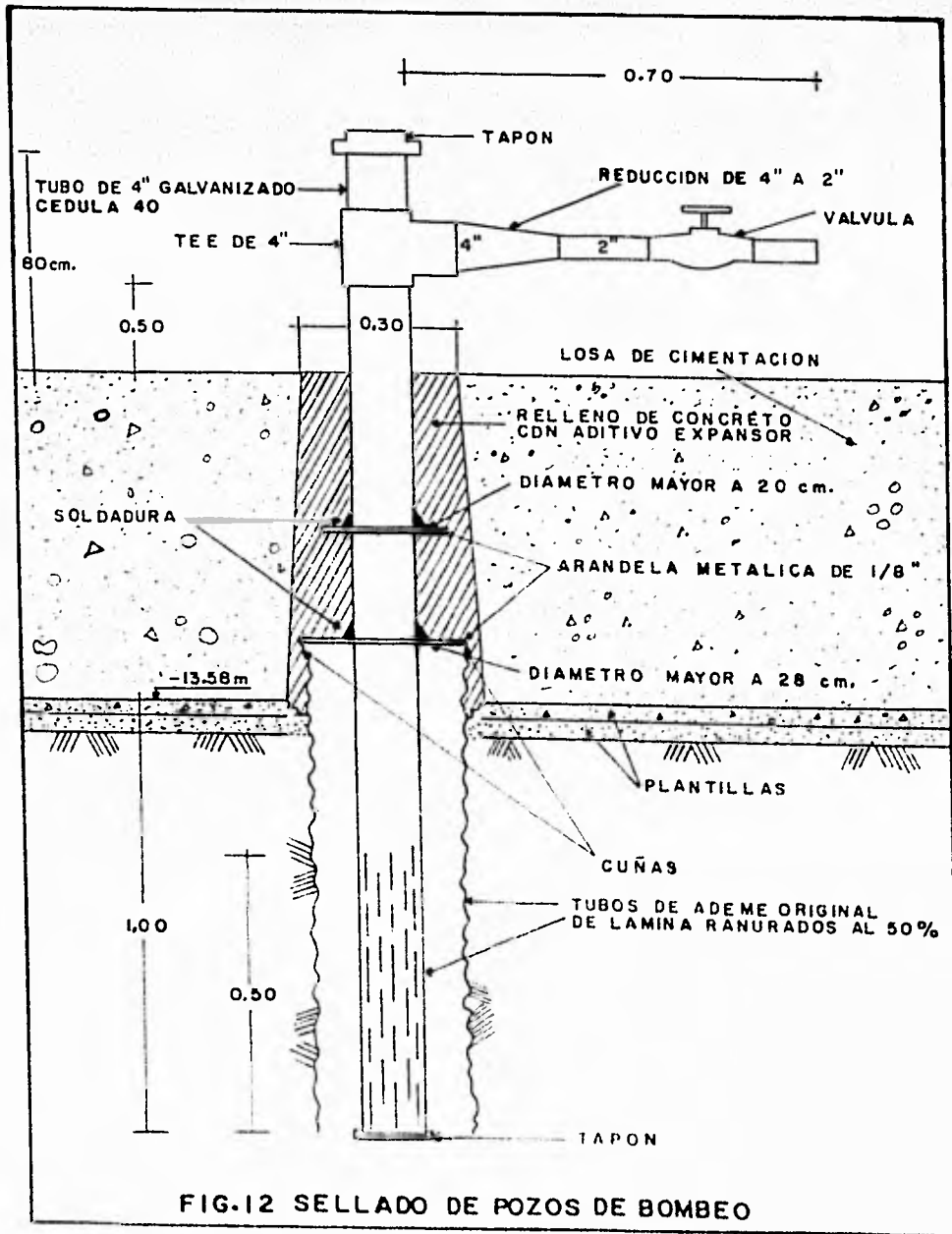
En cada pozo se instaló una bomba de tipo pozo profundo, con control eléctrico automático del nivel de bombeo y capacidad de 5 lts/seg. Se localizaron a 22 m de profundidad para asegurar que el nivel dinámico durante la construcción de la cimentación y sótanos, se mantuviera en promedio a 20 m. y se dejó reestablecer cuidadosamente el nivel freático de acuerdo al peso adquirido por la estructura durante la construcción.

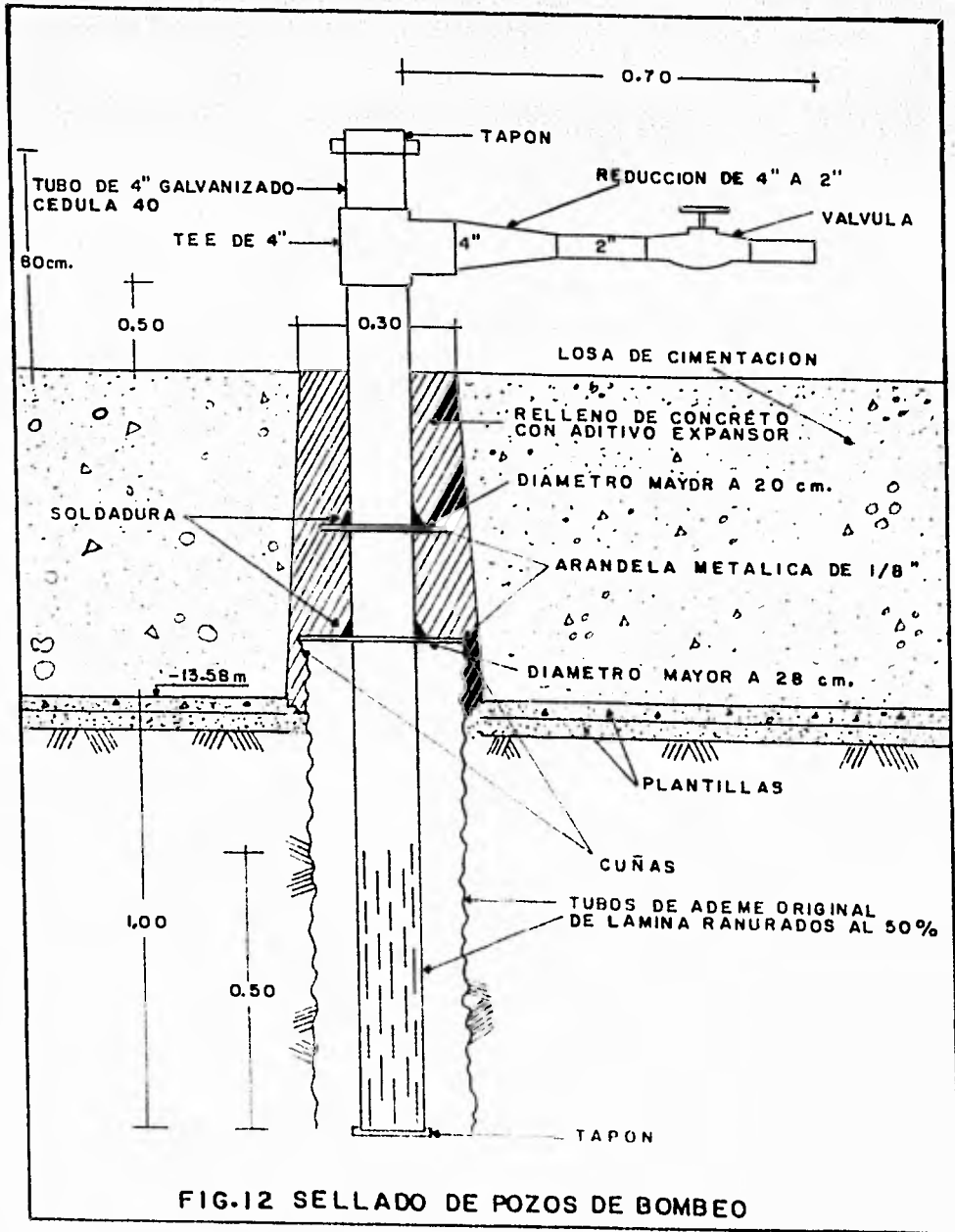
El agua extraída del suelo fue vertida al drenaje de la ciudad, tomando las precauciones necesarias para evitar que se filtrara materia sólida.

Una vez reestablecido el nivel freático, se procedió al sellado de estos pozos, de tal manera que permitieran seguir llevando a cabo la extracción de agua en caso de ser necesario, figura 12.

Se llevaron gráficas del nivel de aguas freáticas de los 6 pozos, desde el inicio del bombeo hasta la terminación del mismo, marcándose puntos del nivel promedio diario en cada pozo.







II.7 GRAFICAS DE CONTROL DE MOVIMIENTOS

Las gráficas a que se hace mención durante el desarrollo de este capítulo, son del tipo que a continuación se anexan; las cuales no tendrán la periodicidad propuesta para cada uno de los puntos (PCB, PE, etc.), y no serán dibujados todos, dado que graficar todos y cada uno de ellos - representa un trabajo de mucho grado de dificultad, lo cual está fuera de nuestro objetivo, ya que lo único que tratamos es dar una idea acerca del tipo de gráficas que pudieran llegar a tener un control de este tipo.

Los puntos de cada tipo de nivelación serán escogidos un tanto cuanto arbitrariamente, teniendo cierto cuidado para evitar tomar aquellos que sean nivelados en rangos de tiempo diferente, ya que esto nos crearía el problema de elaborar gráficas que serían demasiado prolongadas en el eje de las abscisas (eje de tiempo).

Los puntos para cada tipo de control de movimientos seleccionados son los siguientes:

MOVIMIENTOS VERTICALES

1. Nivelaciones de puntos sobre calles y banquetas (PCB)

- | | | |
|----------|---|----------------|
| - PCB-6 | } | GRAFICAS No. 1 |
| - PCB-8 | | |
| - PCB-10 | | |
| - PCB-20 | | |

- PCB-33
 - PCB-36
 - PCB-38
- } GRAFICAS No. 1

2. Nivelaciones de puntos sobre edificios circundantes y vecinos (PE)

- PE-2
 - PE-5
 - PE-6
 - PE-12
 - PE-14
 - PE-27
- } GRAFICAS No. 2

3. Nivelaciones de puntos en ataguía (PA)

- PA-3
 - PA-9
 - PA-14
 - PA-21
 - PA-31
 - PA-41
- } GRAFICAS No. 3

4. Nivelaciones de puntos en pilotes (PP)

- PP-243
 - PP-251
 - PP-436
- } GRAFICAS No. 4

5. Nivelaciones de puntos en el terreno para control de expansiones (PT)

- PT-10
 - PT-11
 - PT-12
 - PT-16
 - PT-17
 - PT-18
- } GRAFICAS No. 5

6. Nivelaciones de puntos provisionales en estructura de cimentación (PC)

- PC-3
 - PC-4
 - PC-11
 - PC-12
 - PC-16
- } GRAFICAS No. 6

7. Nivelaciones de puntos permanentes en estructura (Pe)

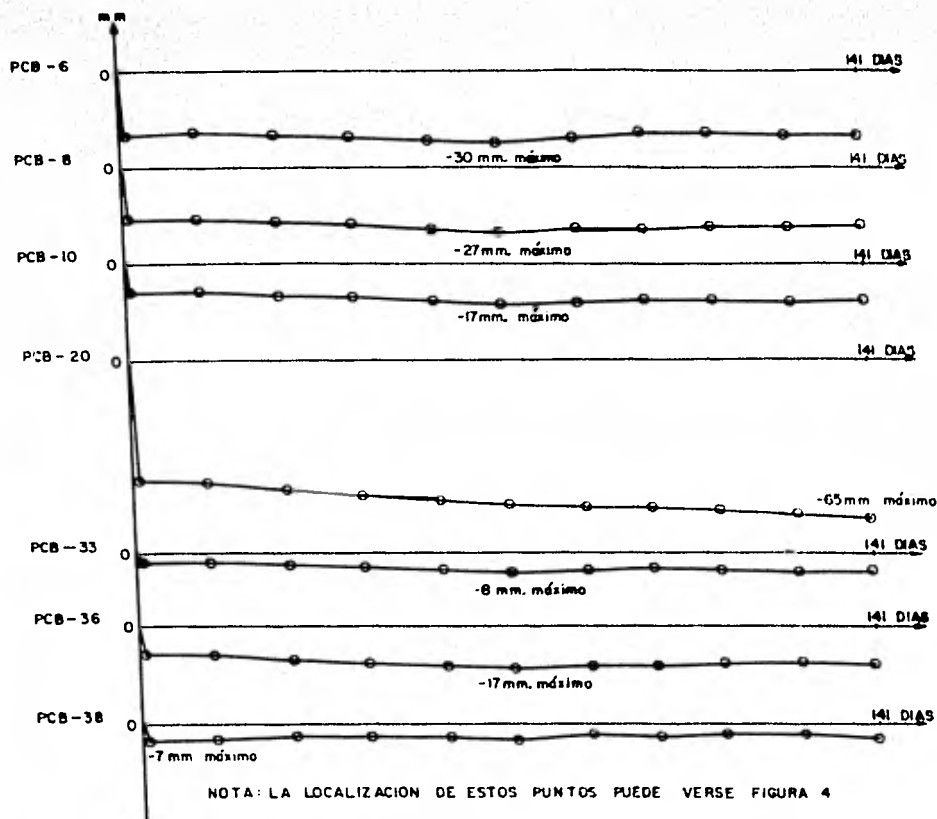
- Pe-2
 - Pe-7
 - Pe-10
 - Pe-17
- } GRAFICAS No. 7

MOVIMIENTOS HORIZONTALES

1. Medición de puntos en atagüa (PA)

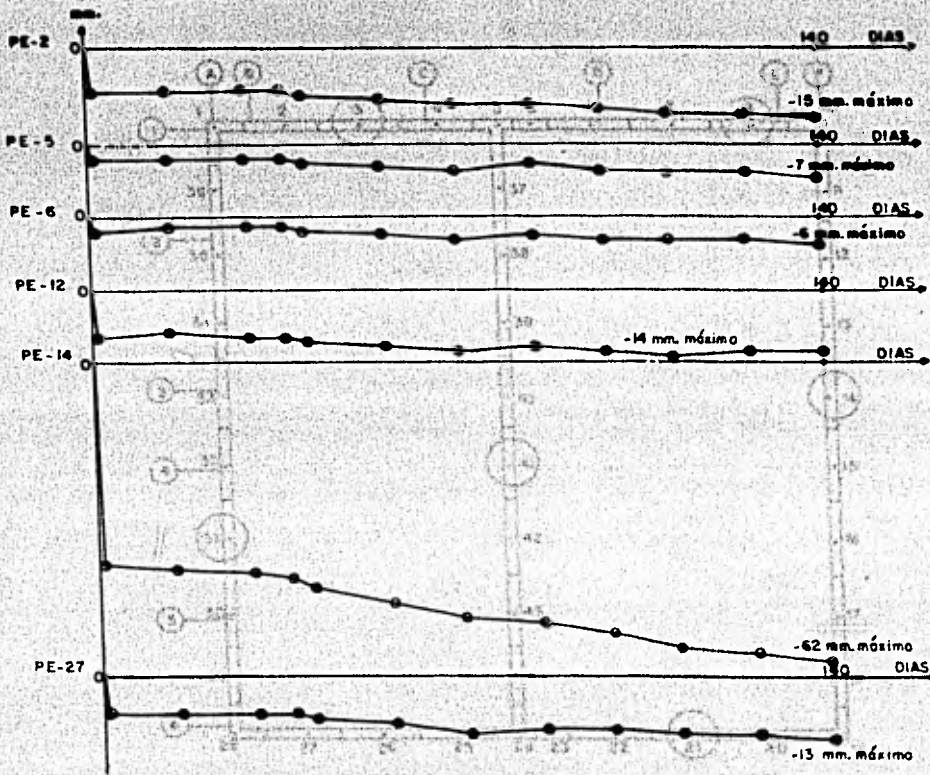
- PA-3
 - PA-9
 - PA-14
 - PA-21
 - PA-31
 - PA-41
- } GRAFICAS No. 8 y 9

II.7.1.- TIEMPO - MOVIMIENTOS VERTICALES



PUNTO	MOVIMIENTOS VERTICALES PCB EN mm.										
	1	14	29	43	58	71	86	99	112	127	141
PCB-6	-27	-26	-27	-28	-29	-30	-28	-25	-25	-26	-26
PCB-8	-22	-22	-23	-24	-26	-27	-25	-25	-24	-24	-24
PCB-10	-12	-12	-13	-14	-15	-17	-16	-15	-15	-16	-15
PCB-20	-50	-51	-54	-56	-58	-60	-61	-61	-62	-64	-65
PCB-33	-4	-4	-5	-6	-7	-8	-7	-6	-7	-8	-7
PCB-36	-12	-12	-14	-15	-16	-17	-16	-16	-15	-15	-16
PCB-38	-7	-6	-5	-5	-5	-6	-4	-5	-4	-4	-6

GRAFICAS No. 1 MOVIMIENTOS VERTICALES PCB-6, 8, 10, 20, 33, 36 y 38

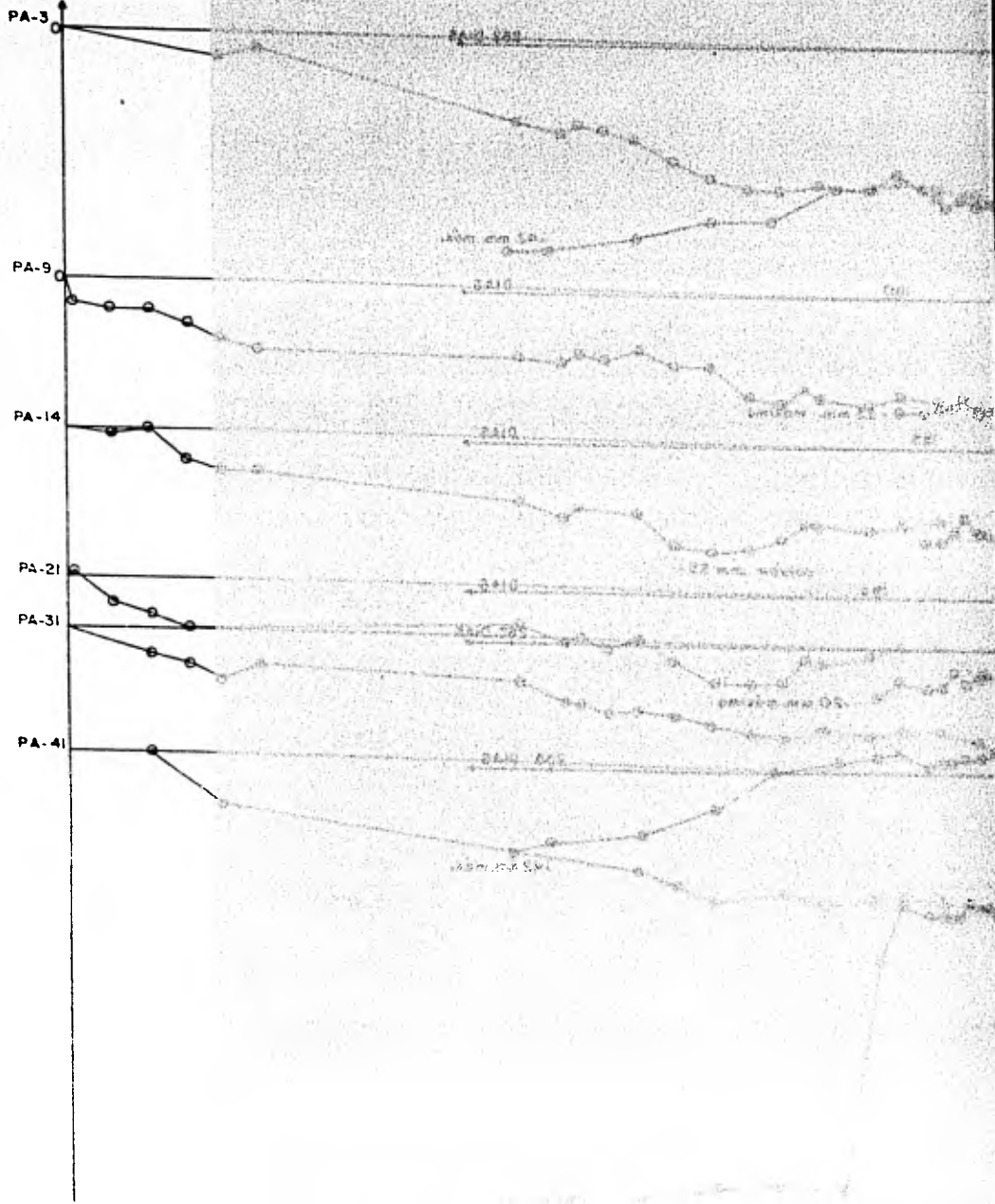


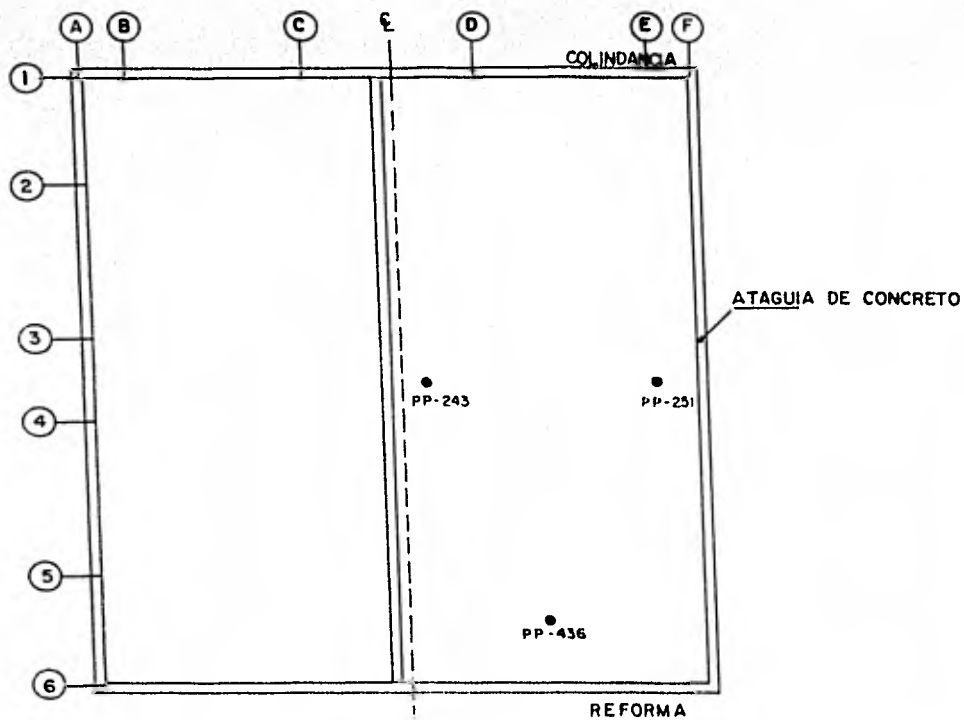
NOTA: LA LOCALIZACION APROXIMADA DE ESTOS PUNTOS PUEDE VERSE FIGURA 4.

PUNTO	DIAS	MOVIMIENTOS VERTICALES PUNTOS PE EN MM.											
		15	30	37	41	56	70	85	98	111	126	140	
PE-2	PE-2	-9	-9	-9	-9	-10	-11	-12	-12	-13	-14	-14	-15
PE-5	PE-5	-3	-3	-3	-3	-4	-5	-6	-6	-6	-6	-6	-7
PE-6	PE-6	-3	-2	-2	-2	-3	-4	-5	-4	-5	-5	-5	-6
PE-12	PE-12	-10	-9	-10	-10	-11	-12	-13	-12	-13	-14	-13	-15
PE-14	PE-14	-42	-43	-44	-45	-47	-50	-53	-54	-56	-59	-60	-62
PE-27	PE-27	-8	-8	-8	-8	-9	-10	-12	-11	-11	-12	-12	-13

GRAFICAS No.2 MOVIMIENTOS VERTICALES PE-2,5,6,12,14 y 27

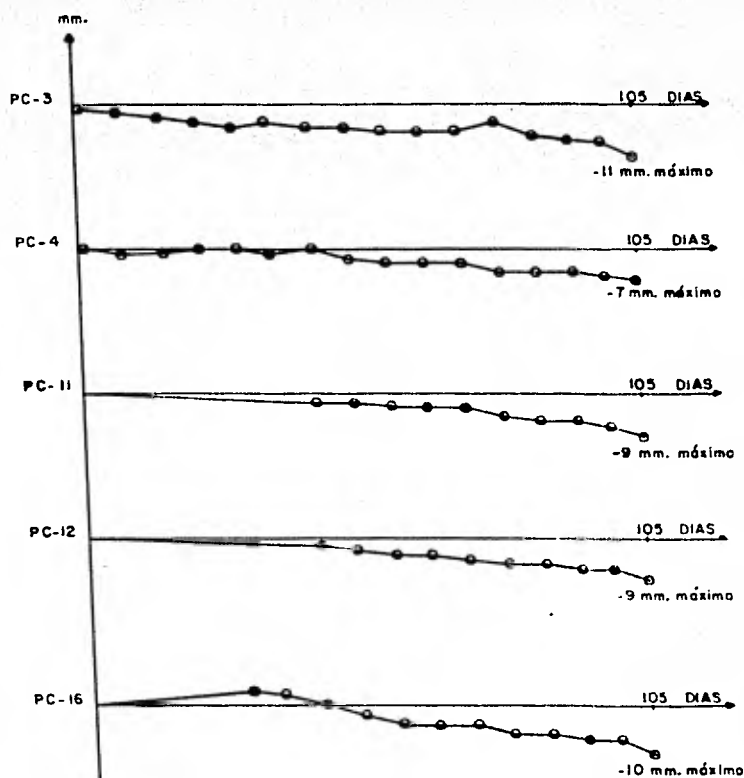
MOVIMIENTOS VERTICALES





PILOTE	MOVIMIENTOS VERTICALES DE PILOTES EN mm.																																			
	1	7	15	21	28	29	32	34	35	36	38	42	43	44	45	46	47	50	62	63	64	68	69	70	71	73	74	75	76	77	79	82	83	84	85	86
243	-	-	+2	+2	+2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-10	-12	-26	-13	-14	-16	-15	-16	-17	-19	-6	-16	-14	-12	-11	-11	-15	-15	-17	-12	-12	-11
251	-	-1	-2	+4	+2	+1	0	-1	+2	+2	-1	0	-2	-2	-6	-7	-9	-4	-8	-6	-7	-7	-8	-9	-8	-8	-6	-5	-4	-5	-10	-10	-11	-9	-7	-12
436	-	-	+5	+5	+3	-	-	-	+3	-	-	+5	-	-	-	-	-	+4	-	-	-	-	-9	-10	-6	-6	-7	-3	-4	-2	+2	-6	-6	-	-	-

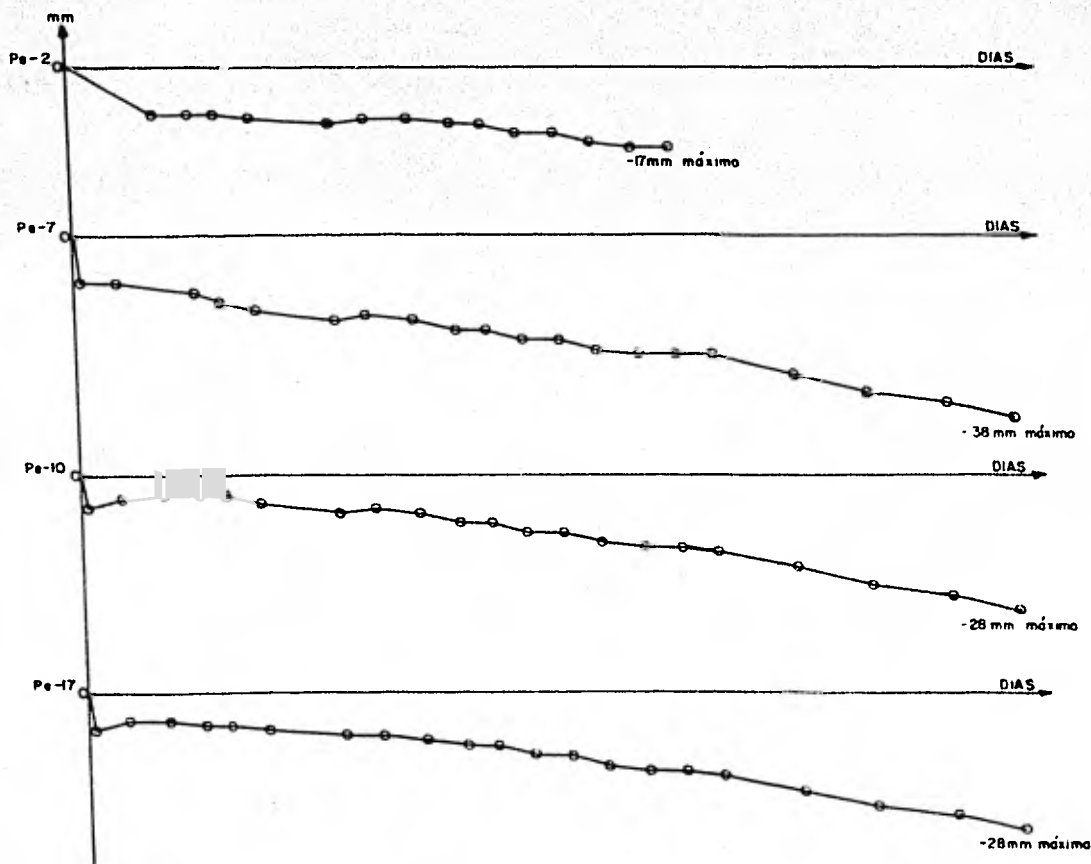
PUNTOS EN PILOTES PP



NOTA: LA LOCALIZACION DE ESTOS PUNTOS PUEDE VERSE FIGURA 4.

PUNTO	MOVIMIENTOS VERTICALES PUNTOS PC mm.																
	DIAS	1	8	16	23	30	36	44	51	58	65	72	79	86	93	99	105
PC-3		-1	-2	-3	-4	-5	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-4	-7	-8	-8	-11
PC-4		0	-1	-1	0	0	-1	0	-2	-3	-3	-3	-5	-5	-5	-6	-7
PC-11		-	-	-	-	-	-	-2	-2	-3	-3	-3	-5	-6	-6	-7	-9
PC-12		-	-	-	-	-	-	-2	-3	-4	-4	-5	-6	-6	-7	-7	-9
PC-16		-	-	-	-	+3	+2	0	-2	-4	-4	-4	-6	-6	-7	-7	-10

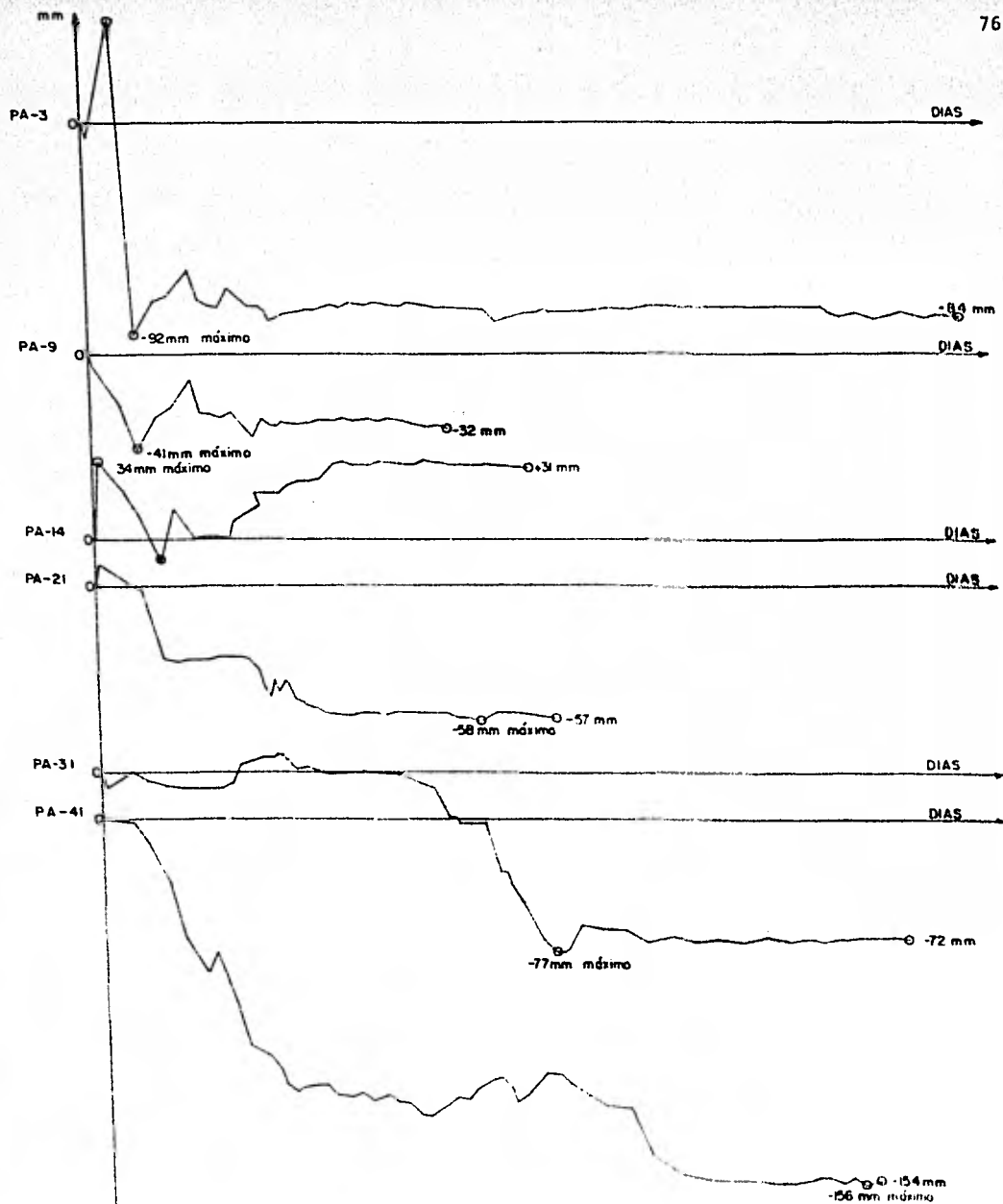
GRAFICAS No 6 MOVIMIENTOS-VERTICALES EN CIMENTACION PC-3,4,11,12 Y16



NOTA: LA LOCALIZACION APROXIMADA DE ESTOS PUNTOS PUEDE VERSE FIGURA 4 .

PUNTO	MOVIMIENTOS VERTICALES DE ESTRUCTURA Pe mm																						
	DIAS	1	2	16	23	28	35	50	57	65	73	79	86	93	100	106	115	122	137	151	166	179	
Pe-2	-	-	-10	-10	10	-11	-12	-11	-11	-12	-12	-14	-14	-16	-17	-	-	-	-	-	-	-	-
Pe-7	10	10	-	-12	-14	-16	-18	-17	-18	-20	-20	-22	-22	-24	-25	25	25	29	33	35	38	-	-
Pe-10	-7	-5	-4	-4	-4	-6	-8	-7	-8	-10	-10	-12	-12	-14	-15	15	16	19	23	25	28	-	-
Pe-17	-8	-6	-6	-7	-7	-8	-9	-9	-10	-11	-11	-13	-13	-15	-16	16	17	21	23	25	28	-	-

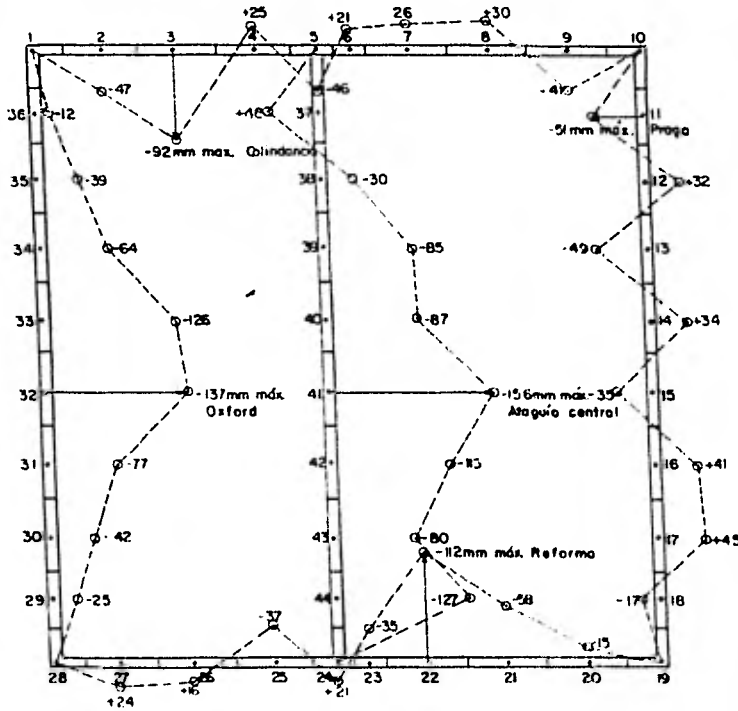
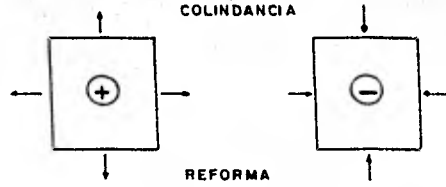
GRAFICAS No. 7 TIEMPO-MOVIMIENTOS VERTICALES Pe-2,7,10 y 17



GRAFICAS No 8 TIEMPO-MOVIMIENTOS HORIZONTALES PUNTOS PA-3,9,14,21,31 y 41

TIEMPO-MOVIMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ATAGUA

PUNTOS P-A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
MOVIMIENTOS MAX	-	-49	-92	+25	-46	+21	-26	+30	-41	-	-51	-32	-49	+34	-35	+41	+45	-17	-	-15	-58	-112
PUNTOS P-A	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
MOVIMIENTOS MAX	-35	+21	-37	-16	+24	-	-25	-42	-77	-137	-126	-64	-39	-12	+48	-30	-85	-87	-156	-115	-80	-127



GRAFICA No 9 TIEMPO - MOVIMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS PA-1 HASTA PA-44

II.8 GRAFICAS DE CONTROL HIDRAULICO

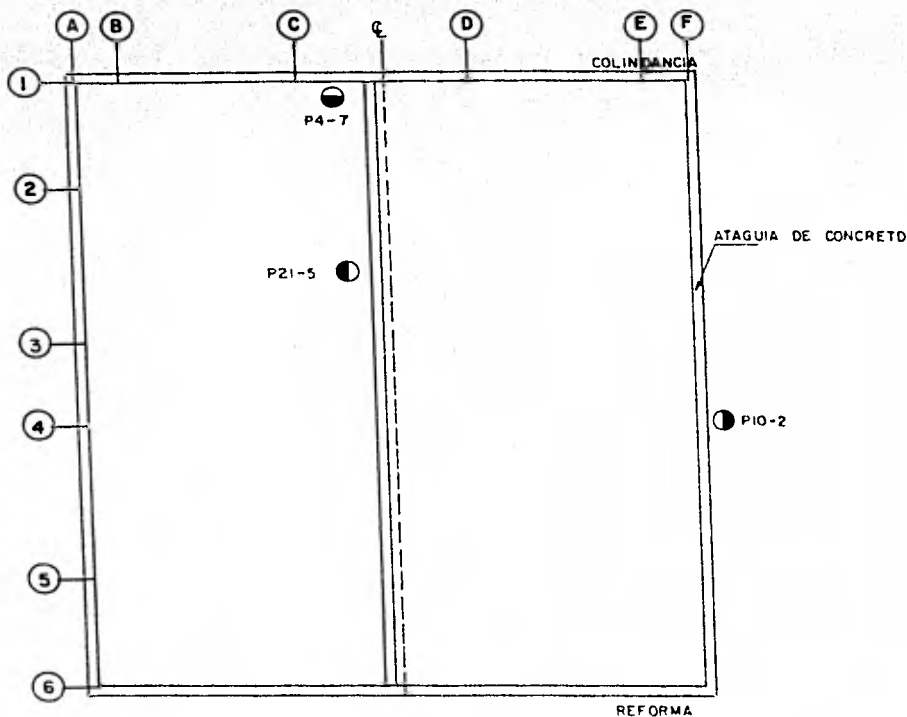
De una manera análoga a la selección de los puntos de nivelación graficados, se escogieron los piezómetros para representar la relación existente entre el tiempo y la profundidad del nivel freático, aunque para este caso se eligiera un piezómetro de cada uno de los tres tipos diferentes.

Los piezómetros seleccionados para su representación gráfica son:

- P4 - 7	}	GRAFICAS No. 10
- P10 - 2		
- P21 - 5		

II. 8. 1.- TIEMPO-PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO

TIEMPO-PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO DE PIEZOMETROS

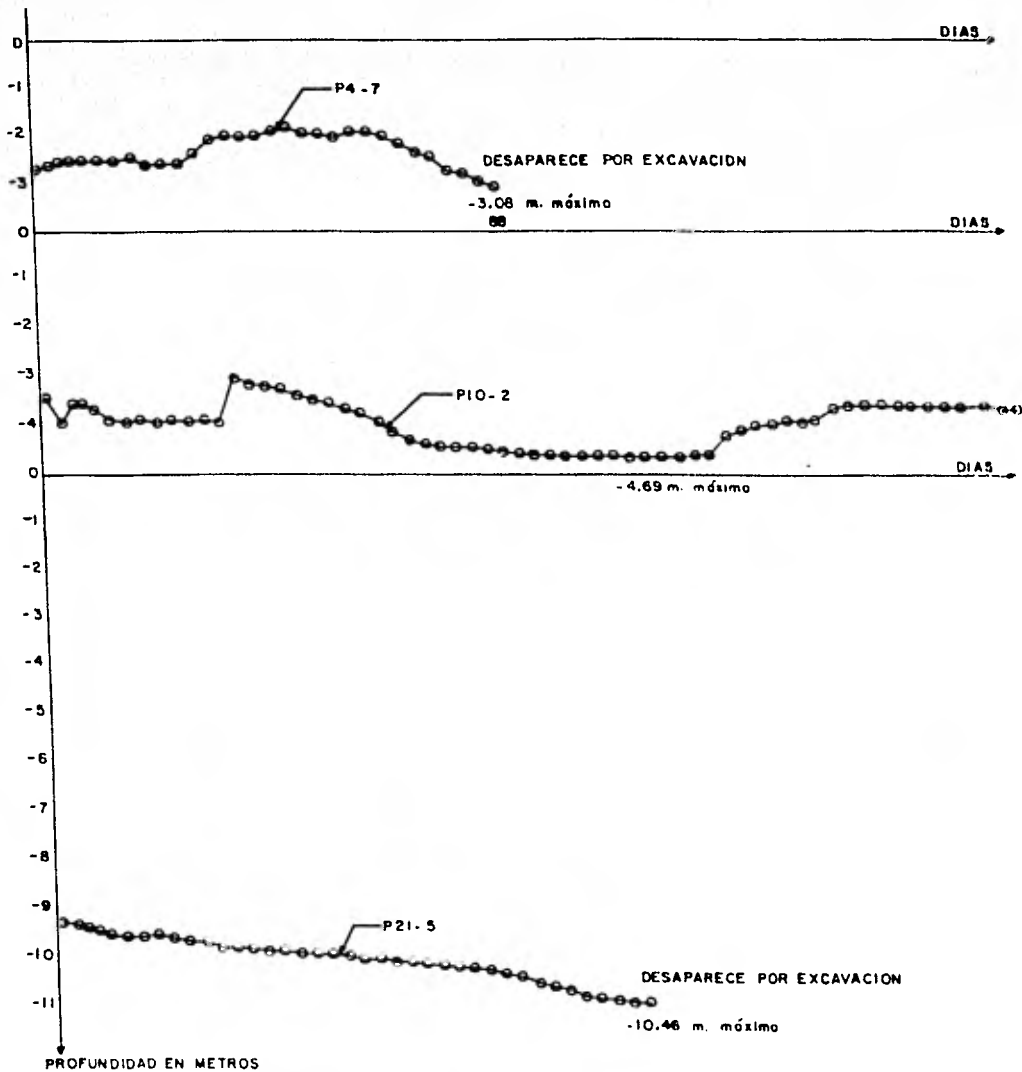


PIEZOMETRO	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO EN MTS.																																							
DIAS	1	4	6	7	8	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100				
P4-7	2.82	2.80	2.78	-	2.52	2.51	2.50	2.49	2.48	2.47	2.46	2.45	2.44	2.43	2.42	2.41	2.40	2.39	2.38	2.37	2.36	2.35	2.34	2.33	2.32	2.31	2.30	2.29	2.28	2.27	2.26	2.25	2.24	2.23	2.22	2.21	2.20			
P10-2	3.40	3.38	3.36	-	3.53	3.52	3.51	3.50	3.49	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	3.43	3.42	3.41	3.40	3.39	3.38	3.37	3.36	3.35	3.34	3.33	3.32	3.31	3.30	3.29	3.28	3.27	3.26	3.25	3.24	3.23	3.22	3.21	3.20		
P21-5	5.12	5.10	5.08	-	5.28	5.27	5.26	5.25	5.24	5.23	5.22	5.21	5.20	5.19	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13	5.12	5.11	5.10	5.09	5.08	5.07	5.06	5.05	5.04	5.03	5.02	5.01	5.00	4.99	4.98	4.97	4.96			

P4-7 PIEZOMETRO A 4 M DE PROFUNDIDAD

P10-2 PIEZOMETRO A 10 M DE PROFUNDIDAD

P21-5 PIEZOMETRO A 21 M DE PROFUNDIDAD



GRAFICAS No.10 TIEMPO-PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO PIEZOMETROS

II.9 INDICES DE COSTO

En este tema, así como en los que llevan el mismo nombre en capítulos subsecuentes, lo único que se pretende es dar una idea de costos en forma general, y no profundizar en la integración del presupuesto y de las diferentes etapas que lo componen.

Consideramos conveniente hacer hincapié en que todas las partes que constituyen el edificio, fueron contratadas mediante concursos a precio alzado con diferentes empresas, por lo tanto, en caso de considerar como una base estos índices de costo deberán tenerse las reservas pertinentes.

A. SUMINISTRO Y CONSTRUCCION DE PIEZOMETROS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1. Piezómetros P21	Pza.	6	8,490.00	50,940.00
2. Piezómetros P10	Pza.	4	4,350.00	17,400.00
3. Piezómetros P4	Pza.	8	1,605.00	<u>12,840.00</u>
			TOTAL	\$ 81,180.00

B. CONSTRUCCION Y OPERACION DE POZOS DE BOMBEO

1. Construcción de pozo de bombeo	Pozo	6	19,210.00	115,260.00
2. Suministro e instalación del sistema de bombeo	Pozo	6	87,550.00	525,300.00
3. Operación y mantenimiento	Semana	24	31,960.00	<u>767,040.00</u>
			TOTAL	\$ 1'407,600.00

C. CONTROL HIDRAULICO Y DE MOVIMIENTOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1. Nivelación de puntos PCB	Nivel	3420	60.00	205,200.00
2. Nivelación de puntos PE	Nivel	2120	60.00	127,200.00
3. Nivelación de puntos PA	Nivel	1320	70.00	92,400.00
4. Nivelación de puntos PP	Nivel	1500	80.00	120,000.00
5. Nivelación de puntos PT	Nivel	8640	50.00	432,000.00
6. Nivelación de puntos PC	Nivel	620	80.00	49,600.00
7. Nivelación de puntos Pe	Nivel	700	80.00	56,000.00
8. Lecturas piezométricas	Lectura	1270	80.00	101,600.00
9. Colocación de puntos	Lote	1	16,000.00	16,000.00
			TOTAL	\$ 1'200,000.00

INDICES DE COSTO (IC)

- a) Índice de costo por m. de piezómetro
 Metros lineales = $6 \times 21 + 4 \times 10 + 8 \times 4 = 198 \text{ m.}$
 Importe total = \$ 81,180.00

$$\text{I.C.} = \frac{\$81,180.00}{198 \text{ m.}} = \$410.00/\text{m}$$

- b) Índice de costo por m. de pozo
 Metros lineales = $6 \times 23 = 138 \text{ m.}$
 Importe total = \$1'407,600.00

$$\text{I.C.} = \frac{\$1'407,600.00}{138 \text{ m.}} = \$10,200.00/\text{m}$$

Indice de costo de bombeo por área de excavación

$$\text{Area} = 43.04 \times 39.80 = 1,712.99 \text{ m}^2$$

$$\text{Importe total} = \$ 1'407,600.00$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$1'407,600.00}{1,712.99 \text{ m}^2} = \$821.72/\text{m}^2$$

c) Índice de costo de control de movimientos por m^2 de construcción

$$\text{Area} = 30,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Importe total} = \$1'200,000.00$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$1'200,000.00}{30,000 \text{ m}^2} = \$40.00/\text{m}^2$$

C A P I T U L O I I I

ATAGUIA DE CONCRETO

- III.1 CONSIDERACIONES GENERALES

- III.2 DESCRIPCION GENERAL

- III.3 PROCESO CONSTRUCTIVO
 - III.3.1 BROCALES DE CONCRETO
 - III.3.2 EXCAVACION PROFUNDA
 - III.3.3 LODO BENTONITICO
 - III.3.4 PARRILLAS DE ACERO
 - III.3.5 JUNTAS METALICAS
 - III.3.6 COLADO DE TABLEROS
 - III.3.7 EQUIPO

- III.4 PROGRAMA DE OBRA
 - III.4.1 DIAGRAMA DE FLECHAS
 - III.4.2 DIAGRAMA DE BARRAS
 - III.4.3 COMPRESION DE RED
 - III.4.4 AVANCE DE OBRA

- III.5 INDICES DE COSTO

ATAGUIA DE CONCRETO

En la actualidad es frecuente que se exija como requisito para la obtención de permisos de edificación en las grandes metrópolis, que se construya un determinado número de lugares para estacionamiento, los cuales se determinan de acuerdo a lo señalado por la Ley Sobre Estacionamientos de Vehículos. Para satisfacer tal requisito se hace imprescindible el uso del subsuelo y en ocasiones de algunos niveles por encima de éste, dando por resultado un incremento considerable en la importancia del uso del subsuelo en las edificaciones modernas.

Tomando en cuenta lo anteriormente manifestado, cabe recordar que la construcción de este edificio alojó sus lugares para estacionamiento en el subsuelo, llevando implícito desde luego una excavación más profunda. Tal excavación, en áreas restringidas y rodeadas de edificaciones -- existentes requirió de un sistema de contención rígido, seguro y aprovechable como parte de la propia estructura, además de confinar la influencia del nivel freático dentro de la zona de excavación para evitar cambios en las presiones del subsuelo de las colindancias.

Los sistemas de contención más usuales en México para este tipo de excavaciones son: tablaestaca de madera, de elementos de concreto precolados y atagüía de concreto colada "in situ".

La tablaestaca de madera o de elementos de concreto

precolado, son alternativas que presentaron los siguientes inconvenientes en comparación con la ataguía de concreto y por los cuales se eligió como estructura de contención a esta última.

✓ a) Flexibilidad en el sentido horizontal, por lo que se requerirían maderas de repartición de cargas y un sistema de troquelamiento sumamente complicado, que restarían mucho espacio para los trabajos de construcción y se emplearía demasiado tiempo en su colocación.

A diferencia con la ataguía de concreto, la cual, por ser una estructura con un espesor de 60 u 80 cm. y por tener acero de refuerzo en ambas caras, es capaz de soportar las cargas horizontales sin el empleo de maderas de repartición, pudiéndose apoyar los troqueles directamente sobre la ataguía entre las juntas de los tableros que la forman.

b) Se presentarían demasiadas juntas a sellar para evitar la influencia del abatimiento del nivel freático en las colindancias.

c) Dado el gran número de juntas que se presentarían, la influencia del nivel freático en el subsuelo vecino sería trascendente.

d) No pueden quedar en forma definitiva como muro de contención en los sótanos, como en el caso de la ataguía de concreto que puede ser diseñada adecuadamente para formar parte de la estructura.

e) Mayor costo de construcción como puede observarse en la tabla comparativa número 2.

TABLA No.2 COMPARACION DE ALTERNATIVAS DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA CIMENTACION.

No.	C O N C E P T O	UNIDAD	TABLAESTACA DE MADERA			ATAGUIA DE CONCRETO		
			CANTIDAD	C. D.	IMPORTE	CANTIDAD	C. D.	IMPORTE
1	Excavación a cielo abierto a -1.5m mat. I con traxcavo	m3.	2,579.28	19.19	49,496.38	2,579.28	19.19	49,496.38
2	Excavación con retroexcavadora y almeja de -1.50 a -13.60 mts.	m3.	20,806.16	122.58	2'550,419.09	- o -	- o -	- o -
3	Excavación con draga y almeja de -1.50 a -13.60 mts.	m3.	- o -	- o -	- o -	20,806.16	85.55	1'779,986.99
4	Afine del fondo de la excavación	m2	1,719.52	5.83	10,024.80	1,719.52	5.83	10,024.80
5	Construcción de pozos de bombeo	m1.	189.00	1,500.00	283,500.00	189.00	1,500.00	283,500.00
6	Instalación del sistema de bombeo	pozo	9.00	24,000.00	216,000.00	9.00	24,000.00	216,000.00
7	Operación de los pozos	sem	54.00	35,000.00	1'890,000.00	44.00	35,000.00	1'540,000.00
8	Carga y acarreo del material producto de la excavación a 15 kms.	m3.	23,385.44	40.21	940,328.54	23,385.44	40.21	940,328.54
9	Puntales metálicos para tablaestaca	ton.	222.72	11,350.00	2'527,872.00	- o -	- o -	- o -
10	Puntales metálicos para ataguía de concreto	ton.	- o -	- o -	- o -	238.77	11,350.00	2'710,039.50
11	Colocación puntales metálicos	ton.	522.24	3,150.00	1'645,056.00	503.00	3,150.00	1'584,460.00
12	Suministro de viguetas I-12"	ton.	87.44	7,500.00	655,800.00	- o -	- o -	- o -
13	Muro milán auxiliar de 38.14 x 15.50 mts.	m2.	- o -	- o -	- o -	591.17	2,132.00	1'260,374.44
14	Hincado y retira de viguetas I-12"	m1.	1,440.00	303.00	436,320.00	- o -	- o -	- o -
15	Brocal para muro milán auxiliar	m1.	- o -	- o -	- o -	38.14	644.13	24,567.12
16	Suministro de tablanes de 6" de espesor para tablaestaca	pt.	92,371.62	6.50	600,415.53	- o -	- o -	- o -
17	Demolición de muro milán auxiliar	m3	- o -	- o -	- o -	354.70	330.00	117,051.00
18	Colocación de ademe de madera incluyendo movimientos entre frentes	m2	2,160.00	61.25	132,300.00	- o -	- o -	- o -
19	Carga y acarreos a 15 kms del material producto de la demolición	m3	- o -	- o -	- o -	354.80	40.21	14,266.51
20	Pilotes de concreto de 0.40 x 0.40 x 10 mts	pza	450.00	4,750.00	2'137,500.00	450.00	4,750.00	2'137,500.00
21	Perforación previa e hincado de pilotes	m1.	9,900.00	220.00	2'178,000.00	9,900.00	220.00	2'178,000.00
22	Demolición de cabezas en pilotes incluyendo carga y acarreo a 15 kms	m3.	- o -	- o -	- o -	36.00	370.21	13,327.56
T O T A L					6'253,032.34			14'858,892.84

III.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

La atagüa de concreto fue diseñada teniendo en cuenta su doble función: la de servir como pantalla para realizar las excavaciones y posteriormente como muro de retención del edificio. Se ubicó en el perímetro del área y en la parte central de la misma, para que de esta manera dividiera en dos el terreno por la siguiente razón:

En este tipo de construcción las excavaciones normalmente se inician atacando la parte central, dejando taludes y bermas que soportan los empujes y una vez construido este núcleo se ataca hacia los extremos. Pero en este caso, debido a la profundidad de excavación y las dimensiones del terreno no fue posible aplicar este método ya que con el talud de 1:1 y una berma de 6 m. requeridos para contrarrestar los empujes, quedaría un espacio muy reducido para la construcción del núcleo central, como puede verse en la figura 13.

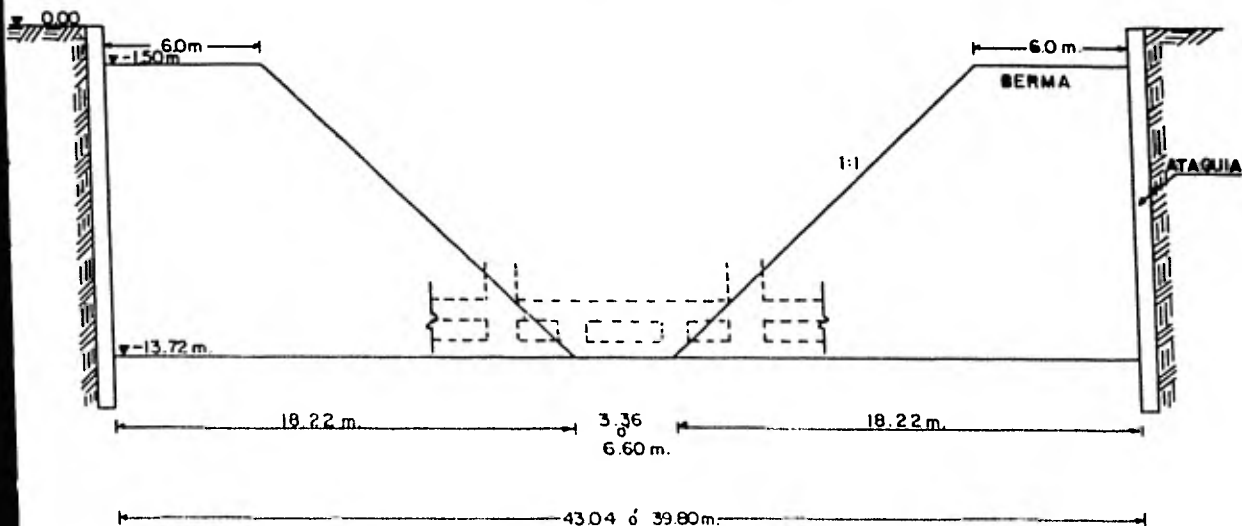


FIG. 13

Por lo tanto, se construyó la ataguía auxiliar para excavar por etapas en secciones completas de área y colocar troqueles entre el muro perimetral y ésta, la cual fue demolida una vez cumplida su función.

III.2 DESCRIPCION GENERAL

La ataguía de concreto (muro ademe, muro milán, tablaestaca de concreto, etc.), es una estructura de concreto armado de 60 cm. de espesor colada "in situ" cuyas dimensiones abarcan desde -0.60 m. hasta -15.60 m. de profundidad en todo el perímetro del terreno y desde -2.00 m. hasta -15.60 m. en la ataguía auxiliar. Se construyó en una zanja previamente excavada con el apoyo de una guía de poca profundidad cuyas paredes se sostenían mediante brocales de concreto, en forma continua se sustituyó el material excavado por lodo bentonítico, se introdujo acero de refuerzo y se efectuó en forma alternada el colado de los 44 tableros que la integran. Sus longitudes varían de 2.50 a 5.00 m. como máximo (ver figura 14), ya que se ha visto en la práctica que una longitud corta de tableros mejora la estabilidad de la excavación.

El extremo inferior de la ataguía se prolongó 2.00 m. bajo el nivel de desplante de la cimentación (-13.58 m), para proporcionar un nivel de troquelamiento natural y evitar la presencia de la falla de fondo.

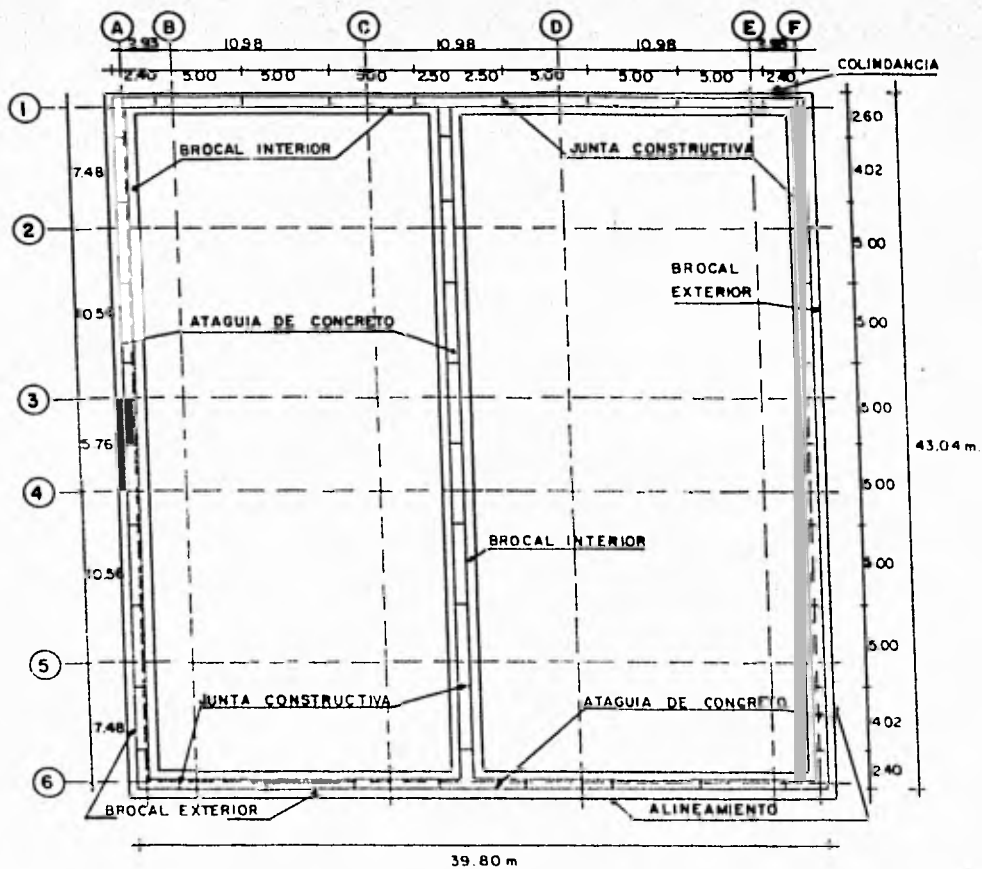


FIG. 14 ATAGUIA DE CONCRETO

III.3 PROCESO CONSTRUCTIVO

Como parte del proceso constructivo cabe mencionar que es de vital importancia una buena preparación y planeación de la obra, dado que la construcción de una atagüa de concreto requiere una gran mecanización, la cual representa una parte muy importante del costo.

Esta preparación y planeación estarán encaminadas a establecer un programa de prioridad para la construcción de los tableros y prever las posibilidades de modificar el orden de ejecución en el caso de alguna dificultad técnica imprevista: pérdida de lodo, obstáculos no considerados que impidan la excavación, etc.; para ello se deberá tener en cuenta el avance real de los trabajos, y como parte de és -tos, la evacuación de materiales de excavación y la colocación de acero y concreto. No se deberá pasar por alto la importancia de los trabajos preliminares ya que las excavaciones pueden retrasarse considerablemente si no se dispone de una longitud suficiente de brocales.

Una vez establecidos los criterios a seguir y con -tando con el equipo y personal adecuado, se procede a la realización física de la atagüa de acuerdo al siguiente proceso constructivo:

III.3.1 BROCALES DE CONCRETO

En primer lugar, se construye una zanja guía la cual corresponde a una primera etapa de excavación, esta zanja estará contenida por brocales de concreto o planchas metálicas o muros de tabique, o de mampostería, o por table-ros de madera, etc., los cuales tienen como objetivos: proporcionar una guía para el equipo que se empleará en la segunda etapa de excavación, evitar derrumbes de la capa su -perficial debido por una parte a que los empujes son relativamente importantes, pero sobre todo a causa de los movimien

tos del nivel del lodo durante la segunda excavación, proporcionar una superficie de trabajo firme y poder retirar cimentaciones antiguas, instalaciones municipales o cualquier otro material que impida la realización de excavaciones posteriores.

Los brocales se construyen a todo lo largo del muro ademe, existiendo para ello, numerosos métodos. El más común de éstos, consiste en construir un elemento de concreto armado en forma de "L" invertida en ambos lados de la zanja, mejorándose con esto la rigidez longitudinal. Es conveniente que el brocal quede sin liga de armado longitudinal en tramos de 5.00 m., para facilitar la fractura en el momento de removerlo; la profundidad del mismo dependerá de las características del suelo y del nivel de aguas freáticas, pero sin ser menor de 1.50 m.

Para este caso en particular, los materiales que se emplearon fueron los siguientes: el armado estuvo formado por 13 varillas longitudinales del # 3 y estribos del # 3 a cada 30 cm., utilizándose como relleno concreto $f'c = 150.00 \text{ kg/cm}^2$ y como encofrado en la parte interna del brocal el propio terreno y en la externa cimbra común por medio de moldes de madera. Una vez descimbrados después de que el concreto adquirió el 75% de la resistencia de proyecto, se entibaron con polines de 4" x 4" en la parte superior e inferior, para evitar los desplazamientos del brocal por la presión del terreno y el tránsito de las máquinas, ya que se podría afectar la separación requerida para el paso del equipo de excavación. Los polines se retiraron a medida que fueron ejecutados los respectivos tableros del muro ademe.

Dado que el muro fue proyectado con un espesor de -

60 cm. y en vista que los brocales deben tener cierta tolerancia para permitir el libre paso del equipo de excavación profunda sin que éste se trabe, el espacio entre cada murete guía se determinó que fuera de 66 cm.

La representación esquemática de los brocales se muestra en la siguiente figura.

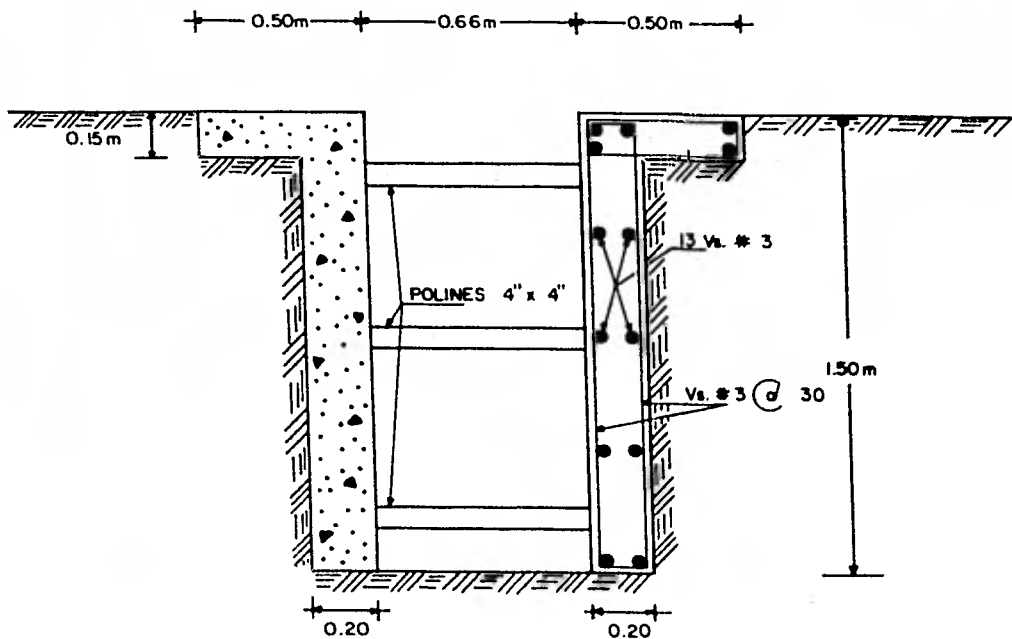


FIGURA 15. BROCALES DE CONCRETO

III.3.2 EXCAVACION PROFUNDA

Una vez construída una longitud considerable de brocales y habiendo alcanzado estos la resistencia requerida, se procede a la realización de la excavación profunda (segunda etapa de excavación), la cual albergará los tableros de la atagüa que podrán realizarse por diferentes equipos.

Para este caso se eligió como equipo idóneo el uso de una Almeja Hidráulica Guiada, la cual permitió garantizar un mejor ataque, así como la verticalidad de los muros y la descarga del material excavado directamente a los camiones; dicho equipo puede realizar excavaciones hasta profundidades de 40.00 m.

En vista que el muro forma parte de la estructura, se tuvo especial cuidado en la verificación de las tolerancias marcadas para éste, que entre otras podemos mencionar las siguientes:

- Tolerancia hasta del 1% en la verticalidad
- Tolerancia hasta de 20 cm. en su altura
- Tolerancia de 3 cm. en el espesor
- Tolerancia de 5 cm. entre las juntas de colado

En forma simultánea con la extracción del material de excavación, se introduce lodo de perforación (lodo bentonítico) con la densidad, viscosidad y contenido de arena requerida para conservar las dimensiones, la resistencia de las paredes de la zanja y formar una superficie prácticamente impermeable hasta el momento de realizar los colados. Considerando que se sustituye la tierra por lodo bentonítico en la medida en que se avanza en la excavación, se deberá evitar que el equipo de extracción sea introducido con tal rapidez que -

provoque alteraciones en el lodo bentonítico, ya que se traducirían en derrumbes de las paredes.

La zanja no podrá permanecer abierta más de 24 ho - ras, ya que no obstante estar supervisando continuamente - las características del lodo bentonítico, no puede asegurar se la estabilidad de las paredes y el fondo de la excava - ción y si se originarían azolves que deben ser removidos. - Por la misma razón se controlará que el nivel del lodo ben - tonítico no exceda de 1.00 m. abajo del nivel superior del - brocal, con una tolerancia máxima de 5 cm.

Cuando se ha alcanzado la profundidad necesaria y - limpiado el fondo de azolves existentes, se inicia la colo - cación del acero de refuerzo, el cual deberá cumplir con - las características y/o especificaciones particulares que - se enuncian en el tema de parrillas de acero. A partir de - este momento el equipo estará en posibilidad de iniciar la - excavación en forma alterna de otro tablero.

III.3.3 LODO BENTONITICO

El lodo de perforación usado actualmente para la - construcción de muros de retención, es una suspensión acuo - sa de una arcilla especial, a la cual se le ha denominado - bentonita.

La bentonita en contacto con el agua forma una mez - ccla (lodo bentonítico) que presenta las siguientes propie - dades:

1. Forma una película prácticamente impermeable en las paredes de la excavación, de tal manera que sobre ellas ejerce la presión que las estabiliza.

2. Debido a que es una arcilla montmorilonítica re cobra muy rápidamente sus propiedades de rigidez tras un tratamiento mecánico enérgico, convirtiéndose en el gel cuando está en reposo que permite la estabilidad de las paredes; fenómeno al cual se le ha llamado tixotropía.

3. Su acción estabilizadora permanece durante períodos prolongados, por la suspensión de sedimentos.

Los controles de calidad que comunmente se utilizan para el lodo bentonítico, que se emplea en la construcción de muros ademe, son los siguientes:

- Control de la densidad
- Control de la viscosidad
- Control del contenido de arena

La fabricación, el control y el tratamiento del lodo bentonítico que se usa en la construcción de muros ademe, requiere de una técnica sencilla que en términos generales, se resume al uso de una planta para el mezclado y regeneración de lodos. Debido a que estas plantas ocupan un área muy grande, para este caso en particular se utilizó una planta móvil sin instalaciones de regeneración del lodo como se muestra en la figura 16, lo cual trajo como consecuencia que el lodo bentonítico fuera utilizado una sola vez, ya que al cabo de un cierto tiempo se carga de partículas de arena procedentes del terreno, por lo que hay que hacer un desarenado o bien sustituirlo, la práctica se inclina por esta última ya que ha resultado más económico.

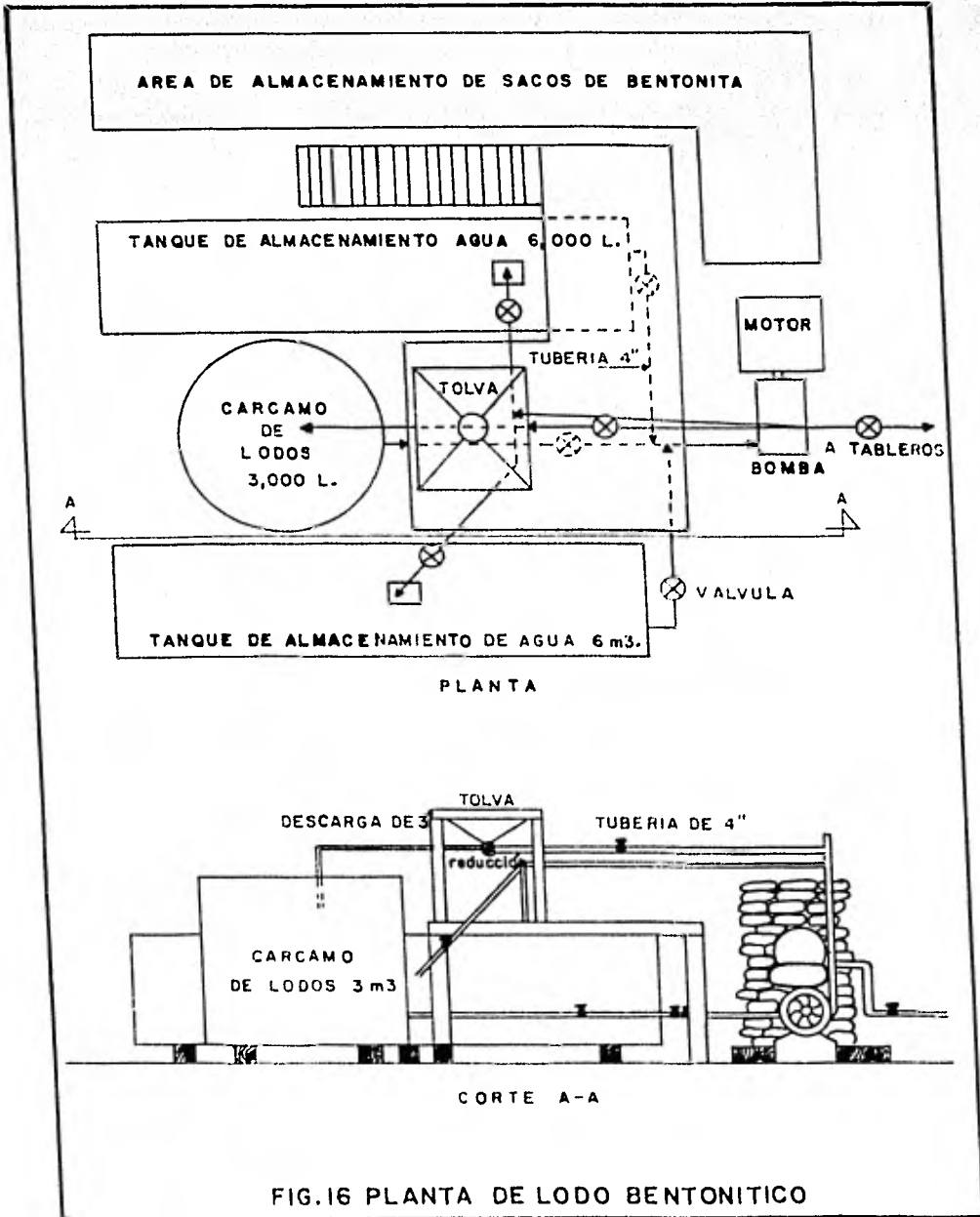
Las propiedades básicas del lodo empleado en este caso, tuvieron un comportamiento muy satisfactorio aún en períodos mayores de 24 horas de permanecer abierto un tablero, éstas fueron las siguientes:

- Densidad	=	1.05 gr/cm ³
- Viscosidad Marsh	=	52 seg.
- Contenido de arena	=	3.5%
- Proporcionamiento	=	7% (o sea 70 kg. de bentonita por cada m ³ -de agua).

A manera de comparación reproduciremos las especificaciones empleadas en el metro para el control de las propiedades básicas de los lodos.

- Densidad	=	1.03-1.06 gr/cm ³
- Viscosidad Marsh	=	35-50 seg.
- Contenido de arena	=	3% máximo
- Proporcionamiento	=	7-10%

La bentonita comercialmente se distribuye en sacos con la marca de distintos proveedores.



III.3.4 PARRILLAS DE ACERO

Después de terminada la excavación de un tablero se inicia la colocación del acero de refuerzo, el cual ha sido previamente armado cerca del tablero por colar para evitar maniobras inútiles. Los tableros se arman de acuerdo a los planos estructurales formando cajas rígidas, llamadas comúnmente parrillas de acero.

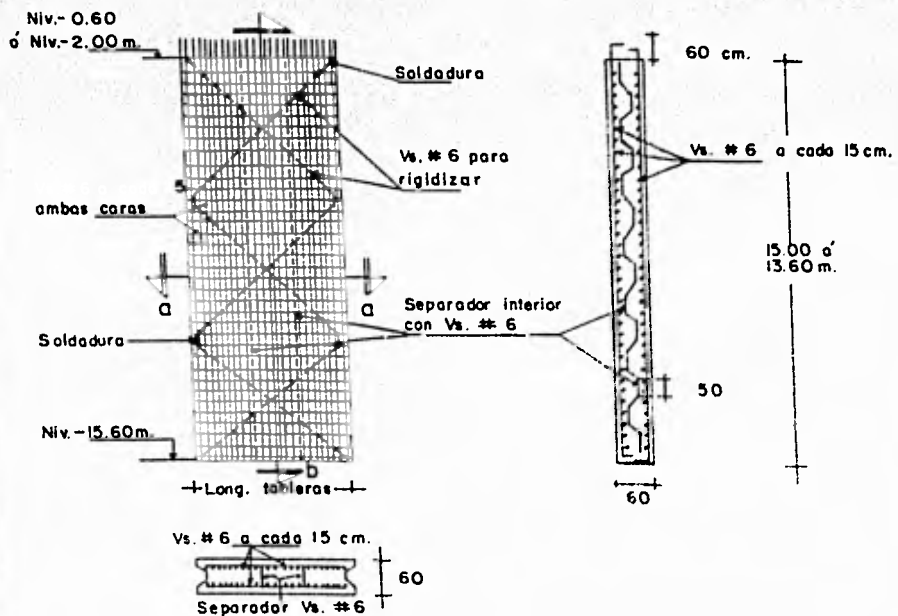
El armado de estos muros consta básicamente de doslechos de varillas del # 6 colocadas a cada 15 cm. en ambas caras y sentidos y acero adicional en la unión de tableros para dar mayor rigidez a las juntas (figuras 17a y 17b).

Para que las parrillas no sufran deformaciones durante las maniobras de izaje y colocación dentro de la zanja, se les sueldan separadores y rigidizadores.

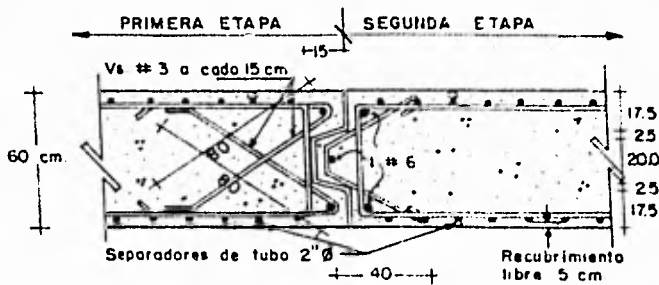
Una vez que la grúa lleva la parrilla sobre la zanja en la que se introducirá, se deberá asegurar que ésta baje verticalmente hasta su posición final.

Para garantizar el recubrimiento de 5 cm. especificado, se utilizaron 4 tubos de acero de 2" de diámetro, colocados entre la pared de la excavación y los paños exteriores de la parrilla, los cuales se retiraron al finalizar el colado de cada tablero.

Cuando las parrillas estuvieron en su posición correcta dentro de la zanja, se fijaron al brocal mediante gatos de escalera o tornillo, con el objeto de evitar que "flotaran" al iniciarse el vaciado del concreto debido a la fricción que se desarrolla entre éste y las parrillas (fig. 18).

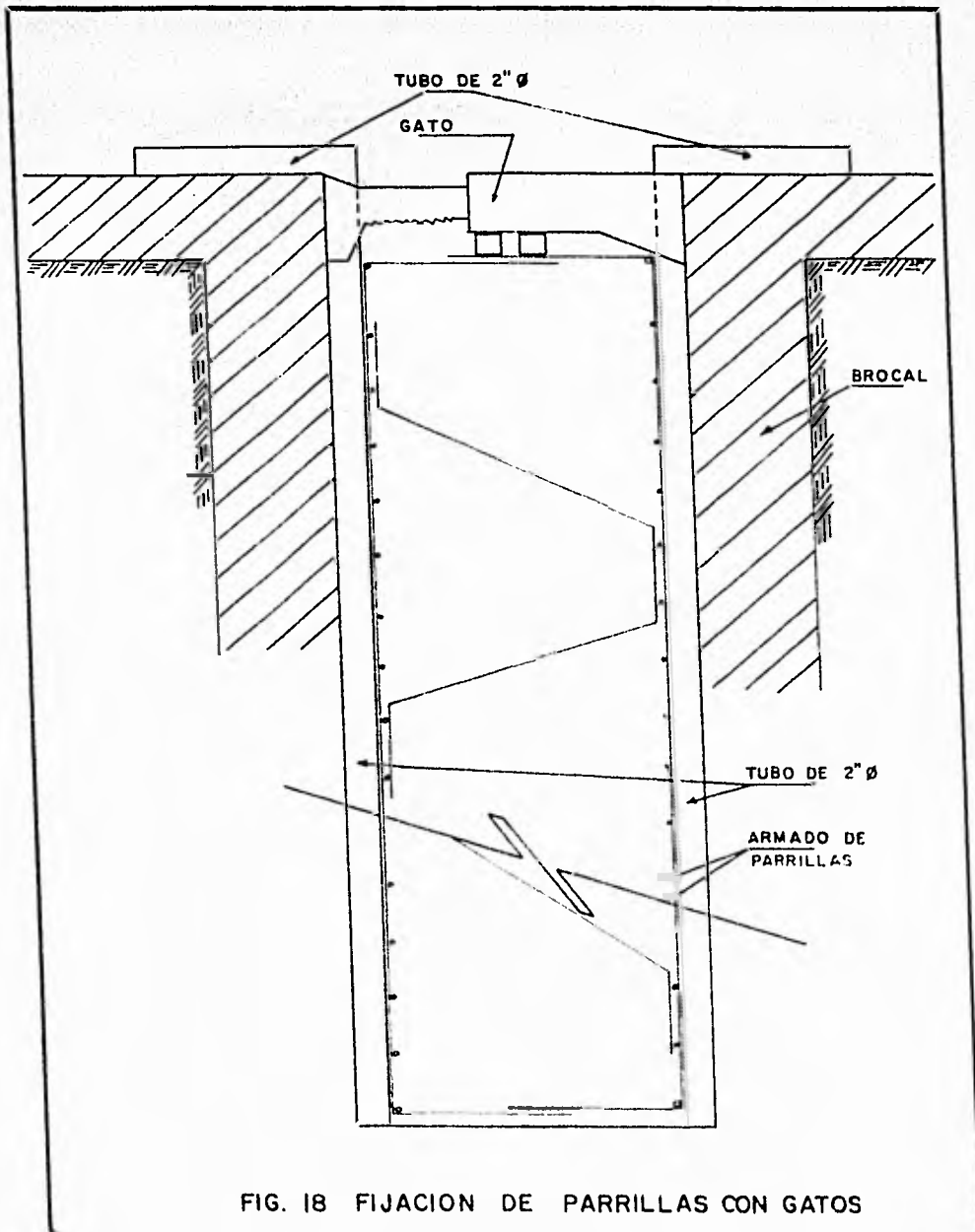


(a) PARRILLAS DE ACERO



(b) UNION DE TABLEROS

FIG. 17 PARRILLAS DE ACERO Y UNION DE TABLEROS



A manera de observación, cabe mencionar que la adherencia entre las parrillas y el concreto sufre una reducción muy pequeña por la presencia de lodo bentonítico en el caso de parrillas verticales, siendo mayor en las horizontales; aunque a la fecha no se tengan noticias de fallas por mala adherencia.

III.3.5 JUNTAS METALICAS

Es lógico pensar debido a que la atagüa se construye por tableros, que las uniones existentes sean tratadas con especial atención, ya que de lo contrario podrían presentarse problemas para que los tableros trabajen en conjunto o mayores filtraciones o disminución de la resistencia a los empujes del terreno.

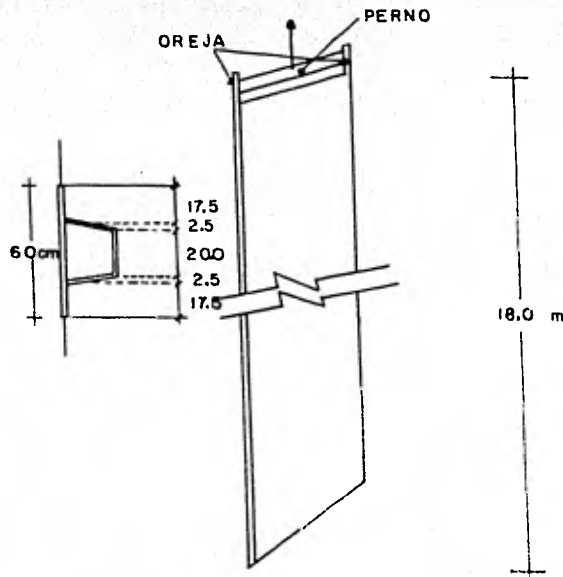
Cualquiera que sea la forma de la unión, ésta deberá ser machimbrada, para la cual se emplean tubos-junta o moldes metálicos.

Los moldes metálicos que aquí se usaron, fueron fabricados con placas de acero soldadas de acuerdo a la figura 19a, los cuales previamente engrasados se colocaron en la zanja con el auxilio de la grúa y se extrajeron al iniciarse el fraguado del concreto para ser utilizados en otros tableros.

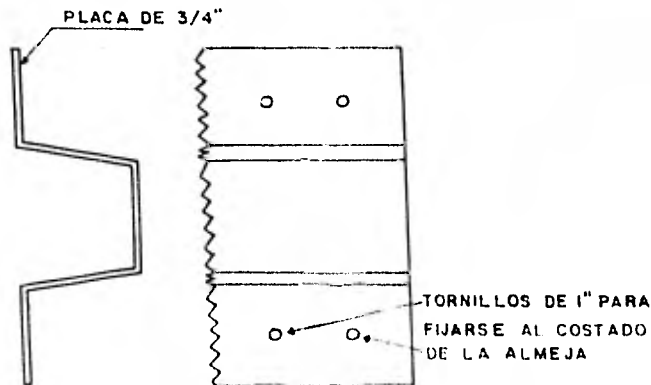
La longitud de los moldes fue de 18 m., cuyo extremo inferior terminaba en cuchilla para facilitar su fijación e impedir sus movimientos.

El número de moldes metálicos estará en función de los rendimientos que se pretendan alcanzar de acuerdo al programa de obra y al número de tableros. Los tableros intermedios no requieren del empleo de éstos, pero se necesi

tará previo a su colado que sean limpiadas perfectamente - las juntas, utilizando para ello limpiadores que se adapten a la almeja hidráulica, figura 19 b.



(a) MOLDES METALICOS



(b) LIMPIADORES DE JUNTAS

FIG.19 MOLDES METALICOS Y LIMPIADORES JUNTAS

III.3.6 COLADO DE TABLEROS

El concreto utilizado en los colados se dosificó para la resistencia de $f'c = 250.00 \text{ kg/cm}^2$, con un revenimiento de 18 ± 2 cm. y con un tamaño máximo de agregado de $3/4"$. Se colocó dentro de la zanja una vez que la parrilla de acero estuvo en su posición correcta, por medio de tubotremie.

El tubo tremie consistió en una tubería de 10" de diámetro cédula 80 con una longitud total de 14.40 m., formada por 8 tramos de 1.80 m. cada uno, ensamblados de tal manera que permitían un atornillado y desatornillado rápido, rematada en su parte superior por una tolva de forma cónica que recibía el concreto y en la inferior por un dispositivo neumático que impedía la entrada del lodo, figura 20 a.

Este tubo se introdujo hasta aproximadamente 50 cm. arriba del fondo de la excavación, antes de la colocación del concreto, el cual debido a su mayor densidad empuja el lodo hacia arriba ocupando el lugar de éste.

Conforme avanza el colado se hace más difícil la colocación del concreto, por lo que es necesario ir "acortando" el tubo tremie de la siguiente manera: se levanta la tubería procurando que siempre permanezca sumergida para evitar contaminación y se desacopla la tolva para después ser nuevamente colocada una vez que se ha retirado el tramo (s) superior (es).

El acortamiento de la tubería debe estar controlado tanto por el volumen teórico de la zanja en función de los metros cúbicos vaciados, como por medio de sondas que permitan medir directamente el nivel del concreto.

Considerando que el concreto contaminado por el lodo bentonítico se encuentra en la cabeza del tablero y en las juntas verticales, debido a su mayor rigidez alrededor del tubo por los movimientos que este sufre; deberá demolerse según el caso.

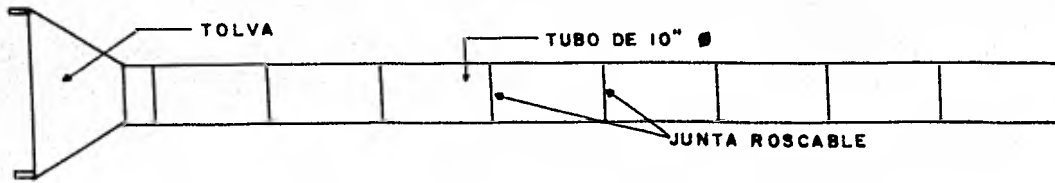
En las juntas verticales se demolió una caja de 40-cm. de ancho por 20 cm. de profundidad en toda la altura y se adicionó acero de refuerzo, colándose nuevamente dicha caja.

Para el caso de las cabezas de los tableros, se demolieron 40 cm. en promedio a todo lo largo de la ataguía, colándose posteriormente una trabe de continuidad para que estos trabajasen en conjunto.

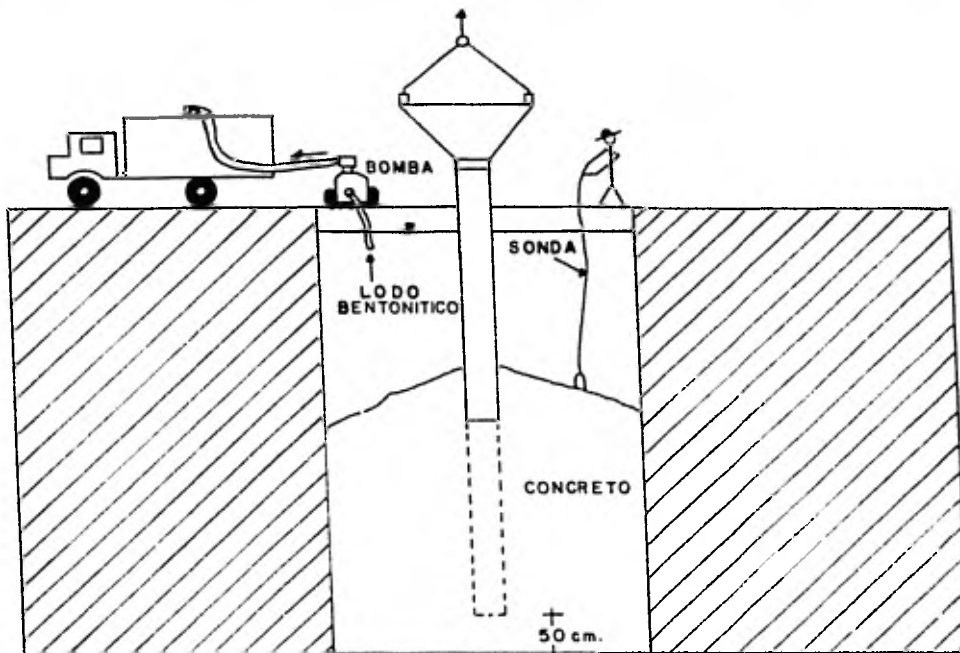
La calidad del concreto que debe utilizarse es muy variable, ya que depende del uso que se le vaya a dar al muro, pero siempre deberán seguirse las especificaciones dadas por los proyectistas, las que a su vez estarán sujetas a los reglamentos y normas establecidas para el uso y el manejo del mismo.

Entre estos requerimientos podemos destacar como de gran importancia la del revenimiento, ya que un concreto bien dosificado pero con un revenimiento bajo tendrá cualidades incomparables si para su colocación se usa vibrado, pero para el caso de una ataguía del tipo en cuestión, si se vacía en este estado se crearán problemas desde su colocación, pues no fluirá fácilmente por el tubo y se tendrán desagradables sorpresas al descubrirlo: bolsas de lodo, juntas defectuosas, etc., ya que no es vibrado.

Con el vaciado del concreto se termina el ciclo de construcción de la ataguía.



(a) TUBO TREMIE



(b) ESQUEMA DE COLADO

FIG 20 TUBO TREMIE Y ESQUEMA DE COLADO

III.3.7 EQUIPO

El equipo utilizado para la construcción de la atagüa fue el siguiente:

1. Una grúa de 35 tons. de capacidad como equipo base de la almeja hidráulica.
2. Una grúa de 20 ton. de capacidad para maniobras de izaje y colocación de parrillas, tubo tremie, etc.
3. Almeja hidráulica para la excavación.
4. Bomba de 4" de diámetro para suministro de lodos.
5. Bomba de 4" de diámetro para extracción de lodos y carga a pipas.
6. Planta móvil para fabricación de lodos.
7. Planta soldadora con motor de gasolina 300 amperes para armados y servicios.

III.4 PROGRAMA DE OBRA

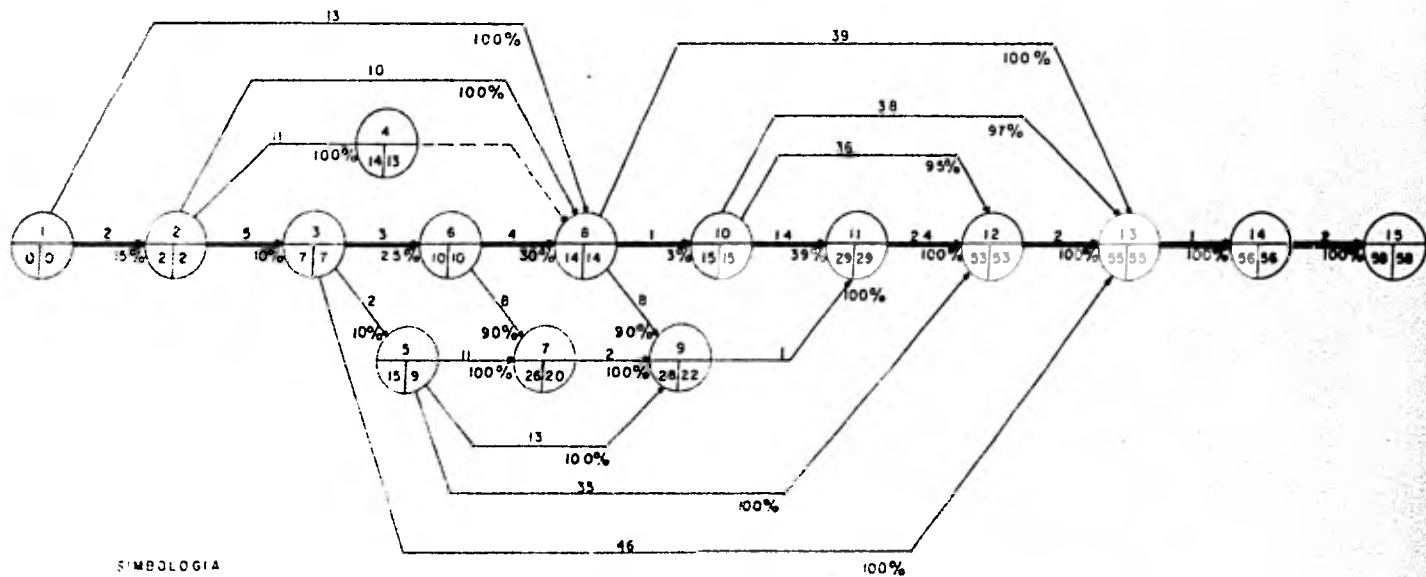
La planeación, programación y control de la construcción de la atagüa de concreto se efectuó mediante la aplicación del método de la ruta crítica (C.P.M.), el cual, como se ha planteado en el tema I.2.4 es una técnica que ha reflejado muy buenos resultados, pues ha demostrado que e - existen reducciones considerables en costo y tiempo de ejecución, en los proyectos que la emplean como herramienta para su administración.

A manera de complemento de este capítulo, a continuación se anexan los diagramas de flechas y barras empleados en la realización de la ataguía y una aplicación del método durante la construcción de la misma.

LISTA DE ACTIVIDADES

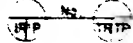
1. Movilización de equipo, materiales (acero y bentonita) y mano de obra.
2. Instalación de oficinas y almacenes.
3. Trazo y nivelación.
4. Excavación de brocales.
5. Retiro de material producto de excavación de brocales fuera de la obra.
6. Habilitado y colocación de cimbra y acero de brocales.
7. Colocación de concreto en brocales.
8. Excavación y lodo bentonítico de zanja para ataguía.
9. Retiro de material producto de excavación de zanja para ataguía, fuera de la obra.
10. Habilitado de acero de ataguía.
11. Colocación de acero de ataguía.
12. Colocación de concreto de ataguía.
13. Limpieza final y entrega de la obra.

III.4.1.- DIAGRAMA DE FLECHAS DE LA ATAGUIA DE CONCRETO



SIMBOLOGIA

- ACTIVIDAD CRITICA
- ACTIVIDAD NORMAL
- - - ACTIVIDAD FICTICIA



Nº = DURACION ACTIVIDAD (DIAS)

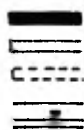
III.4.2.- TABLA DE TIEMPOS Y HOLGURAS RUTA CRITICA ATAGUIA

ACTIVIDAD		DURACION (D)	INICIACION		TERMINACION		HOLGURA	
EVENTO	CONCEPTO		PROXIMA (IP)	REMOTA (IR)	PROXIMA (TP)	REMOTA (TR)	LIBRE (HL)	TOTAL (HT)
*	1-2	Movilización equipo, materiales, M. O. 15%	2	0	2	2	0	0
	2-8	Movilización equipo, materiales, M. O. 100%	10	2	12	14	2	2
	1-8	Fabricación y traslado juntas metálicas 100%	13	0	13	14	1	1
	2-4	Instalación almacenes y oficinas 100%	11	2	13	14	0	1
*	2-3	Traza y nivelación 10%	5	2	7	7	0	0
	3-13	Traza y nivelación 100%	46	7	53	55	2	2
	3-5	Excavación de brocales 10%	2	7	9	15	0	6
	5-7	Excavación de brocales 100%	11	9	20	26	0	6
	5-9	Retiro material de exc. brocales 100%	13	9	22	28	0	6
*	3-6	Habilitado y col. cimbra y acero brocales 25%	3	7	10	10	0	0
	6-7	Habilitado y col. cimbra y acero brocales 90%	8	10	18	26	2	8
	7-9	Habilitado y col. cimbra y acero brocales 100%	2	20	22	28	0	6
*	6-8	Colocación concreto brocales 30%	4	10	14	14	0	0
	8-9	Colocación concreto brocales 90%	8	14	22	28	0	6
	9-11	Colocación concreto brocales 100%	1	22	23	29	6	6
*	8-10	Excavación y lodos ataguía 3%	1	14	15	15	0	0
*	10-11	Excavación y lodos ataguía 39%	14	15	29	29	0	0
*	11-12	Excavación y lodos ataguía 100%	24	29	53	53	0	0
	8-13	Retiro material de exc. ataguía 100%	39	14	53	55	2	2
	5-12	Habilitado acero de ataguía 100%	35	9	44	53	9	9
	10-12	Colocación acero de ataguía 95%	36	15	51	53	2	2
*	12-13	Colocación acero de ataguía 100%	2	53	55	55	0	0
	10-13	Colocación concreto ataguía 97%	38	15	53	55	2	2
*	13-14	Colocación concreto ataguía 100%	1	55	56	56	0	0
*	14-15	Limpieza final y entrega de obra 100%	2	56	58	58	0	0

IP = DIAGRAMA FLECHAS
 TP = IP + D
 TR = DIAGRAMA FLECHAS
 IR = TR - D
 HL = TP - IP - D (DIAGRAMA FLECHAS)
 HT = IR - IP o TR - TP
 * = ACTIVIDAD CRITICA

CONCRETO

EVENTO	C 24.35 26 37.38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58
1 - 2	Movilizac
2 - 8	Movilizac
1 - 8	Fabricac
2 - 4	Instolaci
2 - 3	Trazo y
3 - 13	Trazo y
3 - 5	Excavaci
5 - 7	Excavaci
5 - 9	Retiro m
3 - 6	Habilitad
6 - 7	Habilitad
7 - 9	Hobilitac
6 - 8	Colococt
8 - 9	Colococi
9 - 11	Colocaci
8 - 10	Excavoci
10 - 11	Excavaci
11 - 12	Excavaci
8 - 13	Retiro m
5 - 12	Habilitad
10 - 12	Colocaci
12 - 13	Colocaci
10 - 13	Colocaci
13 - 14	Colocaci
14 - 15	Limpieza



III.4.3 COMPRESION DE RED

Es importante no perder de vista que la atagüfa es una de las diferentes partes que componen el total de la -- construcción del edificio y que por lo tanto, al ser una ac tividad crítica del programa general de la obra, se modifi cará su duración si es que se modifica la duración total - planeada inicialmente para la realización física del proyecto.

Ahora bien, por requerimiento del propietario se tu vo la necesidad de reducir el tiempo de duración total del proyecto; provocando que se modificara, independientemente de otras actividades, la duración de la construcción del - muro. Esta reducción de tiempo para el caso de la atagüfa, trajo algunas variantes en sus actividades y en su costo co mo veremos a continuación, pero antes, es preciso señalar - que el aumento de costo en la atagüfa no era significativo- para el cliente y que pcr lo tanto no interviene como parámetro para elegir cuál o cuáles de las actividades críticas se deberían reducir, ya que inclusive no existían muchas al ternativas de reducción puesto que la obra se encontraba en construcción.

Se solicitó reducir el tiempo de 58 a 55 días, para lo cual se procedió de la siguiente manera:

- Reducción de tiempo

- 1a. Compresión: se redujo a su duración de premura la- actividad 14-15, con lo cual se obtuvo una reduc - ción de 1 día en el tiempo de duración total, sin - afectar otras actividades.
- 2a. Compresión: se redujo la actividad 11-12, en 2 - días, lo cual trajo como consecuencia que se volvie

ran críticas las actividades: 3-13, 8-13, 10-12, y 10-13.

Con estas dos compresiones se logró reducir al tiempo pedido, quedando los diagramas como se ilustran enseguida.

- Incremento de costo

$$\text{Costo por día} = \frac{\text{Costo premura} - \text{costo normal}}{\text{Duración normal} - \text{duración premura}}$$

Actividad 14-15

$$\text{Costo por día} = \frac{\$51,390.00 - \$34,260.00}{2 \text{ día} - 1 \text{ día}} = \$17,130.00/\text{día}$$

$$\begin{aligned} \text{Incremento costo 14-15} &= \$17,130.00/\text{día} \times 1 \text{ día} - \\ (\text{acortado}) &= \$17,130.00 \end{aligned}$$

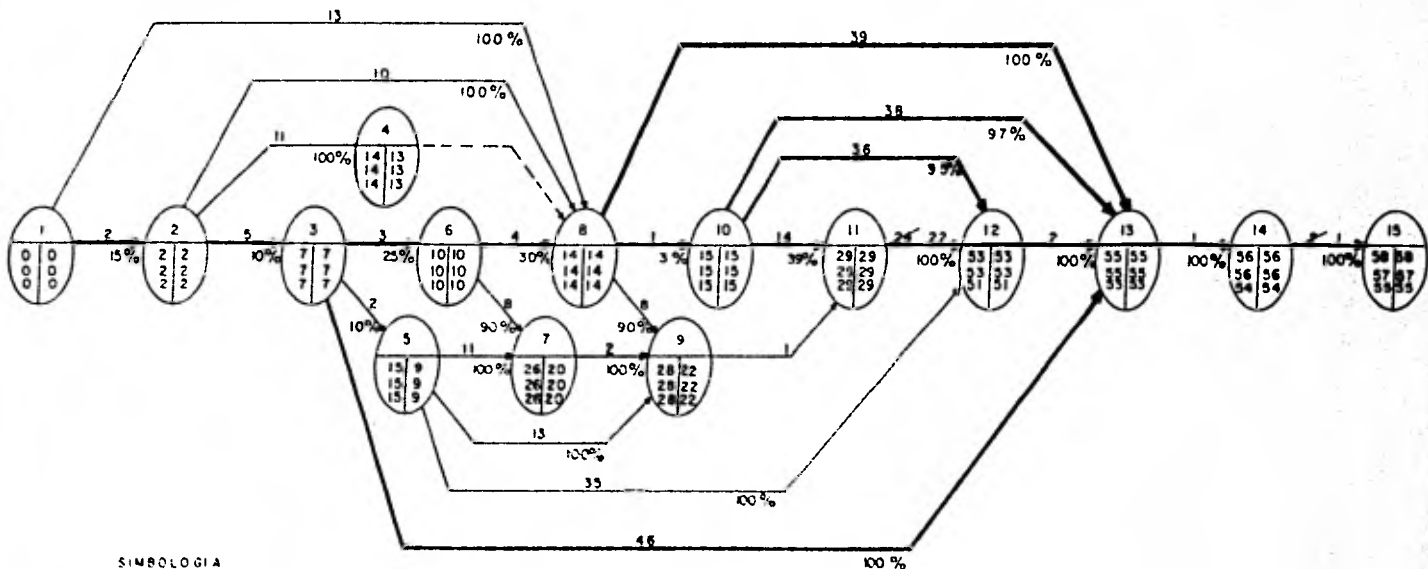
Actividad 11-12

$$\text{Costo por día} = \frac{\$1'015,200.00 - \$966,666.51}{24 - 22} = \$24,266.75/\text{día}$$

$$\begin{aligned} \text{Incremento costo 11-12} &= \$24,266.75/\text{día} \times 2 \text{ días} - \\ (\text{acortados}) &= \$48,533.50. \end{aligned}$$

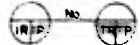
$$\begin{aligned} \text{Costo total de incremento} &= \$17,130.00 + \$48,533.50 \\ &= \$65,663.50. \end{aligned}$$

III.4.3.- COMPRESION DE RED DE LA ATAGUIA DE CONCRETO



SIMBOLOGIA

- ACTIVIDAD CRITICA
- - -→ ACTIVIDAD NORMAL
- · ·→ ACTIVIDAD FICTICIA








No. DURACION ACTIVIDAD (DIAS)

III.4.3.- TABLA DE TIEMPOS Y HOLGURAS RUTA COMPRIMIDA

ACTIVIDAD			INICIACION		TERMINACION		HOLGURA	
EVENO	CONCEPTO	DEFERENCIA	PROXIMA (IP)	REMOTA (IR)	PROXIMA (TP)	REMOTA (TR)	LIBRE (HL)	TOTAL (HT)
1 - 2	Movilización equipo, materiales, m.o.	15%	2	0	2	2	0	0
2 - 8	Movilización equipo, materiales, m.o.	100%	10	2	12	14	2	2
1 - 8	Fabricación y traslado juntas metálicas	100%	13	0	13	14	1	1
2 - 4	Instalación almacenes y oficinas	100%	11	2	13	14	0	1
2 - 3	Trazo y nivelación	10%	5	2	7	7	0	0
3 - 13	Trazo y nivelación	100%	46	7	53	53	0	0
3 - 5	Excavación de brocales	10%	2	7	9	15	0	6
5 - 7	Excavación de brocales	100%	11	9	20	26	0	6
5 - 9	Retiro mat. producto excavación brocales	100%	13	9	22	28	0	6
3 - 6	Habilitado y col. cimbra y acero brocales	25%	3	7	10	10	0	0
6 - 7	Habilitado y col. cimbra y acero brocales	90%	8	10	18	26	2	8
7 - 9	Habilitado y col. cimbra y acero brocales	100%	2	20	22	28	0	6
5 - 8	Colocación concreto brocales	30%	4	10	14	14	0	0
8 - 9	Colocación concreto brocales	90%	8	14	20	28	0	6
9 - 11	Colocación concreto brocales	100%	1	22	23	29	6	6
9 - 10	Excavación y lodos de ataguía	3%	1	14	15	15	0	0
10 - 11	Excavación y lodos de ataguía	39%	14	15	29	29	0	0
11 - 12	Excavación y lodos de ataguía	100%	22	29	51	51	0	0
8 - 13	Retiro de material excavación ataguía	100%	39	14	53	53	0	0
5 - 12	Habilitado acero de ataguía	100%	35	9	44	51	7	7
10 - 12	Colocación acero de ataguía	95%	36	15	51	51	0	0
12 - 13	Colocación acero de ataguía	100%	2	51	53	53	0	0
10 - 13	Colocación concreto ataguía	97%	38	15	53	53	0	0
13 - 14	Colocación concreto ataguía	100%	1	53	54	54	0	0
14 - 15	Limpieza final y entrega de la obra	100%	1	54	55	55	0	0

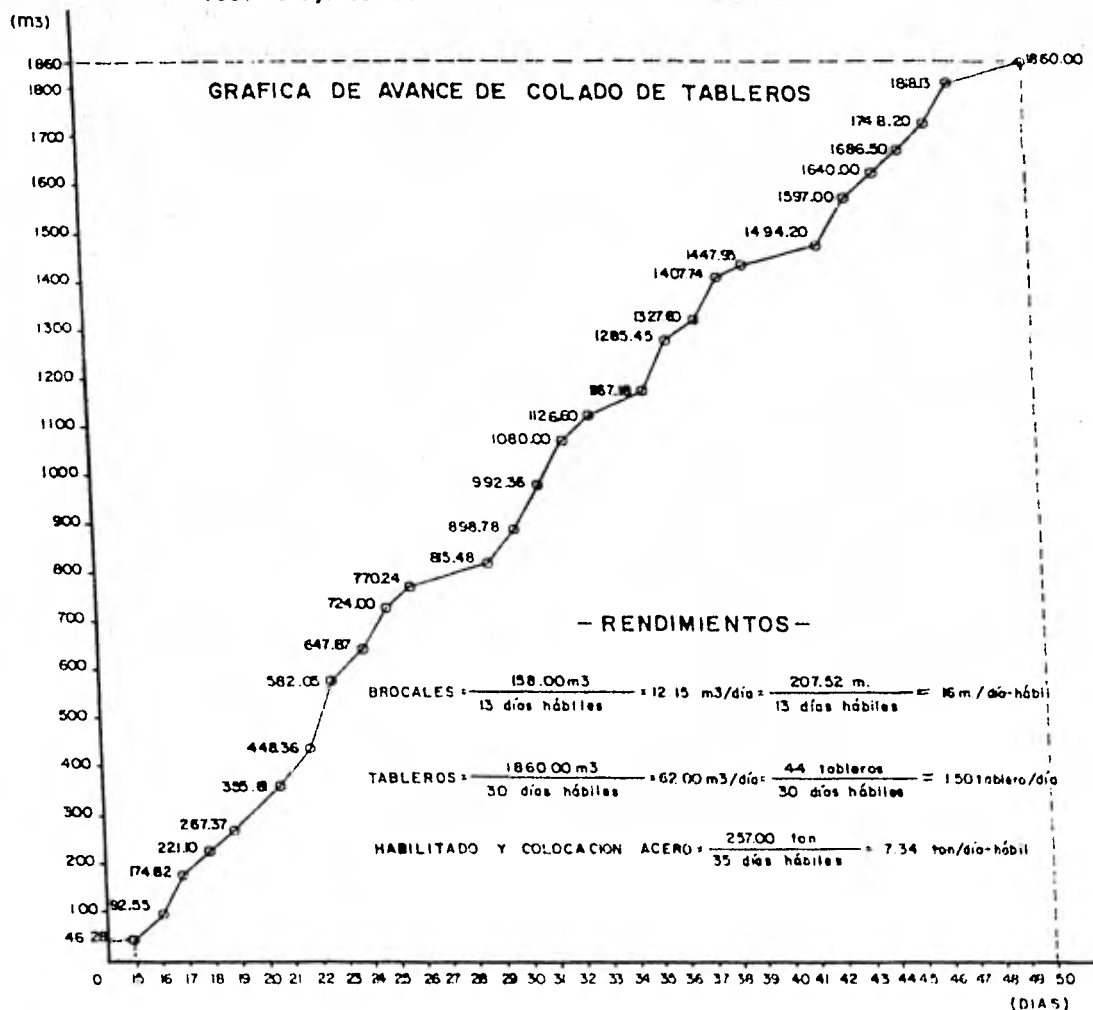
* Actividad crítica

A																							
EVENTO	CONC	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
1-2	Movilización equipo																						
2-8	Movilización equipo																						
1-8	Fabricación y traslado																						
2-4	Instalación almacene																						
2-3	Trazo y nivelación																						
3-13	Trazo y nivelación																						
3-5	Excavación de bro																						
5-7	Excavación de bro																						
5-9	Retiro material exc.																						
3-6	Habilitado y cal. cimbr																						
6-7	Habilitado y cal. cimbr																						
7-9	Habilitado y cal. cimbr																						
6-8	Colocación concreto																						
8-9	Colocación concreto																						
9-11	Colocación concreto																						
8-10	Excavación y lodos																						
10-11	Excavación y lodos																						
11-12	Excavación y lodos																						
8-13	Retiro material exc.																						
5-12	Habilitado acero																						
10-12	Colocación acero d																						
12-13	Colocación acero d																						
10-13	Colocación concre																						
13-14	Colocación concret																						
14-15	Limpieza final y																						

S I M B O	
	ACTIVI
	ACTIVI
	HOLGI
	HOLGI
	INICIA

111.4.4.- AVANCE DE OBRA.

Para dar una idea mas objetiva del tiempo de duración que pueda emplearse en la construcción de una ataguía con características similares, a continuación se anexa una gráfica cuyo eje de las ordenadas contempla el colado de tableros en m³, ya que es la última actividad del ciclo de construcción y en los abscisas el tiempo real de ejecución.



III.5 INDICES DE COSTO

PRESUPUESTO ATAGUIA DE CONCRETO

CONCEPTO	UNID.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1. Trazo y nivelación	m ²	1,713.00	65.15	111,601.95
			SUBTOTAL	\$111,601.95
2. Brocales de concreto				
a) Excavación a mano	m ³	339.00	89.50	30,340.50
b) Carga y acarreo - del mat. producto - de exc. fuera de - la obra	m ³	339.00	88.30	29,933.70
c) Cimbra común	m ²	612.00	98.70	60,404.40
d) Habilitado y colocación de acero de refuerzo	ton.	7.00	13,835.00	96,845.00
e) Suministro y colocación de concreto	m ³	158.00	1,215.00	191,970.00
			SUBTOTAL	\$ 409,493.60
3. Atagüa de concreto				
a) Excavación con almeja hidráulica	m ³	1,740.00	551.25	959,175.00
al) Incremento costo - por reducción de 3 días	Lote	1.00	48,533.50	48,533.50
b) Suministro y colocación lodo bentonítico	m ³	1,798.00	347.90	625,524.20
c) Carga y acarreo - del mat. producto - de exc. fuera de - la obra.	m ³	1,769.00	205.00	362,645.00
d) Suministro y colocación juntas metálicas	pza.	45.00	9,206.00	414,270.00

CONCEPTO	UNID.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
e) Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo	ton.	257.00	14,100.00	3'623,700.00
f) Suministro y colocación de concreto	m ³	1,860.00	1,550.00	2'883,000.00
			SUBTOTAL	\$8'916,847.70
4. Limpieza final	m ²	1,713.00	20.00	34,260.00
a) Incremento costo por reducción de 3 días	lote	1.00	17,130.00	17,130.00
			SUBTOTAL	\$ 51,390.00
T O T A L = \$				9'489,333.25

INDICES DE COSTO (I.C.)

a) Índice de costo por m. de brocal

$$\begin{aligned} \text{Metros lineales} &= 43.04 \times 2 + 39.80 \times 2 + 41.84 \\ &= 207.52 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Importe total} &= \$409,493.60 + \$4,899.33 \text{ (trazo)} + - \\ &\$2,256.02 \text{ (limpieza)} = \$ 416,648.95 \end{aligned}$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$ 416,648.95}{207.52 \text{ m}} = \$ 2,007.75 / \text{m}$$

b) Índice de costo por m³ de atagüía

$$\text{Metros cúbicos} = 1,860.00 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Importe total} &= \$ 8'916,847.70 + \$106,702.62 \text{ (trazo)} \\ &+ \$49,133.98 \text{ (limpieza)} = \\ &\$ 9'072,684.30 \end{aligned}$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$ 9'072,684.30}{1,860.00 \text{ m}^3} = \$ 4,877.79 / \text{m}^3$$

C A P I T U L O I V

PILOTES DE CONCRETO

- IV.1 CONSIDERACIONES GENERALES

- IV.2 CALCULO DEL NUMERO DE PILOTES

- IV.3 HINCADO DE PILOTES
 - IV.3.1 PREEXCAVACION Y RELLENO DE EXCAVACIONES
 - IV.3.2 ORDEN Y CONTROL DE HINCADO
 - IV.3.3 PRUEBAS DE CARGA
 - IV.3.4 EQUIPO

- IV.4 PROGRAMA DE OBRA
 - IV.4.1 AVANCE DE OBRA

- IV.5 INDICES DE COSTO

PILOTES DE CONCRETO

En capítulos anteriores se ha mencionado que nuestro sistema de cimentación es parcialmente compensado con pilotes de fricción. Ahora bien, un sistema de cimentación parcialmente compensado, es aquél en el que el peso total de la edificación se compensa en parte por el peso de la tierra de excavación requerida y la diferencia se toma con pilotes o algún otro elemento estructural que sea capaz de transmitir a estratos más resistentes dicha diferencia.

Un pilote es un elemento de cimentación profunda - cuyas funciones principales son las de transmitir las cargas de la superestructura e infraestructura a través de estratos flojos e inconsistentes, hasta estratos más profundos con la capacidad de carga suficiente para soportarlas; o bien, para repartir estas en un suelo relativamente blando de tal manera que atraviesen lo suficiente que permitan soportar la estructura con seguridad. Son elementos esbeltos con sección transversal comprendida entre 0.30 y 1.00 m. pudiendo ser clasificados de la siguiente manera:

- | | | | | |
|--|---|---|---|---|
| I. Según la forma de trabajo | { | 1. De punta
2. De fricción
3. Mixtos | } | a) Control |
| II. Según del material con que puedan ser hechos | { | 1. Madera
2. Acero
3. Concreto
4. Mixtos | } | a) No tratada
b) Tratada con preservadores
a) Sección "H"
b) Tubo de acero
a) Prefabricados
b) Colados "in situ" |

Pilotes de punta: son aquellos que funcionan principalmente como una columna que al soportar una carga sobre su extremo superior, desarrollan su capacidad de carga con apoyo directo sobre un estrato resistente, pudiendo desarrollarse una pequeña resistencia sobre la superficie del mismo.

Pilotes de fricción: son aquellos que al estar soportando una carga sobre su cabeza dentro de un estrato profundo de suelo granular o coherente, desarrollan su resistencia por el rozamiento que se genera a lo largo de éste y el suelo que lo rodea. La rugosidad de la superficie del pilote puede ayudar en algo, pero tal parece que sus efectos son relativamente importantes, salvo en aquellos casos que se utilicen pilotes de madera sin descortezar.

Pilotes mixtos: son aquellos elementos que utilizan las características de los de punta y de fricción.

Generalmente los pilotes van asociados con los problemas difíciles de cimentación y con las condiciones peli-

grosas del subsuelo, de tal manera que sea preciso buscar a mayores profundidades terrenos que presenten apoyos más resistentes, a los que no pueda llegarse económicamente hablando.

IV.1 CONSIDERACIONES GENERALES

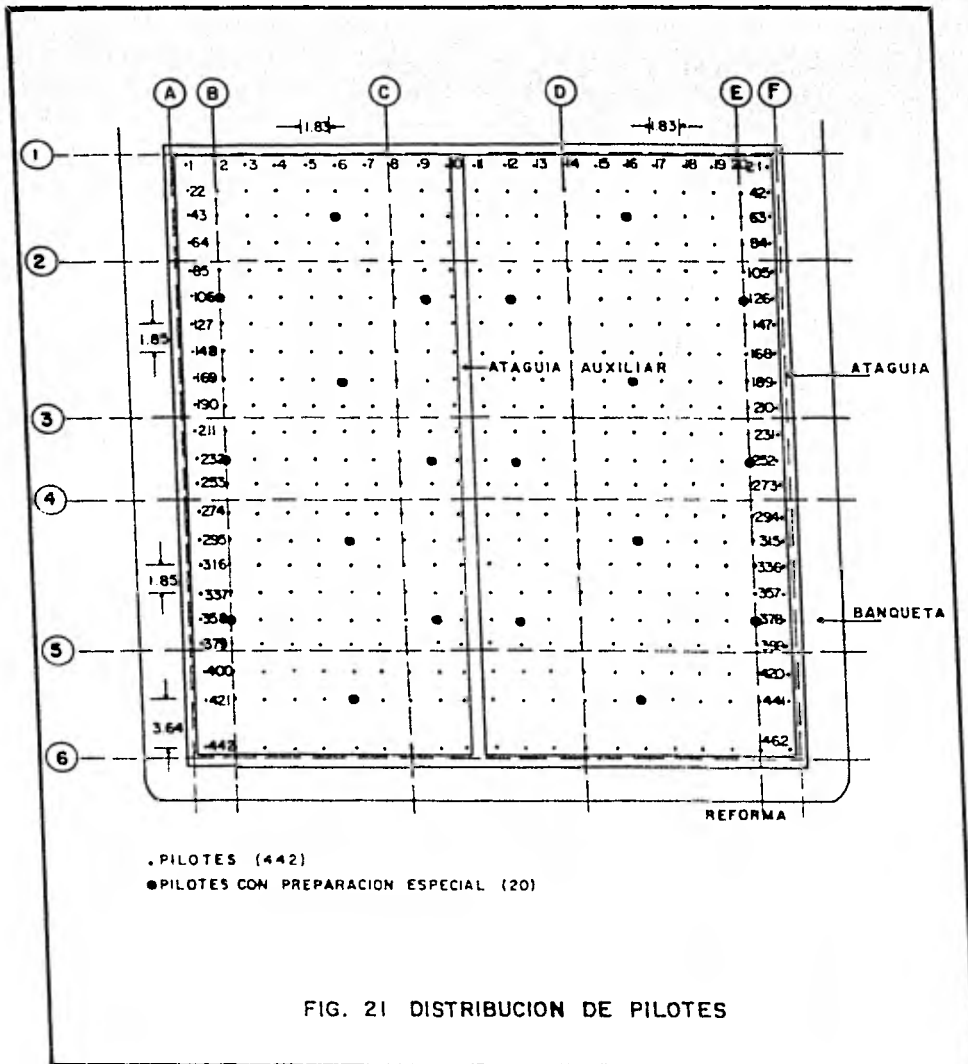
Una vez que el proyecto ha planteado la necesidad del uso de una cimentación por pilotes, unas de las primeras decisiones a tomar concierne a la forma de trabajo y al tipo del material por utilizarse en los mismos, ya que exigirán diversas alternativas dentro de las cuales deberemos encontrar la más adecuada a nuestro problema. Con el conocimiento de los pros y contras, así como la experiencia, nos será posible eliminar algunas alternativas que evidentemente no se adaptan a nuestras condiciones.

La forma de trabajo de los pilotes fue proyectada de fricción, debido a los resultados obtenidos de los estudios de mecánica de suelos mediante sondeos con muestreo continuo de tipo mixto, características y cargas del edificio, capacidad de carga, longitud requerida, comparación de costos, vida útil del edificio y experiencia personal.

Por las características de resistencia al corte, por el espesor y compacidad del subsuelo obtenidas de los estudios tanto de la primera capa dura como de los depósitos profundos, se pensó en utilizar pilotes de punta; pero según la información obtenida de la Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, el hundimiento regional en la zona dentro de la cual se localiza el predio en estudio fue de 5 cm/año en promedio, lo cual significó una limitación fundamental para cimentar el edificio mediante esta

forma de trabajo de pilotes, ya que significaría un "emergimiento" de éste, que a 30 años sería de 1.50 m. y que al - restar los asentamientos por consolidación (+ 20 cm) daría un "emergimiento" neto probable del orden de 1.30 m., provocando con ello problemas que deberían ser considerados en - el diseño de los accesos, abastecimientos de agua, tuberías de drenaje, banquetas y protecciones para la colindancia.

La distribución de pilotes seleccionada por el proyectista de acuerdo a la posición de las cargas adoptadas, - se reproduce a continuación (figura 21). En esta planta como podrá observarse la distancia a ejes entre pilotes, en - uno y otro sentido es de 1.83 y 1.85 m. respectivamente; - con la tolerancia adecuada para que pequeñas variaciones en su proceso de hincado no resulten peligrosas. Siendo esta una buena separación ya que al trabajar por fricción no admitirán más carga que la determinada por la resistencia del suelo, pues cuando los pilotes están muy próximos suelen resultar ineficaces y antieconómicos. Los puntos pintados en negro corresponden a los pilotes con la preparación espe - cial para las nivelaciones mencionadas en el capítulo II.4.4 figura 7.



Por lo que respecta al material con que pueden ser hechos, se optó por la alternativa de pilotes de concreto - prefabricado, los cuales están armados como columnas y fueron proyectados para resistir la flexión y choques inherentes con el proceso de colocación. Asimismo se tomó en cuenta la disponibilidad, transportación, manejo, capacidad de carga admisible y durabilidad.

Las características principales solicitadas a los materiales empleados fueron las siguientes:

Concreto $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ fabricándose de tal manera que cumplieran con todas las especificaciones contenidas en las normas de la Dirección General de Normas o A.C.I. - respectivamente.

Acero de refuerzo longitudinal: 8 varillas de $5/8'' - \varnothing$ con límite de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Acero transversal: estribos con varillas $3/8''$ a cada 30 cm. y límite de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. Cumpliendo con las especificaciones contenidas en las Normas D.G.N. para grado 42.

La longitud total de los pilotes y su sección transversal fueron de 10.00 y $0.40 \times 0.40 \text{ m}$. respectivamente, se construyeron en cimbras horizontales con el debido control-dimensional para obtener secciones perfectamente rectas y - uniformes. Se transportaron hasta adquirir la resistencia de proyecto.

Las tolerancias máximas pedidas para su construcción fueron las que se mencionan en seguida:

Longitud total	± 2 cm.
Variación sección	± 1 cm.
Recubrimientos	± 1 cm.
Localización de varillas	± 1 cm.
Desviación eje longitudinal	± 2 cm.

La forma y armado de los pilotes es la siguiente -
(figura 22).

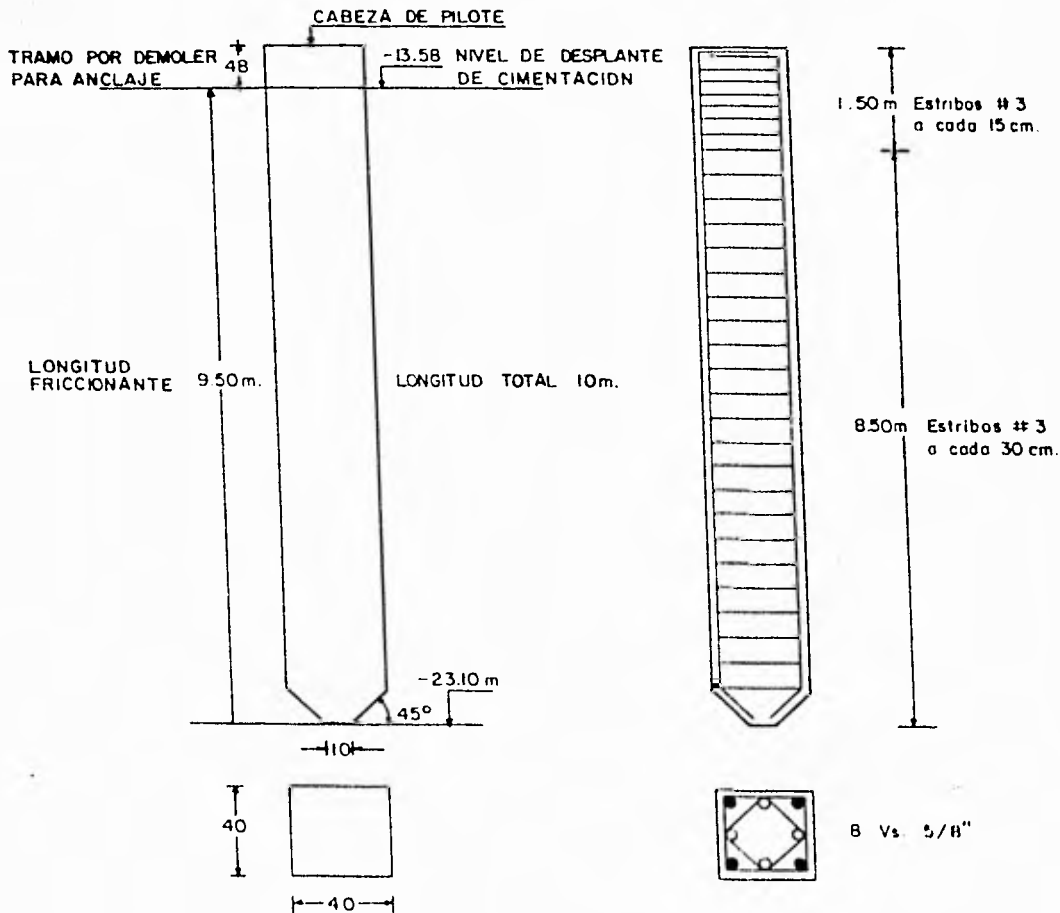


FIG. 22 FORMA Y ARMADO DE PILOTES

IV.2 CALCULO DEL NUMERO DE PILOTES

El número de pilotes se calculó de acuerdo a los siguientes datos arquitectónicos, estructurales y de mecánica de suelos.

- Carga promedio del edificio incluyendo la del cajón de cimentación = 28 ton/m^2 .
- Area (43.04 x 39.80 m.) = $1,712.99 \text{ m}^2$
- Profundidad de excavación = -13.72 m.
- Desplante de pilotes = -13.10 m.
- Valor de la cohesión = 6.7 ton/m^2
- Compensación al excavar hasta -13.72 m. = 17 ton/m^2
- Longitud útil de pilote = 9.50 m.
- Profundidad de la punta de pilote = -23.10 m.

CALCULOS

1. Presión neta sobre pilotes = $28 \text{ ton/m}^2 - 17 \text{ ton/m}^2$
= 11 ton/m^2
2. Capacidad de carga de los pilotes.

Anteriormente se mencionó que los pilotes de fricción desarrollan su resistencia por la adherencia que se genera entre éstos y los suelos que atraviesan, esto es, du -

rante su hincado se producen alteraciones en el subsuelo - que pueden hacer que la resistencia que ofrecen al ser colocados, sea totalmente diferente a largo plazo bajo carga permanente; siendo esto una limitación para el uso de las fórmulas dinámicas para calcular la capacidad de carga de estos pilotes.

La capacidad de carga se calculó con la siguiente fórmula que relaciona la cohesión y la adherencia:

$$Q_a = \frac{\alpha \cdot C \cdot A \cdot L}{F.S.}$$

- Q_a = capacidad de carga
 α = factor de adherencia = 0.6
 C = cohesión = 6.7 ton/m²
 A = área transversal pilote en m²
 L = longitud friccionante = 9.50 m.
 F.S. = factor de seguridad = 1.5

Sustituyendo valores:

$$Q_a = \frac{0.6 \times 6.7 \times 9.5 \times A}{1.5} = 25.46 A$$

Con esta expresión, la capacidad de carga en pilotes cuadrados de diferentes secciones es:

Sección (m.)	Q_a (Ton.)
1 0.40 x 0.40	40.74
2 0.45 x 0.45	45.83
3 0.50 x 0.50	50.92

La capacidad de carga puede determinarse en forma más acertada y conducir a grandes economías, si es que se basa en resultados de pruebas de carga sobre pilotes previa

mente hincados en el lugar.

Con objeto de obtener mayor seguridad acerca del comportamiento de los pilotes, se practicaron 2 pruebas de carga, las cuales mencionaremos posteriormente.

$$\text{Número de pilotes (Np)} = \frac{\text{Presión neta sobre pilotes (Ton)}}{\text{Capacidad carga pilote (Ton)}}$$

$$Np - 1 = \frac{11 \text{ Ton/m}^2 \times 1,712.99 \text{ m}^2}{40.74 \text{ ton.}} = 462 \text{ pilotes}$$

$$Np - 2 = \frac{11 \text{ Ton/m}^2 \times 1,712.99 \text{ m}^2}{45.83 \text{ ton.}} = 411 \text{ pilotes}$$

$$Np - 3 = \frac{11 \text{ Ton/m}^2 \times 1,712.99 \text{ m}^2}{50.92 \text{ ton.}} = 370 \text{ pilotes}$$

Después de un análisis de distribución de cargas, disposición de pilotes y recomendaciones de Mécanica de Suelos, se determinó que el número adecuado de pilotes era de 462 (ver figura 21).

En estos cálculos no se consideró la carga tomada por la adherencia entre el suelo y la ataguía de concreto, lo cual proporciona un factor de seguridad adicional a los pilotes en la zona perimetral, que a su vez también puede utilizarse para soportar cargas adicionales producidas por la excentricidad en la carga del edificio.

IV.3 HINCADO DE PILOTES

Hincar un pilote es la acción de hacerlo llegar has

ta la posición que ha de ocupar de acuerdo al proyecto. Para ello se emplean métodos que dependen del tipo de pilote, aunque el golpearlo para introducirlo generalmente es una manera. Más adelante se detalla el equipo empleado para este caso.

Una vez construida en su totalidad la ataguía perimetral e intermedia y continuando con el proceso constructivo de la cimentación, se procedió al hincado de los pilotes, haciendo para ello una excavación preliminar en todo el interior del terreno a la profundidad de 1.50 m. bajo el nivel 0.00, con objeto de remover los restos de cimentaciones antiguas, drenajes someros, rellenos, etc., que impidieran realizar con precisión la hinca de éstos. Asimismo, como parte de esta excavación se hizo la demolición del brocal interior que sirvió como guía para la construcción de la ataguía.

La totalidad de este material fue retirado, salvo una pequeña parte que se utilizó en la construcción de rampas que permitieron el acceso del equipo que sería utilizado posteriormente.

IV.3.1 PREEXCAVACION Y RELLENO DE EXCAVACIONES

Hecha la excavación preliminar y realizado el trazo de la posición de los pilotes, se efectuó una preexcavación hasta 13.0 m de profundidad, con el diámetro suficiente -- (50 ó 60 cm.) para que al hincarlo con seguidor pudiera ser extraído éste y la totalidad del material fácilmente. De 13.10 m. hasta 23.10 m. dado que existen estratos de compactidad media, se continuó realizando la excavación previa aunque ahora con un diámetro de 35 cm. No fue necesario el uso de lodo bentonítico o de cualquier otro método para retener

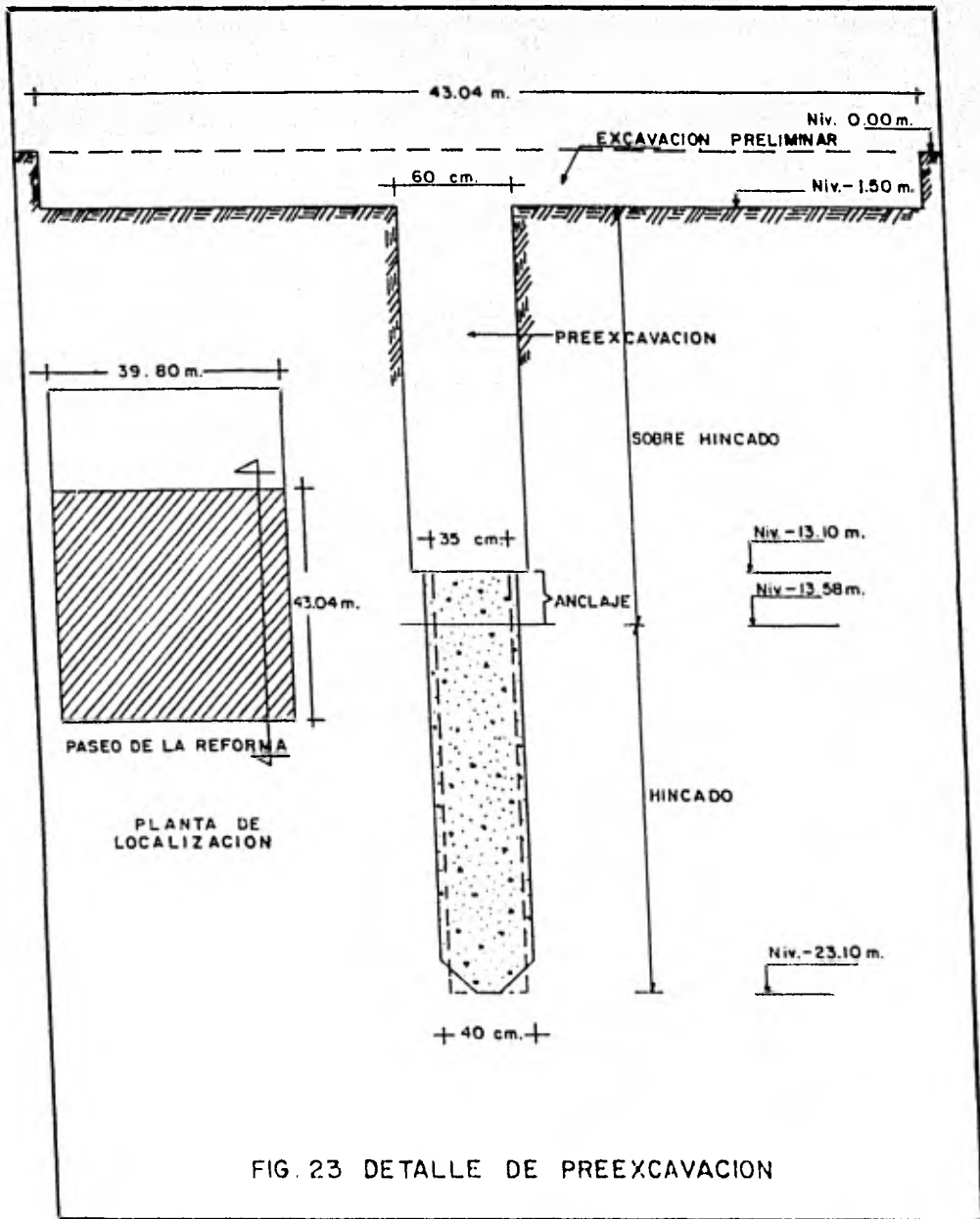
las paredes de esta perforación.

Esta preexcavación puede ser realizada con multitud de herramientas cortadoras o rotatorias, o bien, pueden hincarse además huecos que son retirados posteriormente. Evítase que al hincarse los pilotes se desplacen volúmenes de tierra que produzcan levantamientos en las estructuras adyacentes o en los pilotes vecinos.

De esta manera, los pilotes fueron hincados a la profundidad especificada más fácilmente y mediante el equipo adecuado (ver equipo).

Es posible que al descubrir las cabezas de los pilotes no obstante llevar un control de la profundidad y del número de golpes, existan pequeñas variaciones en sus niveles, ya que aún cuando se trate del mismo suelo y para un número determinado de golpes, puede hincarse en más o en menos a lo especificado; por ejemplo, si nos faltan 20.0 cm. de penetración, el próximo golpe nos puede hundir el pilote más de esta profundidad, si es menos, existe la posibilidad de otro golpe o de dejarlo en esa posición con la misma disyuntiva. Esto debe ser considerado en el cálculo, ya sea en el factor de seguridad o como en este caso que se tomó una longitud friccionante menor a la longitud total, para tomar estas variaciones y darle un buen anclaje a los pilotes una vez descabezados y amarrados al armado de la losa de cimentación.

Hincados los pilotes y con el objeto de trabajar sobre una superficie sin agujeros y firme que permitiera el acceso confiable del equipo de excavación, se rellenaron las perforaciones con material granular (arena y grava) con pocos finos.



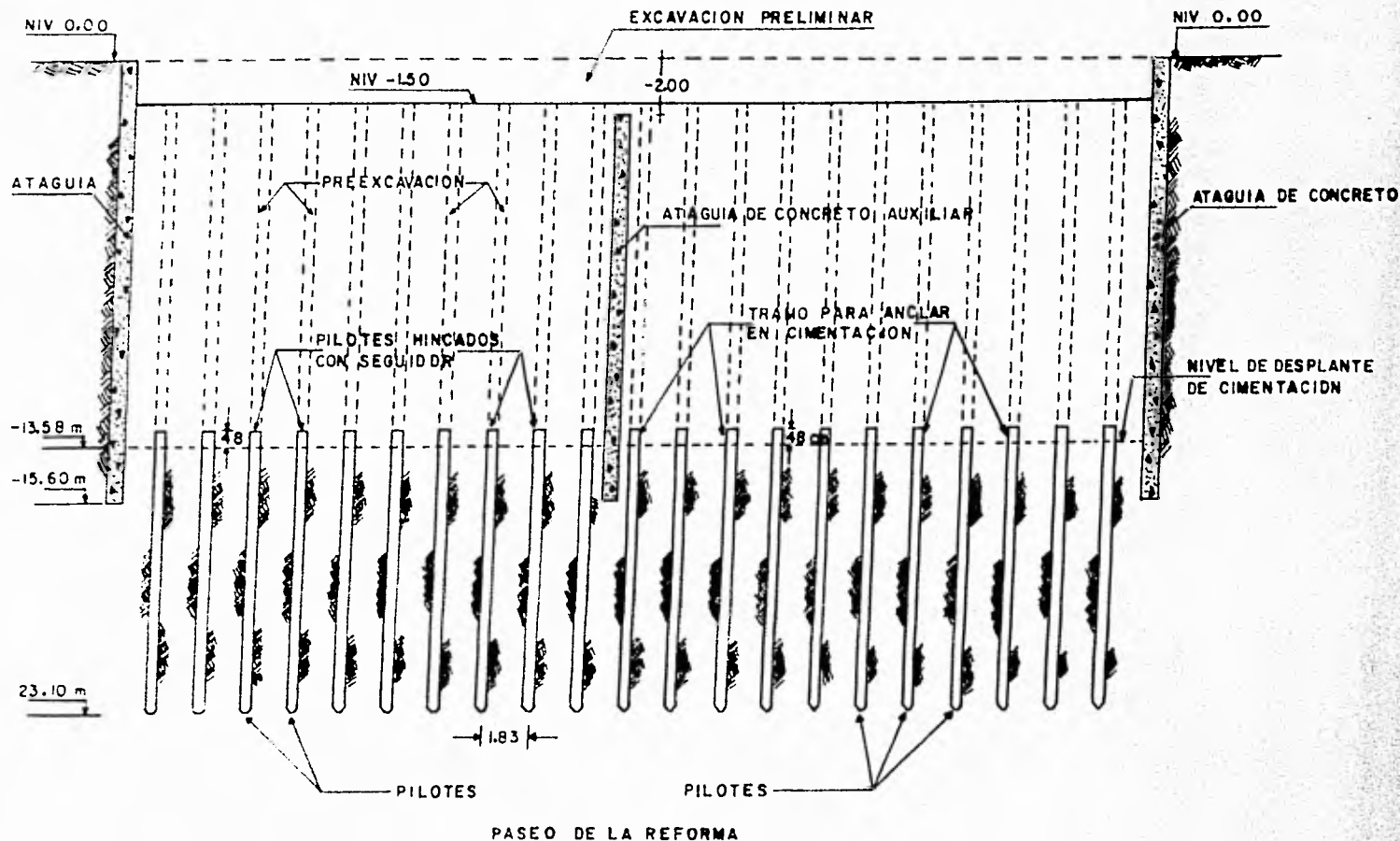


FIG.24 CORTE PARALELO A REFORMA

IV.3.2 ORDEN Y CONTROL DE HINCADO

A menudo se requiere hincar junto a otras edificaciones un gran número de pilotes, por lo que es necesario modificar lo menos posible el subsuelo colindante; el cual se afectaría por el efecto de las vibraciones producidas por el golpeteo, originando hundimientos de tierra que provocarían asiento de los pilotes cercanos, o por desplazamiento de material circundante si la hinca se realiza ayudada por inyección de agua, etc. Por lo tanto, es importante que al proyectar una cimentación con pilotes, se tenga en mente el orden a seguir, la magnitud y la naturaleza del equipo de hinca.

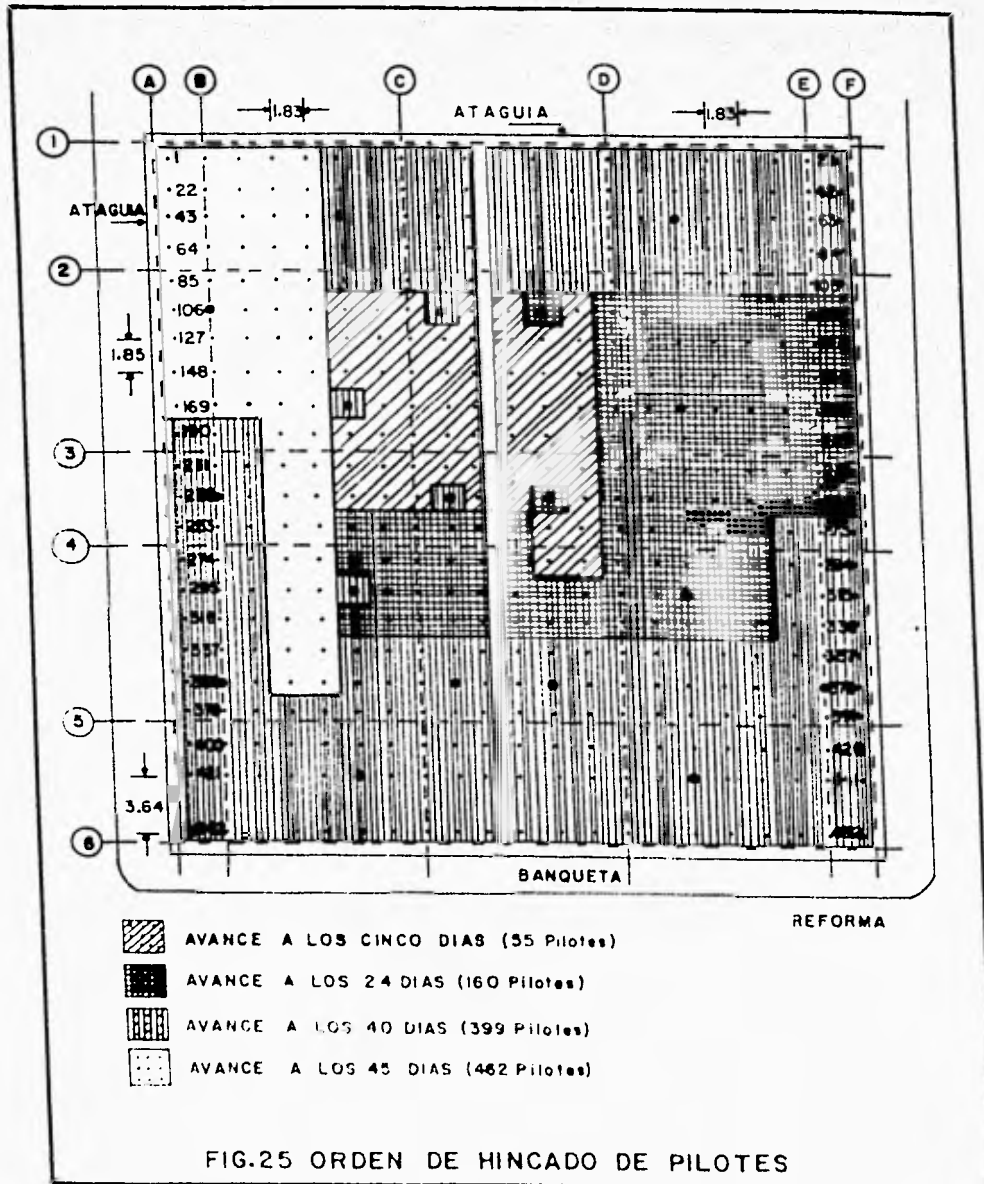
Para nuestro caso específico, el orden seguido durante el proceso de hincado se vió limitado a conseguir que los traslados y maniobras de equipo fueran mínimos, ya que como hemos de recordar, la atagüa de concreto fue diseñada para garantizar la estabilidad de las colindancias.

Cabe mencionar que siguiendo el orden de hincado de los pilotes, quienes partieron de la zona central del predio hacia la periferia; fueron construídos los pozos de bombeo para abatir el nivel de aguas freáticas especificados en el Capítulo II.6.

Para el estudio, interpretación y solución de cualquier problema producido por alguna irregularidad en el hincado de pilotes, se llevó un registro estricto del orden de hincado, del número de golpes aplicados a partir del nivel -13.60 m. y de la profundidad de cada pilote; para correlacionar estos datos, con los controles de nivelación (Capítulo I) y comportamiento de la obra.

La figura 25 y la gráfica número 12 que se anexan a

continuación, muestran el orden de hincado y el registro tipo de hincado de un pilote, respectivamente.



EDIFICIO: EDIFICIO EN REFORMA

AREA: CIMENTACION

No. DE PILOTE: 057

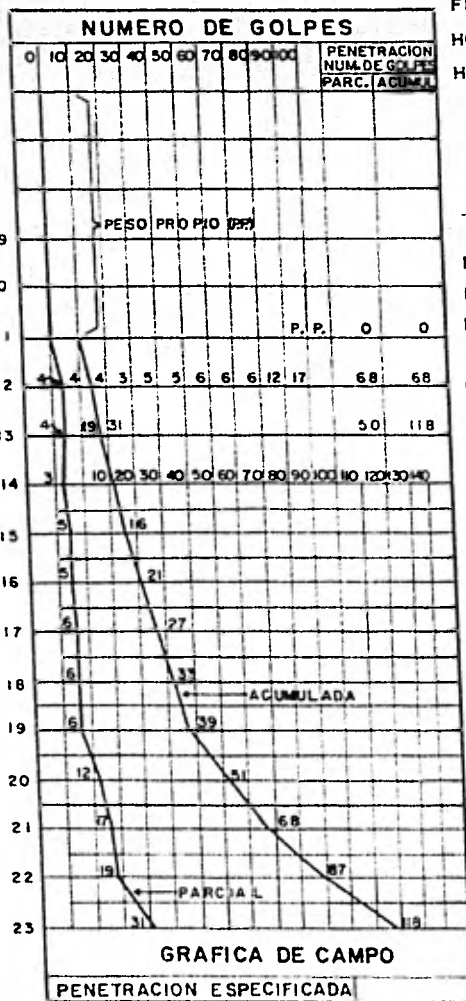
ORDEN DE HINCADO: 181

FECHA DE HINCADO: DE 19

HORA INICIO HINCADO: 17:40

HORA FINAL HINCADO: 17:50

P R O F U N D I D A D
D E
H I N C A D O
E N
M E T R O S



EMPRESA PILOTEADORA

MAQUINA: LS-68 Y LS-108

EQUIPO: AUX. DE PERF. E HINCADO

MARTILLO: DELMAG D-22

ENERGIA: 30,000.00 lb/plg

OPERADOR: _____

PERF. PREVIA: -23.10 m.

TIPO DE PILOTE: PRECOLADO

SECCION: 0.40 X 0.40 m.

LONGITUD: 10.00 m.

CONCRETO: f'c = 300 kg/cm2.

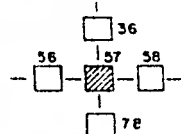
ACERO DE RZO.: 8 VARILLAS Ø 5/8"

FECHA COLADO: _____

REPORTE LABORATORIO: _____

3 DIAS f'c = 215 kg/cm2.

INTERVINO CONTROL DE CALIDAD



ELEV. BROCAL: _____

ELEV. TERRENO: -1.50 m.

ELEV. CABEZA: -13.10 m.

ELEV. PUNTA: -23.10 m.

NIV. POSTERIOR	
CABEZATERMIN	

TRAZÓ Y NIVELÓ: _____

OBSERVACIONES _____

GRAFICA No.12 REGISTRO TIPO DE HINCADO

IV.3.3 PRUEBAS DE CARGA

El desconocimiento de la carga que puede soportar - un pilote en suelos cohesivos, es probablemente la mayor incógnita que se presenta para preveer el comportamiento general de los mismos, ya que como hemos visto anteriormente no es adecuado el uso de las fórmulas dinámicas. Para conocer en forma confiable esta capacidad puede recurrirse al uso de los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante o a datos obtenidos de una prueba de carga.

No obstante que las pruebas de carga sean sumamente útiles, los resultados se deberán analizar con gran detenimiento, ya que puede ocurrir que las características del lugar en que se probó el pilote, sean diferentes a las de la posición de los otros. Las pruebas se realizan en un tiempo muy corto de tal manera que no dan datos de la fluencia y de la consolidación lenta, etc.

En vista de la importancia del edificio, de la incertidumbre del comportamiento de los pilotes y de los argumentos planteados al propietario en el sentido de que el dinero que se emplea en una prueba de carga resulta ser una buena inversión; se realizaron dos pruebas que en resumen dieron resultados satisfactorios para asegurar el buen comportamiento de la cimentación a corto y largo plazo.

IV.3.4 EQUIPO

En proyectos de gran envergadura es justificable - una gran inversión de equipos especiales para el hincado de pilotes, pero para una obra pequeña la inversión en los equipos que se requieran, haría que los costos resultaran prohibitivos.

No obstante que nuestro proyecto reviste una gran importancia, no fue necesario utilizar equipos especiales, ya que el proyecto mismo no lo requería, sino que se usaron los equipos normales de construcción para este tipo de trabajo.

Entre el equipo por utilizarse, la selección del -- martinete merece especial atención ya que está en función -- de diversos factores, entre los cuales cabe mencionar el tamaño, tipo y número de pilotes, características del suelo y tipo de piloteadora disponible. En el mercado existen diversos tipos de martinets con diferentes características, -- entre las cuales se deberá seleccionar el que más se adapte a nuestras necesidades.

Tomando en cuenta los factores anteriormente citados --, necesidades particulares de la obra y criterios a seguir de acuerdo con los estudios de Mecánica de Suelos, se llegó a la conclusión de que el equipo adecuado era el siguiente:

EQUIPO	MODELO	CAPACIDAD	CANTIDAD
1. Perforadora Watson	CA-5000	40 m	1
2. Grúa Link Belt	LS-108	39 ton	1
3. Grúa Link Belt	LS-68	12.5 ton	1
4. Martillo piloteador Delmag	D-22	6,700 kgs .m.	1
5. Martillo piloteador Delmag.	D-12	3,125 kgs .m.	1
6. Soldadora	SA-300	300 AMP	1
7. Trailer plataforma	--	40 ton	1
8. Camión de volteo	--	7 m ³	1
9. Vibrador de gasolina	--	--	4
10. Seguidor metálico	--	--	2
11. Broca espiral de 60 cm. Ø	--	--	1

12. Broca espiral de 35 cm. Ø	--	--	1
13. Bomba de 2" Ø para agua	--	--	1

IV.4 PROGRAMA DE OBRA

En forma análoga al capítulo III.4, se anexa a continuación el programa de obra y de equipo manejados durante el hincado de pilotes.

LISTA DE ACTIVIDADES

1. Trazo y nivelación
2. Movilización de equipo y personal
3. Fabricación de pilotes
4. Transportación de pilotes
5. Preexcavación
6. Hincado de pilotes
7. Carga y acarreo del material de preexcavación
8. Relleno de las perforaciones
9. Limpieza final y entrega de los trabajos
10. Pruebas de carga.

NOTA: Las pruebas de carga no intervienen en el programa -- de obra, dado que se realizarán al descubrir las cabezas de los pilotes, una vez que sean efectuadas las excavaciones y troquelamientos.

IV. 4.- PROGRAMA DE OBRA PILOTES DE CONCRETO

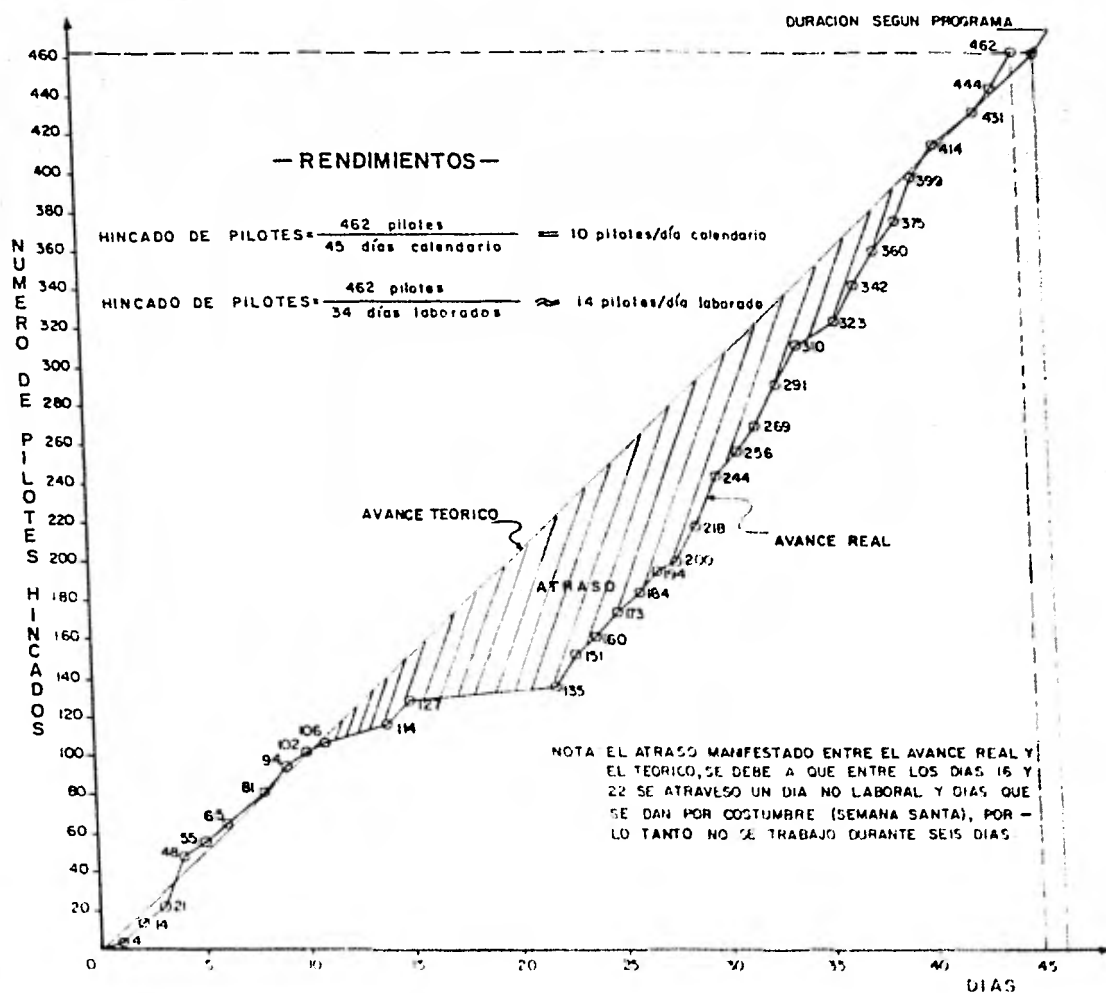
No.	CONCEPTO	CANTIDAD DE OBRA	UNID.	PRIMER MES								SEGUNDO MES								TERCER MES							
				4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76					
1	Trazo y nivelación	1712.99	m2.	12								33															
2	Movilización de equipo y per.	1.00	lote	22																							
3	Fabricación de pilotes	462.00	pza.									49															
4	Transportación de pilotes	462.00	pza.	14								58															
5	Preexcavación	9979.20	m.	17								63															
6	Hincada de pilotes	9979.20	m.	17								63															
7	Carga y acarreo mat. preexc.	1951.16	m3.	19								65															
8	Relleno de las perforaciones	1502.22	m3.	11								67															
9	Limpieza final y entrega trab.	1.00	lote																	69							
10	Pruebas de carga			NO ENTRAN EN EL PROGRAMA DADO QUE SE REALIZARAN AL HACER LAS EXCAVACIONES																							

PROGRAMA DE EQUIPO

1	Perforadora Watson	1		14								64											
2	Grúas Link Belt LS-108 y 68	2		14								64											
3	Martillos piloteadores D-22 y 12	2		14								64											
4	Camión de volteo 7m3.	3		19								65											
5	Soldadora SA-300	1		49																			
6	Seguidar metálico	2		14								64											
7	Broca espiral	2		14								64											
8	Bomba para agua 2" Ø	1		49																			

IV.4.1 AVANCE DE OBRA

Directamente del lugar de los trabajos se obtuvieron los datos que se representan en la siguiente gráfica, en la cual el eje de las ordenadas contempla el número de pilotes hincados y el de las abscisas el tiempo real de ejecución.



IV.5 INDICES DE COSTO

PRESUPUESTO PILOTES DE CONCRETO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1. Trazo y nivelación	m ²	1,712.99	\$ 46.00	78,797.54
2. Fabricación de pilotes de concreto 40 x 40 cm. y 10 m. de longitud, incluye - transportación	pza	442.00	4,750.00	2'099,500.00
3. Fabricación de pilotes con preparación especial para control de nivelaciones	pza	20.00	6,968.00	139,360.00
4. Preexcavación hasta -23 m. con extracción de material	m.	9,979.20	98.00	977,961.60
5. Hincado de pilotes	m.	9,979.20	145.00	1'446,984.00
6. Carga y acarreo del material de preexcavación	m ³	1,951.16	115.00	224,383.40
7. Relleno de las perforaciones	m ³	1,502.22	205.00	307,955.10
8. Limpieza	m ²	1,712.99	23.00	39,398.77
9. Pruebas de carga	pba	2.00	90,000.00	180,000.00
10. Demolición de cabezas de pilotes	pza	462.00	200.30	<u>92,538.60</u>
			SUBTOTAL	\$5'586,879.01
11. Excavación preliminar y demolición de brocales	m ³	2,550.00	85.00	<u>216,670.00</u>
			TOTAL =	\$5'803,549.01

NOTA: La excavación preliminar y demolición de brocales no intervendrá en los índices de costo, dado que es una actividad no del todo inherente a los pilotes.

INDICES DE COSTO (I.C.)

- a) Índice de costo por pilote
 Número de pilotes = 462 pilotes
 Importe total = \$ 5'586,879.01
- $$\text{I.C.} = \frac{\$ 5'586,879.01}{462 \text{ pilotes}} = \$ 12,092.81 / \text{pilote}$$
- b) Índice de costo por ml. de pilote
 Metros lineales de pilotes = 462 x 10 = 4,620 ml
 Importe Total = \$ 5'586,879.01
- $$\text{I.C.} = \frac{\$ 5'586,879.01}{4,620 \text{ m.}} = \$ 1,209.28 / \text{ml}$$
- c) Índice de costo por ml. de hincado
 Metros lineales de hincado = 462 (23.10 - 1.50)
 = 9,979.20 ml.
 Importe total = \$ 5'586,879.01
- $$\text{I.C.} = \frac{\$ 5'586,879.01}{9,979.20 \text{ m.}} = \$ 559.85 / \text{ml}$$
- d) Índice de costo por m² de terreno
 Area = 43.04 x 39.80 = 1,712.99 m²
 Importe total: \$ 5'803,549.01
- $$\text{I.C.} = \frac{\$ 5'803,549.01}{1,712,99 \text{ m}^2} = \$ 3,387.96 / \text{m}^2$$

C A P I T U L O V

EXCAVACION Y TROQUELAMIENTO

- V.1 CONSIDERACIONES GENERALES
- V.2 TROQUELAMIENTOS
- V.3 EXCAVACIONES Y COLADOS
- V.4 SECUENCIA DE TROQUELAMIENTOS, EXCAVACIONES Y COLADOS
- V.5 PROGRAMA DE OBRA
- V.6 PRESUPUESTO DE CIMENTACION
 - V.6.1 PRESUPUESTO GENERAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA DE CIMENTACION
 - V.6.2 INDICES DE COSTO

EXCAVACION Y TROQUELAMIENTO

V.1 CONSIDERACIONES GENERALES

A manera de resumen de los capítulos precedentes y para la exposición del presente, habremos de hacer una síntesis de lo que hasta este momento hemos escrito acerca del proceso constructivo de la cimentación y de lo que constituye la última etapa del mismo; ya que con la explicación de este capítulo se termina la parte medular de esta tesis, sin restar importancia obviamente al capítulo posterior (VI Elementos estructurales), ya que complementa en forma por demás esencial a este y a los objetivos trazados por nosotros para la elaboración de nuestro trabajo.

El proceso constructivo descrito hasta el momento y que relaciona el control de movimientos, la estabilidad de calles y edificios circundantes, el control del agua del subsuelo, la excavación, la construcción de la cimentación y pisos de estacionamiento, ha sido el siguiente:

1. Instrumentación para control de obra: esta fase cuyas características principales son las de llevar un estricto control de movimientos, está desde luego íntimamente ligada con todas las etapas de construcción, capítulo II.

2. Atagüa de concreto: contando con la superficie del terreno, se procedió al colado de una atagüa de concreto para garantizar la estabilidad de excavaciones y colindancias, y como muro de retención del edificio, capítulo III.

3. Pilotes de concreto: hecha una excavación preliminar en todo el terreno, se hincaron 462 pilotes, capítulo IV.

4. Construcción de pozos de bombeo para abatimiento del nivel freático, capítulo II.6.

Posteriormente a estas etapas se instaló un sistema de troqueles metálicos para mantener la posición de la atagüa de concreto y poder iniciar las excavaciones desde el nivel -1.50 hasta -13.72 m., quienes alcanzando el nivel de desplante, permitían la construcción de plantillas y elementos estructurales; trabajo al cual hemos denominado Excavación y Troquelamiento.

Para un mejor entendimiento del proceso de Excavación y Troquelamiento, expondremos en forma particular sus componentes: troquelamientos, y excavaciones y colados, para finalmente enfocarlos en forma general de acuerdo al orden cronológico que deben seguir para su realización material: secuencia de troquelamientos, excavaciones y colados.

V.2 TROQUELAMIENTOS

Previo a las excavaciones, se requirió del empleo de puntales metálicos (troqueles) que impidieran los desplazamientos horizontales de la atagüa durante éstas y el colado de la cimentación hasta el nivel de banquetta, los cuales no formaron parte integrante de la estructura.

Del estudio de Mecánica de Suelos, Proyecto Arquitectónico y Análisis Estructural, se obtuvo el dimensionamiento, número y distribución de los troqueles.

El diseño resultante se concretó a tres tipos dife-

rentes:

1. Puntales metálicos tipo A, con aproximadamente \pm 24.50 m. de longitud total, que se colocaron en la proximidad de los ejes 1 y 6, o sea, en la colindancia Sur del terreno y en la avenida Paseo de la Reforma.

2. Puntales metálicos tipo B, de aproximadamente \pm 20.00 m. para ser colocados entre la atagüa situada a lo largo de las calles perpendiculares a Reforma y la atagüa auxiliar.

3. Puntales metálicos tipo C, de diferentes longitudes como apoyo secundario en la colindancia y Paseo de la Reforma, en las proximidades de la zona de rampas y complementarios para transmitir presiones horizontales entre uno y otro lado de la atagüa interior.

Las dimensiones generales de los troqueles se contemplan en las figuras 26a), 26b), y 26c) respectivamente y la secuencia de colocación en el capítulo V.4.

Entre los requisitos mínimos indispensables solicitados para la fabricación y montaje de los troqueles, podemos mencionar los siguientes:

1. MATERIALES

a) Los materiales que se utilicen para la fabricación, deberán ser de acero estructural calidad A-36, tanto en ángulos y placas como en perfiles laminados. No podrán variar en ninguna forma y deberán comprobarse por medio de pruebas de control de calidad y resistencia, las cuales tendrán que cumplir con las especificaciones de la A.S.T.M.-A6 y la D.G.N.

Cualquier tipo de acero no identificado, podrá usarse únicamente en lugares donde la resistencia o soldadura no afecten a la construcción misma.

b) Los perfiles laminados cumplirán con las tolerancias de laminación en lo relativo a espesor, flechas, paltos, etc., contarán con la longitud máxima posible entre traslapes, desechándose aquellos elementos que por errores de corte tengan menor longitud de la requerida o se presenten flambeos secundarios entre apoyos a lo largo del elemento.

c) las secciones prefabricadas serán construídas con placas, ángulos, canales o viguetas, ligadas entre sí con soldadura; quedando siempre dentro de las tolerancias marcadas para las secciones laminadas.

En secciones menores de 6 m. no se permitirán traslapes, permitiéndose únicamente para las mayores, los cuales se harán a más de 6 m. o en los lugares requeridos para facilidad de montaje. Asimismo, deberán estar libres de defectos de manufactura como torceduras, lajeado, porosidad, etc.

d) La soldadura deberá ser de la serie E-70, de calidad reconocida y cumplir con todas las especificaciones de la sociedad americana para soldaduras A.W.S. Se aplicará en superficies limpias de costras, escorias, grasa, pintura, etc.; evitando torceduras, flambeos o quemado de material, ya que piezas con esos defectos se repondrán íntegramente.

Se revisarán mediante pruebas de laboratorio, visualmente y por radiografías, los espesores, la existencia de falta de penetración, porosidad, quemado, etc. y se cali-

ficará a los soldadores y operarios de equipo.

2. MONTAJE

El montaje se hará con toda precaución para evitar la introducción de esfuerzos parásitos por efectos de plumas, malacates, tornillos o de soldaduras en las juntas, quedando perfectamente rectas y soldadas antes de aplicar sobre los troqueles las cuñas necesarias para su fijación y la presión de 10 ton. que será aplicada mediante gatos, para permitirles sostenerse sin apoyos interiores.

No deberá montarse ninguna pieza que esté deformada por efectos de transporte o golpes durante el montaje, ya que no se transmitirían adecuadamente las presiones horizontales entre uno y otro lado de la ataguía.

Se revisará continuamente la capacidad de cualquier elemento para evitar fallas incipientes por mala presión, soldadura, etc.

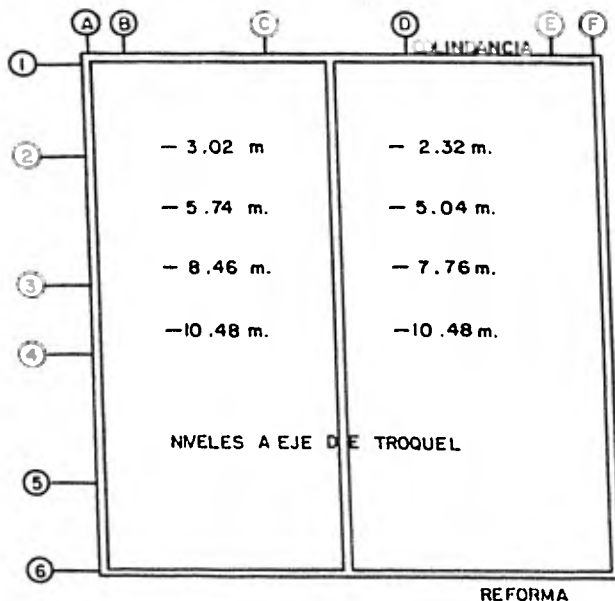
Además de las especificaciones generales para la fabricación y montaje de estructuras de este tipo, contenidas en el reglamento de las construcciones y de los servicios urbanos dentro del Distrito Federal y las anteriores, se deberá cumplir con las especificaciones para la fabricación y montaje de estructuras de acero contenidas en el manual para constructores de la compañía Fundidora de Fierro y Acero Monterrey.

La cantidad de troqueles por fabricar está en función directa con las etapas de excavación y colado, y con el rendimiento esperado según el programa de obra; ya que al ir colando la cimentación se irán trasladando éstos a otros lugares, debido a que la estructura colada será capaz

de contrarrestar por sí sola los empujes que harían deslizar a la atagüa.

Es importante hacer hincapié en que los troqueles no tendrán la misma longitud en uno y otro lado de la atagüa-auxiliar, por lo que deberán reconstruirse, utilizando para ello sopletes y personal especializado.

La colocación de los troqueles se efectuó en forma-progresiva según el avance de excavación y en los niveles -marcados para ellos, los cuales fueron los siguientes:



V.3 EXCAVACIONES Y COLADOS

Las excavaciones se realizaron íntimamente ligadas-al sistema de troquelamiento, al correcto funcionamiento de los pozos de bombeo y al comportamiento observado en el con-trol de movimientos. Se iniciaron de la colindancia de la-

atagüa central hacia la calle de Praga, con el objeto de tener primero terminada esta zona para reducir al mínimo sus movimientos.

Se fueron realizando progresivamente hasta proporciónar la profundidad mínima indispensable para la instalación de los troqueles, sin avanzar por ningún motivo si éstos no quedaban perfectamente colocados y recibidos. En la forma anterior, las excavaciones presentaron una superficie horizontal y un talud de avance de 1:1.

Para evitar totalmente el amasamiento de la superficie, se excavaron a mano los últimos 30 cm., colocando inmediatamente los drenes indispensables para que el agua fluyera hacia el pozo más próximo, así como una plantilla de arena, y el colado de una plantilla de concreto; sin hacer aún la demolición de las cabezas de los pilotes ni las ranuras necesarias para anclar los elementos estructurales a la atagüa.

Al llegar al nivel de plantillas, se instalaron los puntos de control de expansiones (Fig. 9a) para conocer la evolución de los "bufamientos".

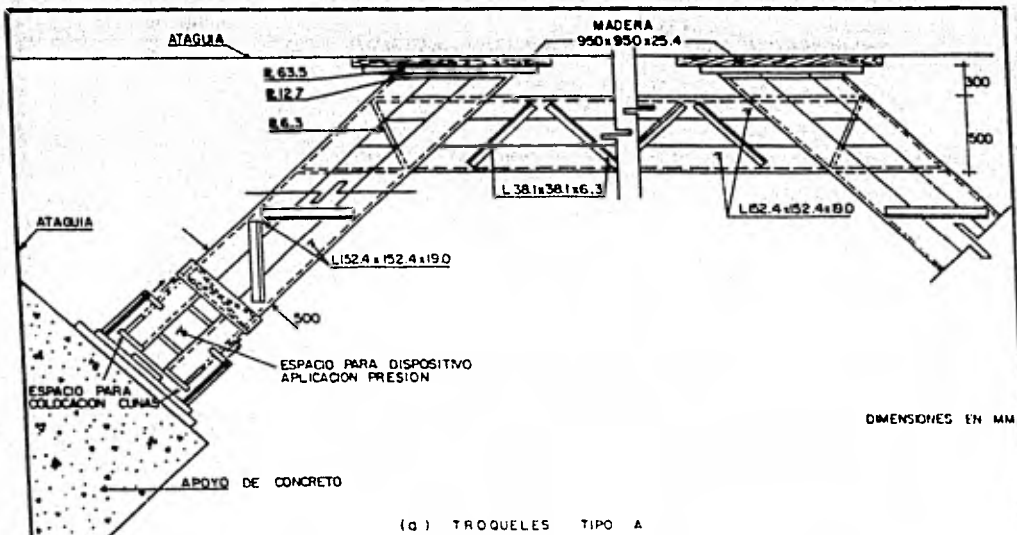
Las plantillas sirvieron para efectuar los colados sobre una superficie limpia, la cual contaba con pequeños orificios para impedir la presencia de agua libre sobre el terreno y enviarla a los drenes inferiores (Fig. 27c).

Como hemos de recordar, el terreno lo encontramos dividido en dos partes por medio de la atagüa central, a la parte situada sobre el lado de Praga se le denominó 1a. etapa de excavación y a la del lado de Oxford 2a. etapa de excavación, fig. 27a. A su vez cada etapa fue dividida en cuatro zonas Fig. 27b, las cuales fueron atacadas en las di

ferentes áreas que veremos en el tema V.4.

Una vez concluida la excavación y colada la plantilla de cada zona, se procedió a construir la losa de cimentación y demás elementos estructurales cuyos cortes de colado fueron similares a las zonas de excavación Fig. 28, se retiraron los troqueles tipo A y B según el caso y se instalaron troqueles cortos tipo C entre esta parte construida y la atagüa auxiliar.

Al terminar las excavaciones y troquelamientos tanto de la 1a. como la 2a. etapa de excavación, se abrieron ventanas en el muro para interconectar la estructura, retirar los troqueles cortos y así paso a paso demolar el muro central y colar la zona restante.



DIMENSIONES EN MM

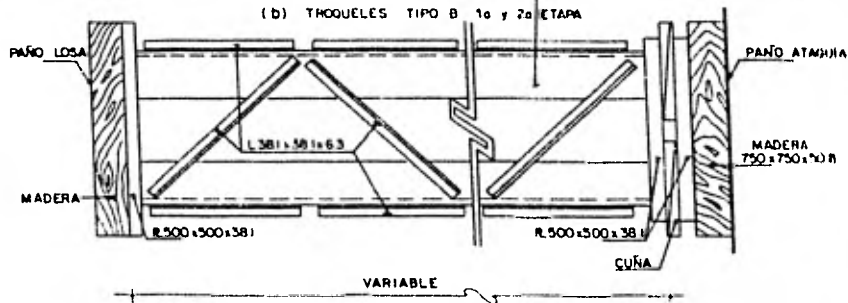
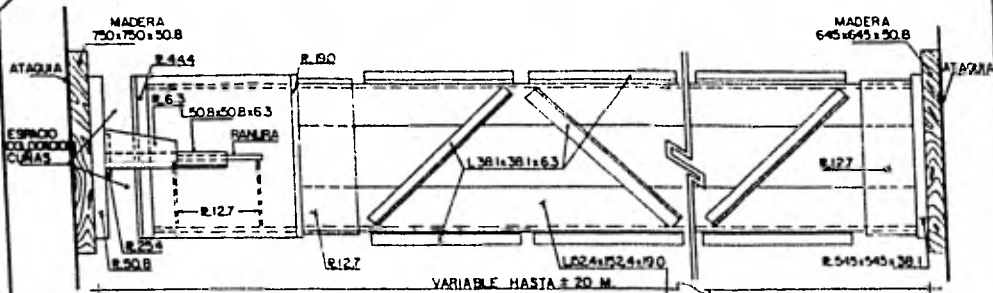
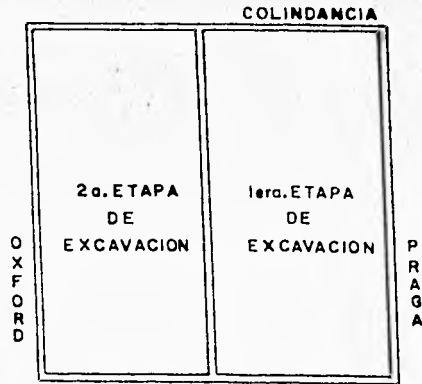
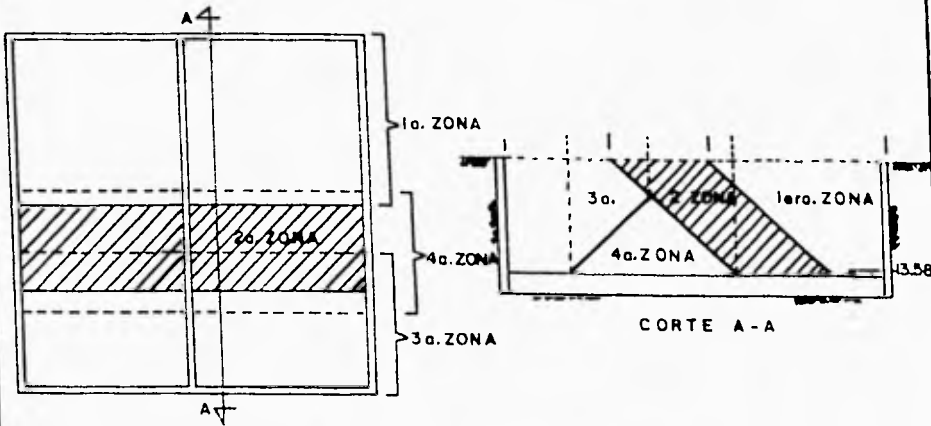


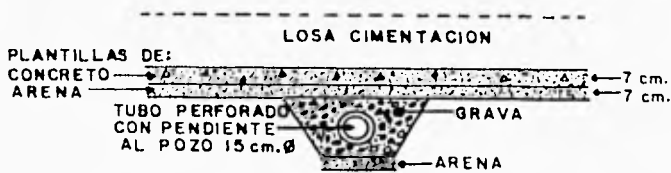
FIG. 26 DIMENSIONES GENERALES DE TROQUELES



(a) ETAPAS EXCAVACION



(b) ZONAS DE EXCAVACION



(c) DREN

FIG.27 ETAPAS Y ZONAS EXCAVACION

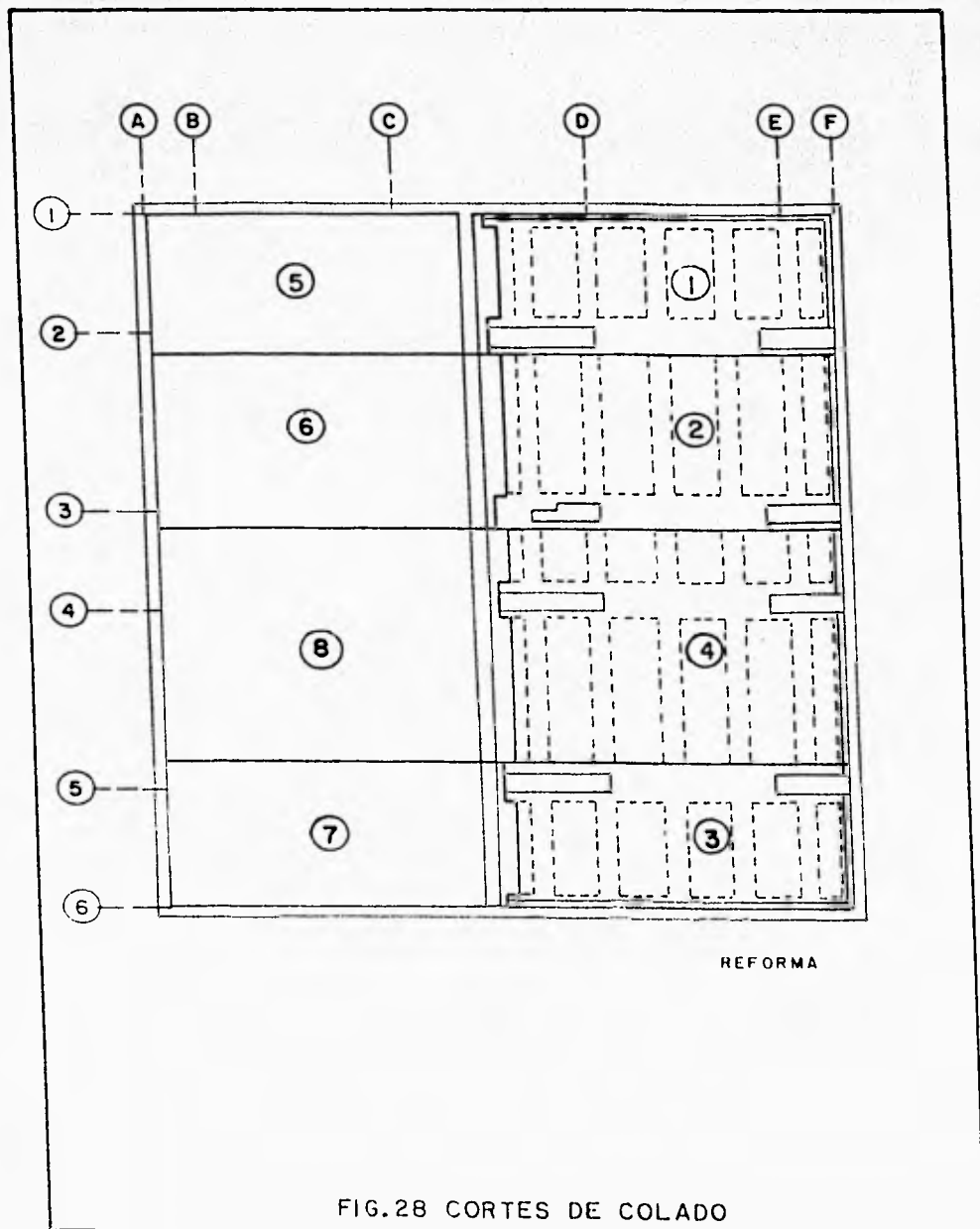


FIG.28 CORTES DE COLADO

V.4 SECUENCIA DE TROQUELAMIENTOS, EXCAVACIONES Y COLADOS

1. PRIMERA ETAPA

La construcción de la primera etapa de excavación y colados, se efectuó de la colindancia Sur hacia la avenida-Paseo de la Reforma, ver Fig. 27a, y para su ejecución se dividió en 4 zonas, procediéndose de la siguiente manera:

1.1 Primera Zona

a) Excavación del área limitada por la atagüa central y la que se localiza a lo largo de la calle de Praga, en el área y profundidad definida por A-1, e instalación inmediata del primer troquel Tipo A (fig. 29). Sobre éste se aplicó la presión de 10 ton. para que quedara perfectamente troquelada la atagüa, antes de continuar la excavación.

b) Excavación del área A-2 para colocar a la profundidad de -2.72 m. dos troqueles tipo B y aplicación de presión antes de continuar la excavación: troqueles 2 y 3-fig. 30.

c) Excavación del área A-3, para instalar un segundo troquel tipo A y dos tipo B a nivel - 4.74 y - 5.34 m. - respectivamente, troqueles 4, 5 y 6, fig. 31.

d) Procediendo de la misma forma, se excavaron las áreas A-4, A-5 y A-6 hasta el nivel de desplante y se colocaron los troqueles números 7 a 16 inclusive, siguiendo para ello las recomendaciones pertinentes. Se colocaron antes de 12 horas los drenes y las plantillas respectivas; se iniciaron, el descabece de pilotes y las ranuraciones necesarias en la atagüa para los anclajes de los elementos es-

tructurales, figuras 32, 33 y 34.

e) Después de excavar a nivel de plantillas e iniciar los trabajos anteriormente mencionados, se excavó el área A-7, y se colocaron los troqueles 17 y 18, prosiguiendo con la construcción de plantillas, recortes en la ataguía perimetral, armado y colado de la losa de cimentación, teniendo para ello especial cuidado en las juntas de colado y en los detalles que posteriormente veremos en el capítulo VI, fig. 35.

1.2 Segunda Zona

a) De acuerdo con el comportamiento observado, se procedió con la excavación del área A-8 y montaje de troqueles 19, 20, 21 y 22, fig. 36. En esta figura se podrá apreciar la primer zona de colados totalmente terminada, lo cual no es del todo verdadero, ya que se trata únicamente de ejemplificar; puesto que en algunas zonas se estará construyendo y retirando troqueles tipo A y/o B con la condición de que los entrepisos apuntalen la ataguía por medio de troqueles tipo C; mientras que en otras se excava.

b) Excavación del área A-9 y colocación de los troqueles 23, 24, 25 y 26 en los niveles -2.62, -5.34, -8.06 y -10.78 m. respectivamente, fig. 37. Siendo este el límite para el inicio de la construcción de la segunda zona de colados.

Una vez alcanzado el nivel -13.72 m. para esta segunda zona, se colocaron sus drenes y plantillas correspondientes, iniciándose posteriormente el descabece, ranuras y colados.

1.3 Tercera Zona

a) De acuerdo con el comportamiento observado, se prosiguió con las excavaciones de las áreas A-10, A-11, y A-12 y montaje de troqueles 27, 28, 29, 30, 31 y 32, figuras 38, 39 y 40. Esta última, al igual que la fig. 36, trata únicamente de ejemplificar la secuencia requerida.

b) En forma progresiva fueron excavadas las áreas A-13, A-14 y A-15 y A-16, y recibidos los troqueles 33 a 42 inclusive. Alcanzado el nivel de plantillas se efectuaron los trabajos preliminares pertinentes de esta tercera zona de colados, figuras 41, 42, 43 y 44.

Estas figuras no contemplan la construcción de la estructura de cimentación de las zonas de colado 1 y 2, con el fin de hacer más accesible la interpretación del avance de excavaciones y troquelamientos descritos hasta el momento.

Construida la losa y contratrabes de cimentación se fue lastrando la zona comprendida entre los ejes 5 y 6 hasta el nivel de banqueta, utilizando para ello la arena saturada marcada por los estudios de Mecánica de Suelos; y así poder reducir la excentricidad mencionada con anterioridad.

1.4 Cuarta Zona

a) Con la excavación de las áreas A-17 y A-18 y con la colocación de los troqueles 43 y 44, se concluye con la primer etapa de excavación y se inicia con la construcción de la cuarta zona de colados, entrelazando las estructuras con las de las zonas 2 y 3, figuras 45, 46, 47 y 48. En la fig. 45 se consideraron los mismos lineamientos que para las figuras 36 y 40, en las cuales no aparecen los troqueles

tipo A y B, ya que con el avance vertical de los colados se fueron retirando éstos y colocando los tipo C.

Considerando que el espacio de la primera etapa de excavación es mayor que la segunda, fue necesario hacer una rehabilitación de troqueles para ajustarlos a las longitudes adecuadas, además de conservar el troquelamiento correcto entre los diferentes colados y la atagüa intermedia.

Desde el inicio de las excavaciones el nivel freático se mantuvo dentro de los pozos de bombeo 1, 2 y 3, aproximadamente a la profundidad de 20 m. Fue vigilado constantemente el nivel del agua de los pozos 4, 5 y 6 para evitar su abatimiento espontáneo y se niveló toda la zona próxima a excavación, midiendo además el nivel del agua en los piezómetros cercanos.

2. SEGUNDA ETAPA

Terminada la excavación y el troquelamiento de la primera etapa, se iniciaron las excavaciones, troquelamientos y colados de la segunda, siguiendo una secuencia sucesiva similar a la descrita anteriormente; aunque para este caso se tuviera la necesidad de demoler la atagüa intermedia y fueran diferentes los niveles de excavación, troquelamientos y colados, ya que el proyecto arquitectónico así lo requería.

En vista que el proceso es exactamente igual, fuera de las diferencias ya mencionadas; no haremos la secuencia de figuras realizadas para la primera etapa, concretándonos exclusivamente a graficar la segunda ya concluida, fig. 49- y 50 y a explicar el método empleado para la interconexión de las dos etapas.

Para la interconexión de las dos etapas se fueron - abriendo primeramente los orificios correspondientes a los elementos por ligar: muros de carga, de acompañamiento, - trabes, etc., se fue demoliendo en forma progresiva la ataguía auxiliar y finalmente se construyeron las rampas y elementos complementarios a los entrepisos de estacionamiento. A medida que se obtenía la resistencia necesaria en el concreto de las zonas interconectadas, se retiraban los troqueles tipo C.

De esta manera se concluye la construcción de la estructura de cimentación y niveles de estacionamiento, figuras 51 y 52.

La extracción del agua freática se continuó durante el tiempo necesario y se dejó restablecer paulatinamente a juicio de los asesores en Mecánica de Suelos, para lograr - de esta manera, la estabilidad del edificio con respecto a movimientos verticales. Finalmente se sellaron los pozos - de bombeo de acuerdo a la fig. 12.

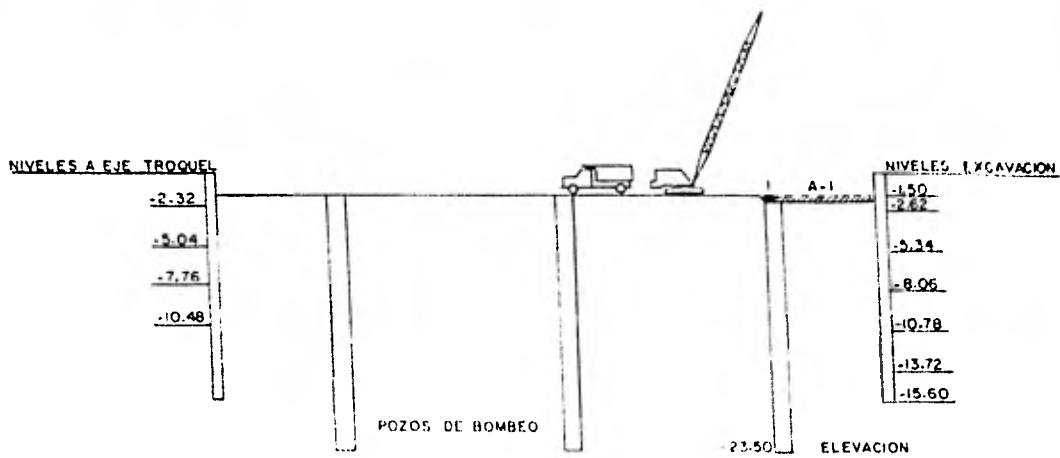
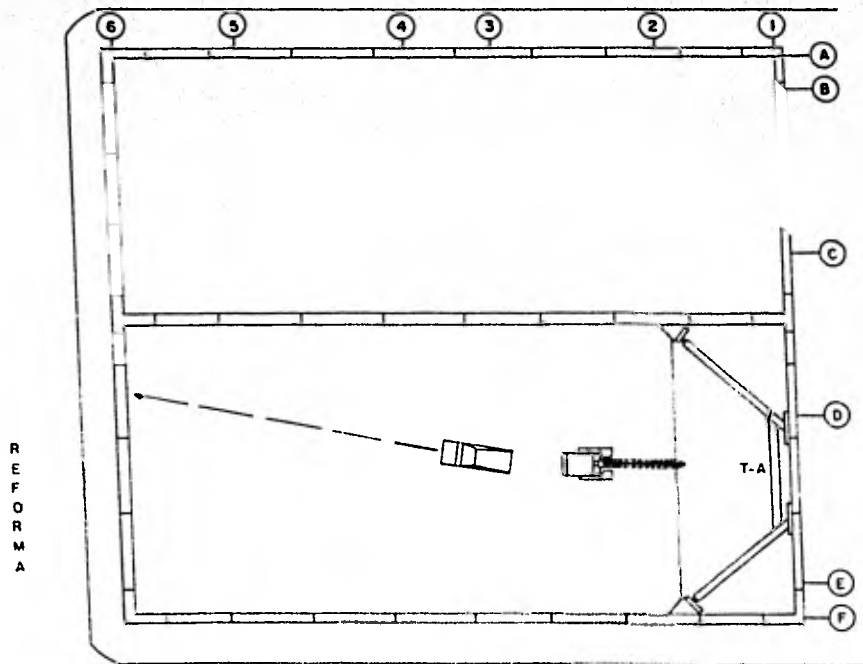


FIG. 29 COLOCACION PRIMER TROQUEL, ACUMULADOS I.

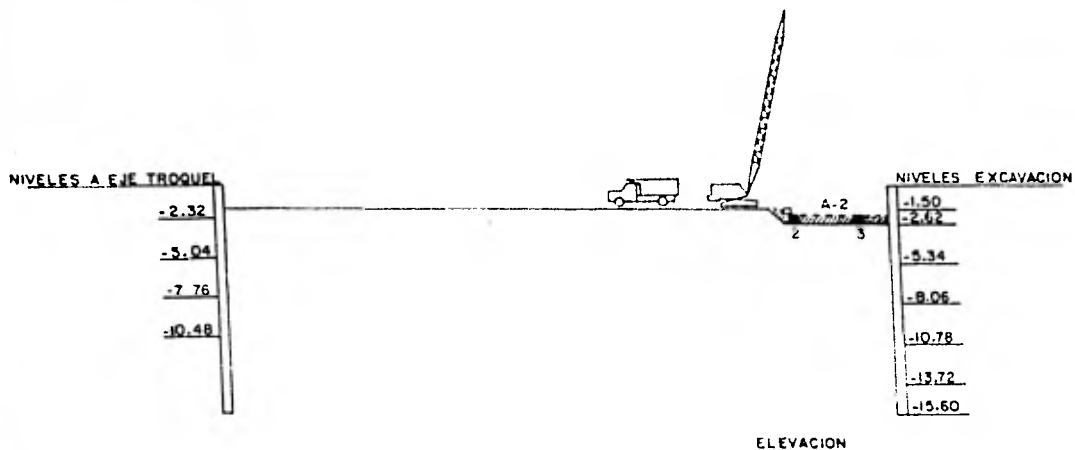
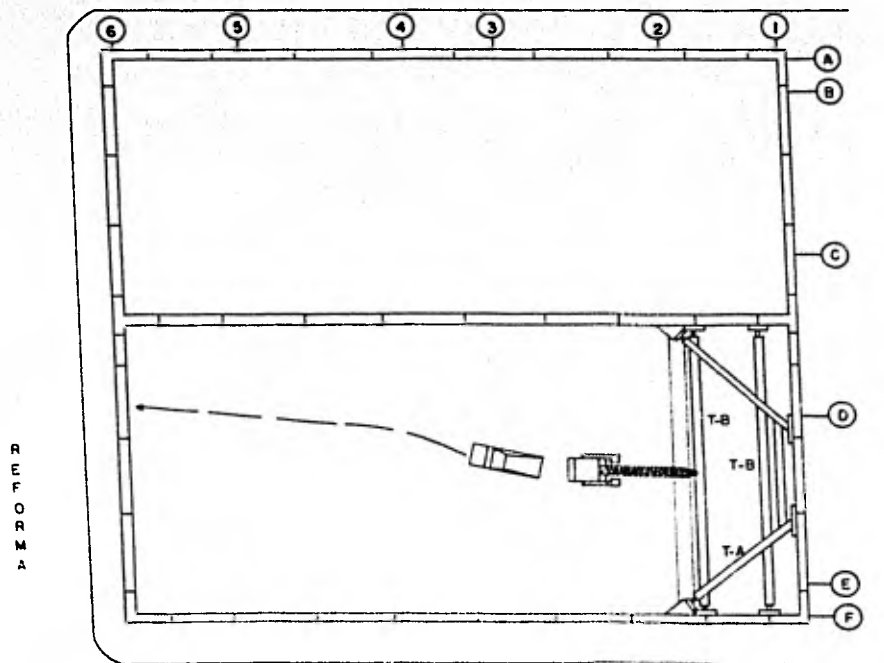


FIG. 30 COLOCACION 2 TROQUELES, ACUMULADOS 3.

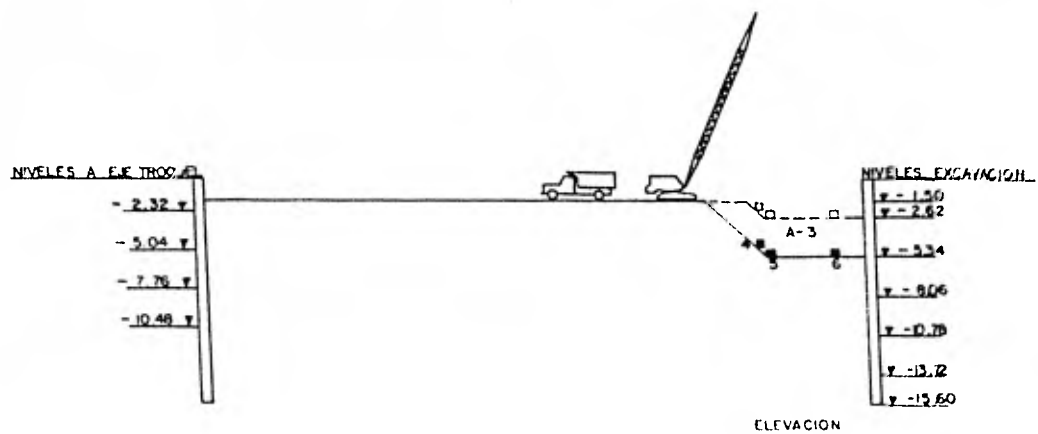
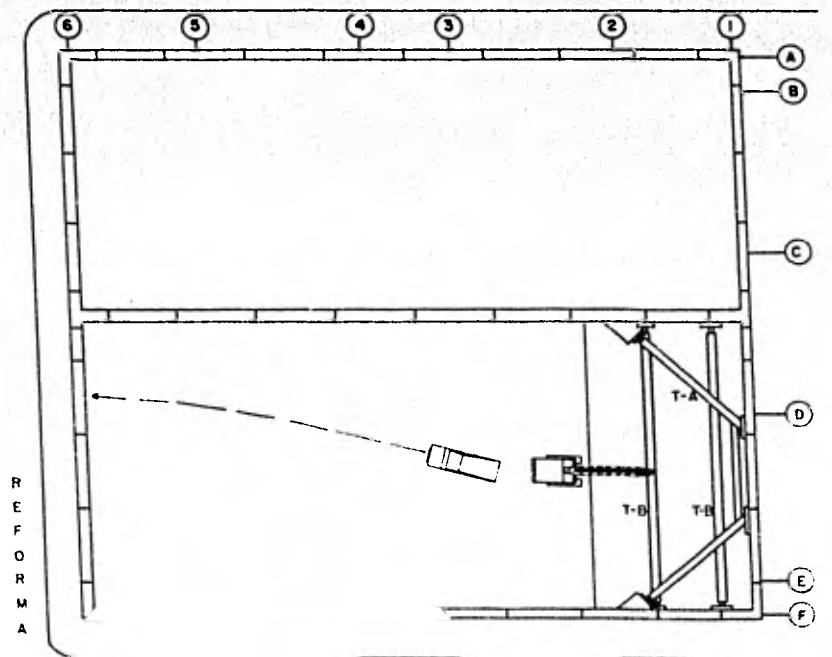


FIG. 31 COLOCACION 3 TROQUELES, ACUMULADOS 6.

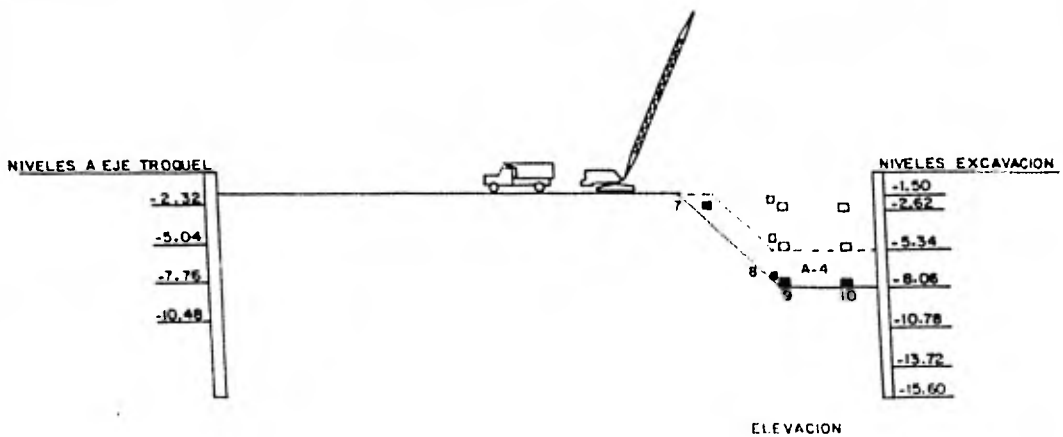
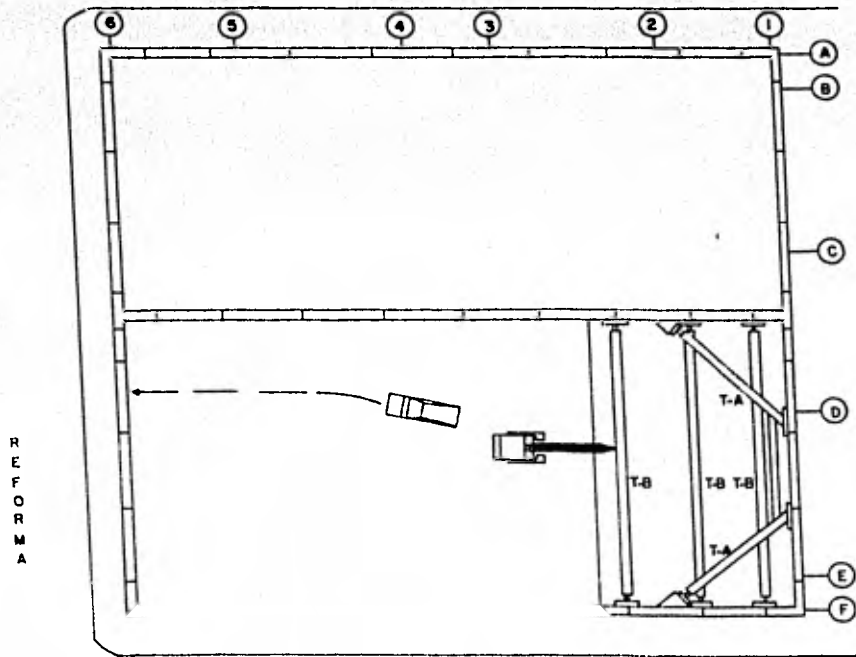


FIG. 32 COLOCACION 4 TROQUELES, ACUMULADOS 10.

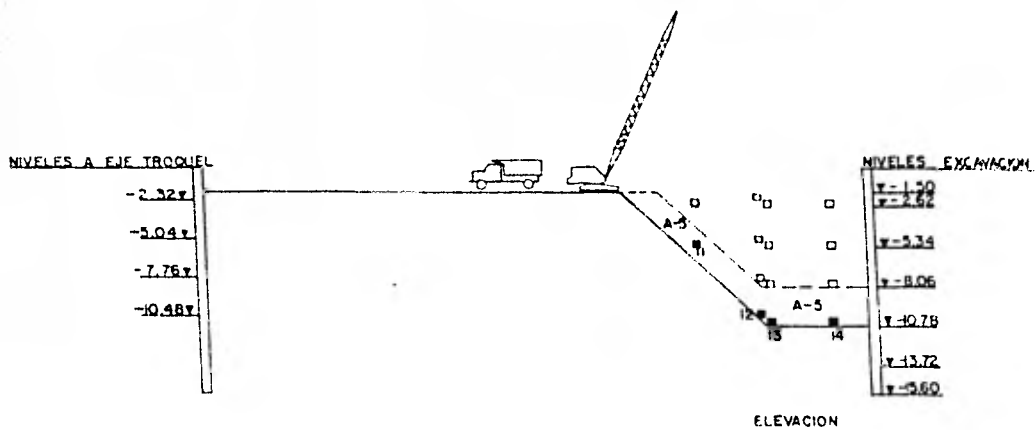
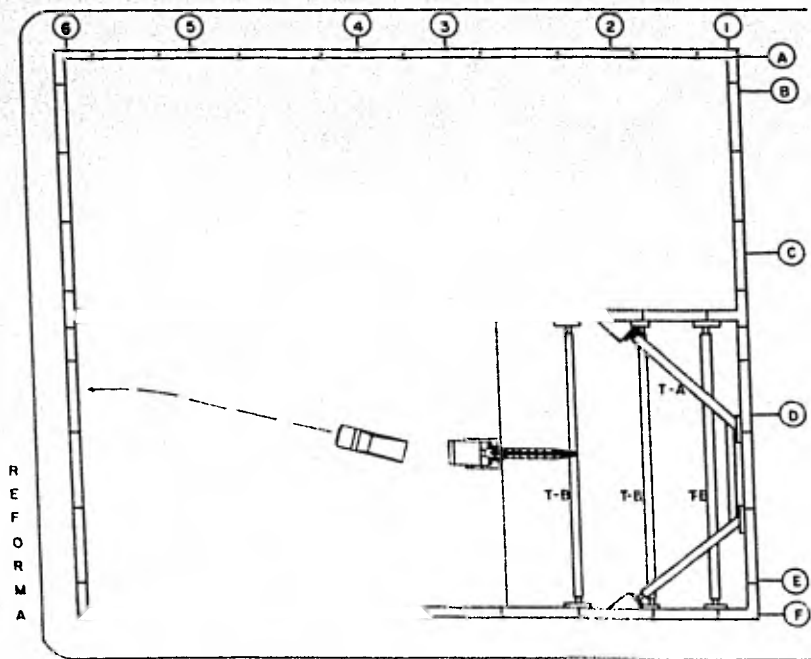


FIG. 33 COLOCACION 4 TROQUELES, ACUMULADOS: 14

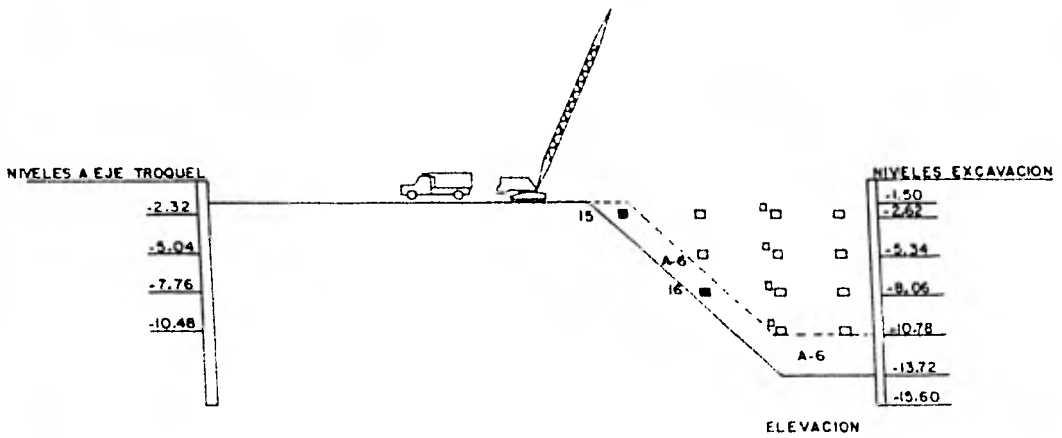
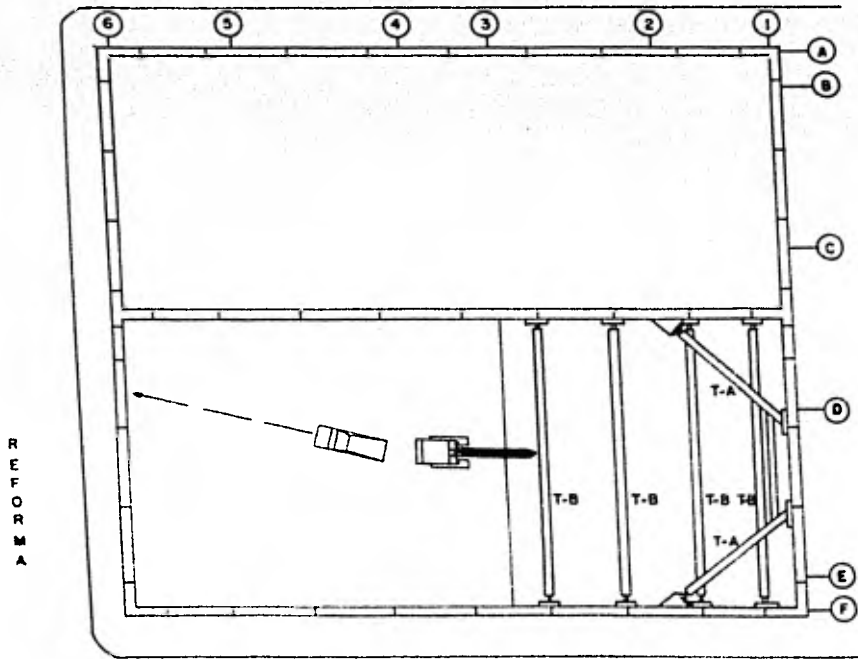


FIG. 34 COLOCACION 2 TROQUELES, ACUMULADOS : 16.

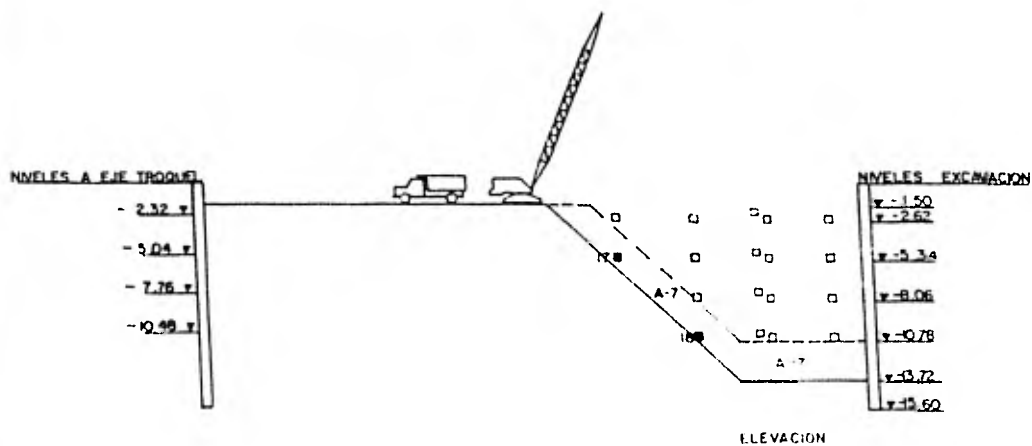
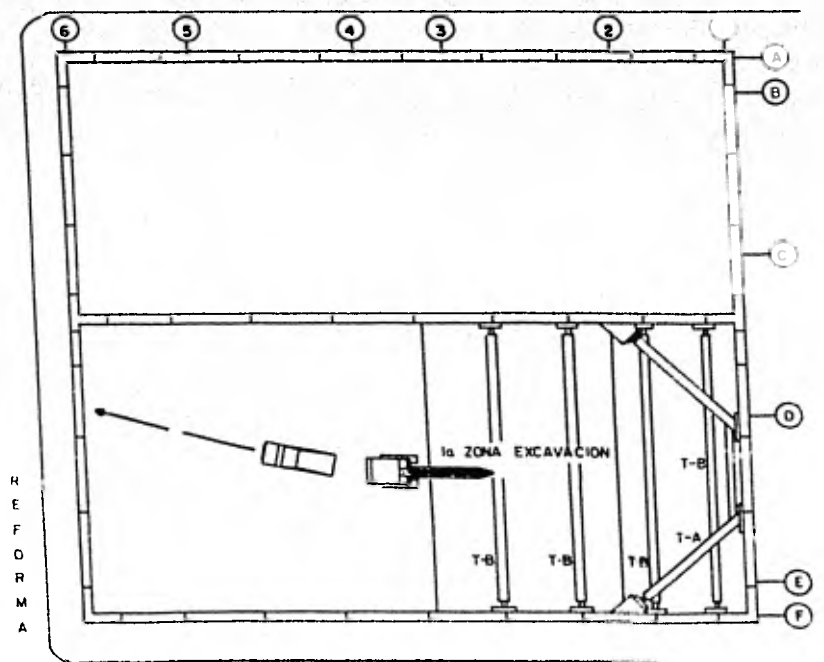


FIG. 35 COLOCACION 2 TROQUELES, ACUMULADOS: 18.

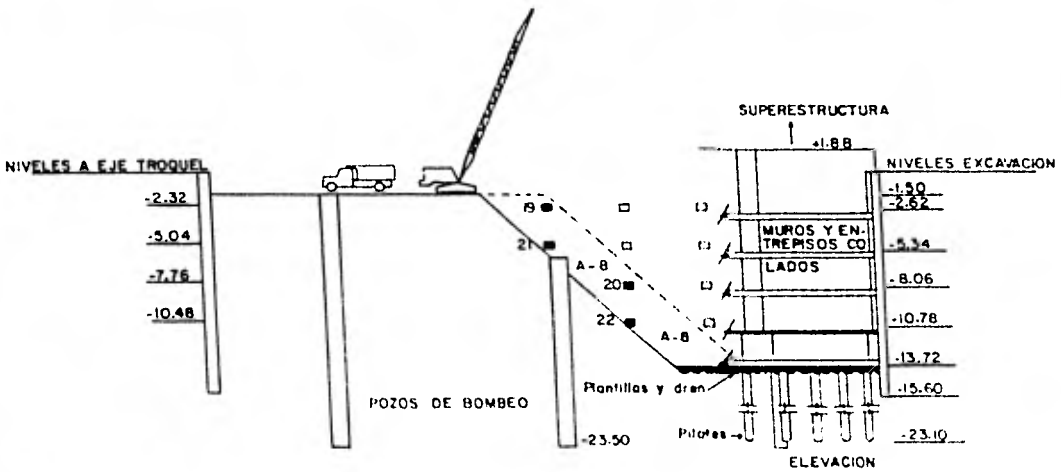
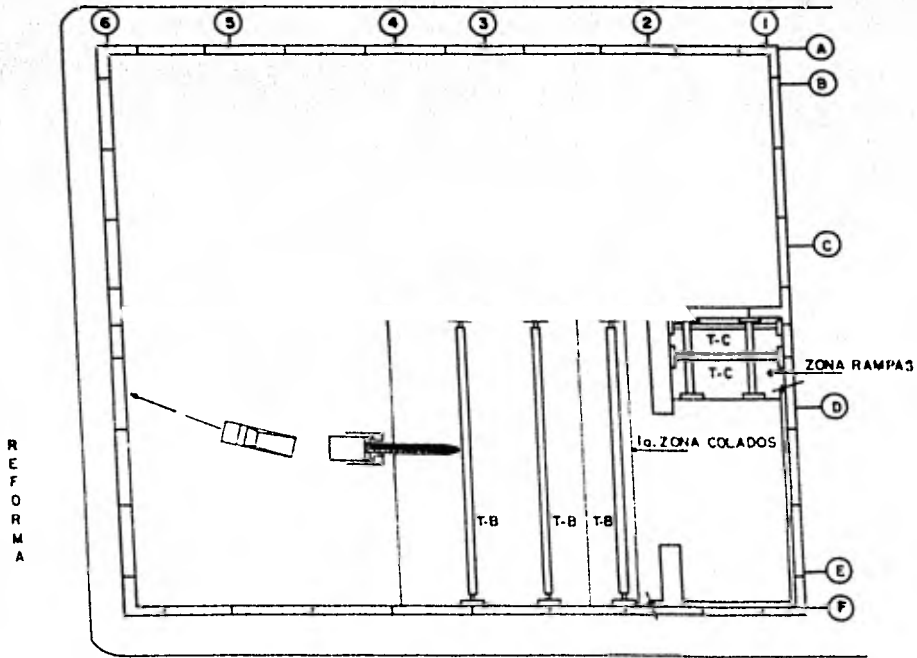


FIG.36 COLOCACION 4 TROQUELES, ACUMULADOS 22.

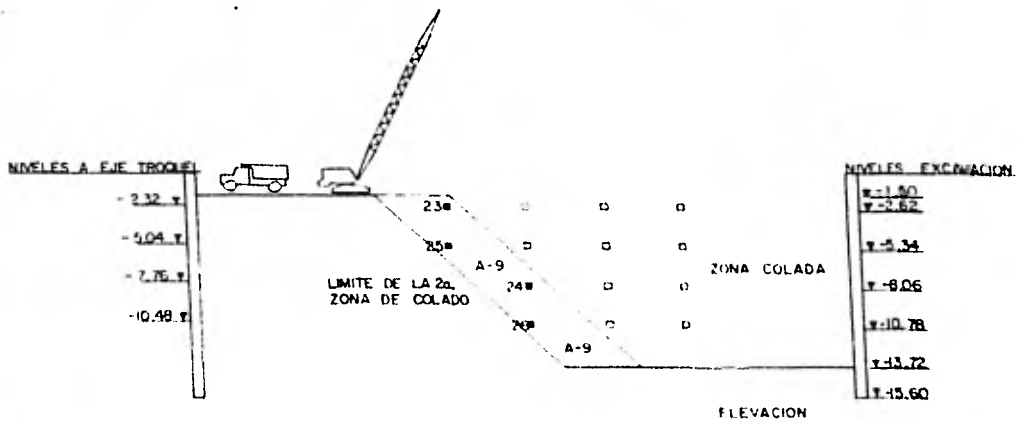
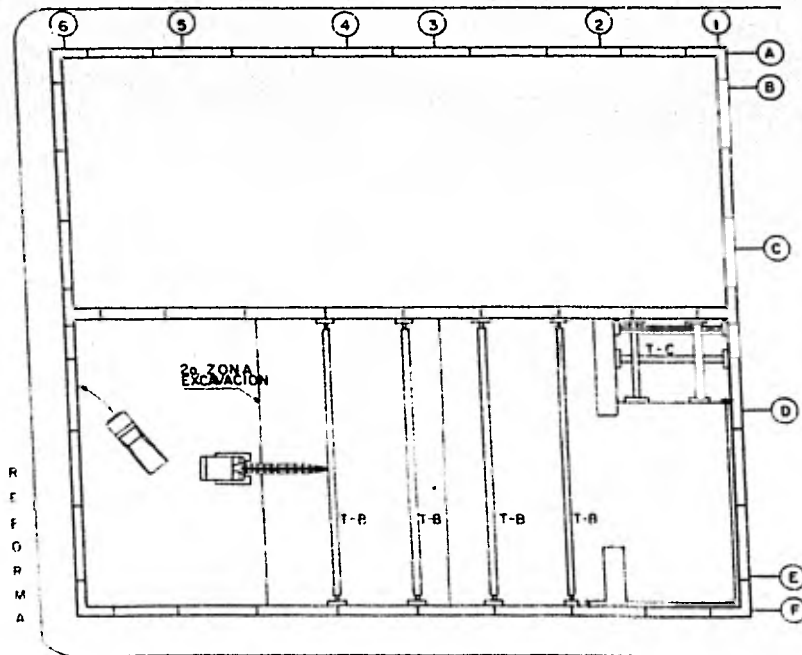
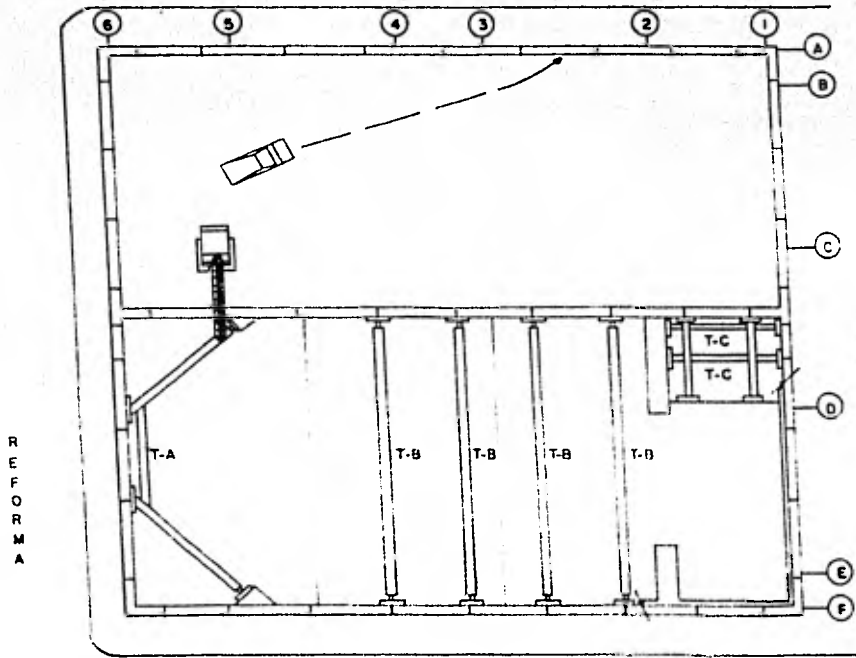


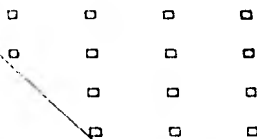
FIG. 37 COLOCACION 4 TROQUELES, ACUMULADOS 26



NIVELES A EJE TROQUEL

-2.32
-5.04
-7.76
-10.48

A-10 27



ZONA COLADA

NIVELES EXCAVACION

-1.50
-2.02
-5.34
-8.06
-10.78
-13.72
-15.60

ELEVACION

FIG. 38 COLOCACION DE UN TROQUEL, ACUMULADOS 27.

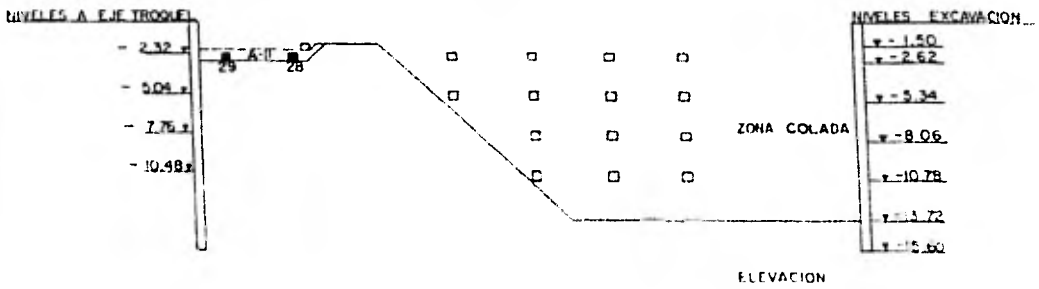
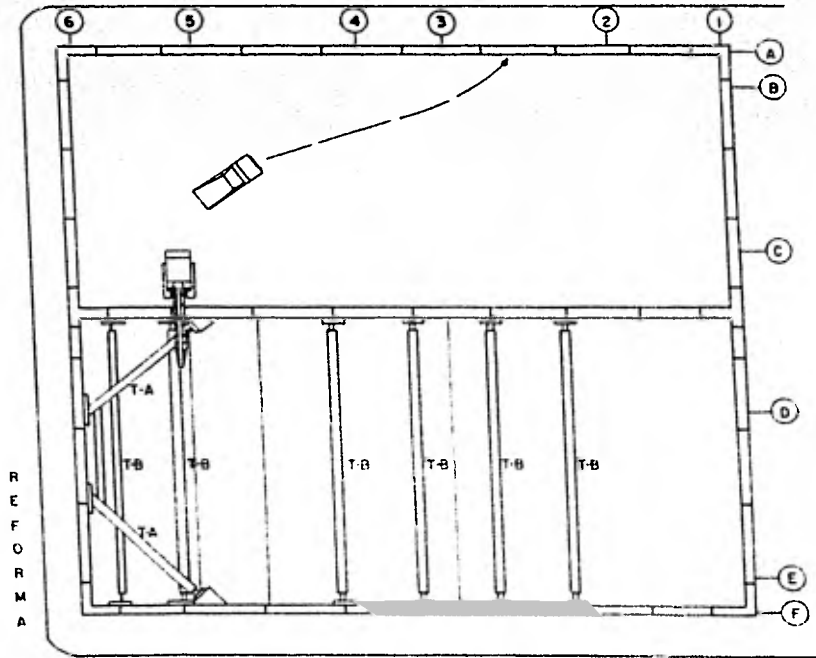


FIG. 39 COLOCACION 2 TROQUELES, ACUMULADOS 29

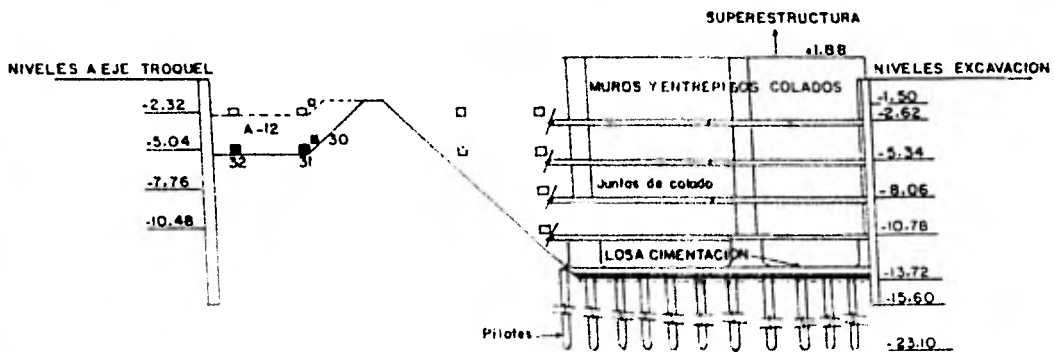
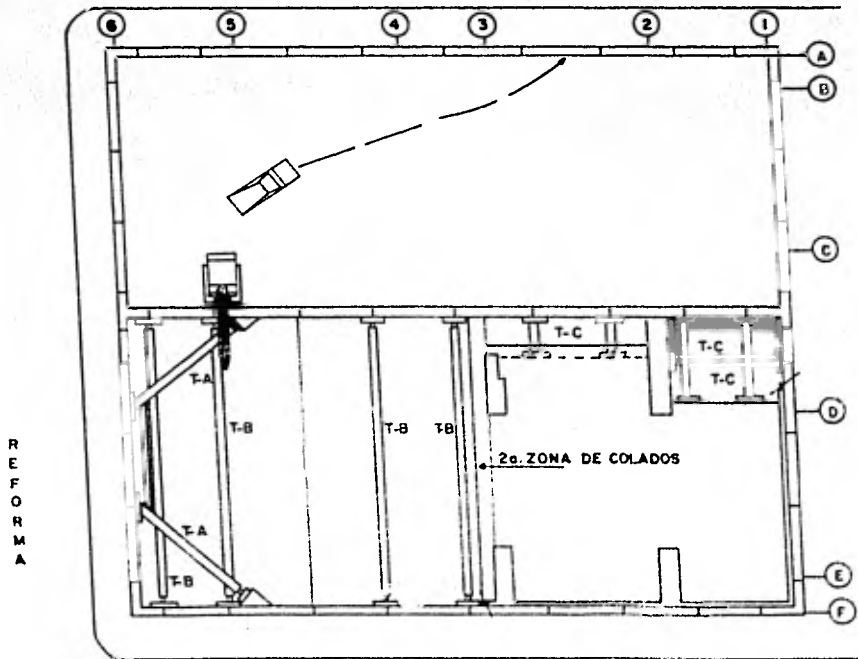


FIG. 40 COLOCACION 3 TROQUELES, ACUMULADOS 32.

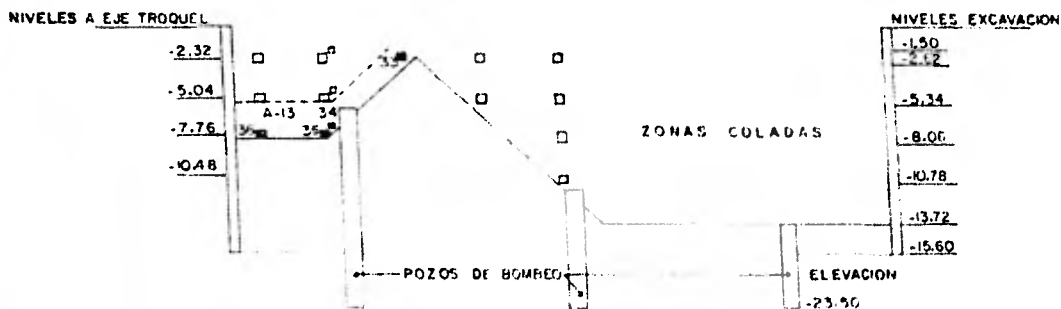
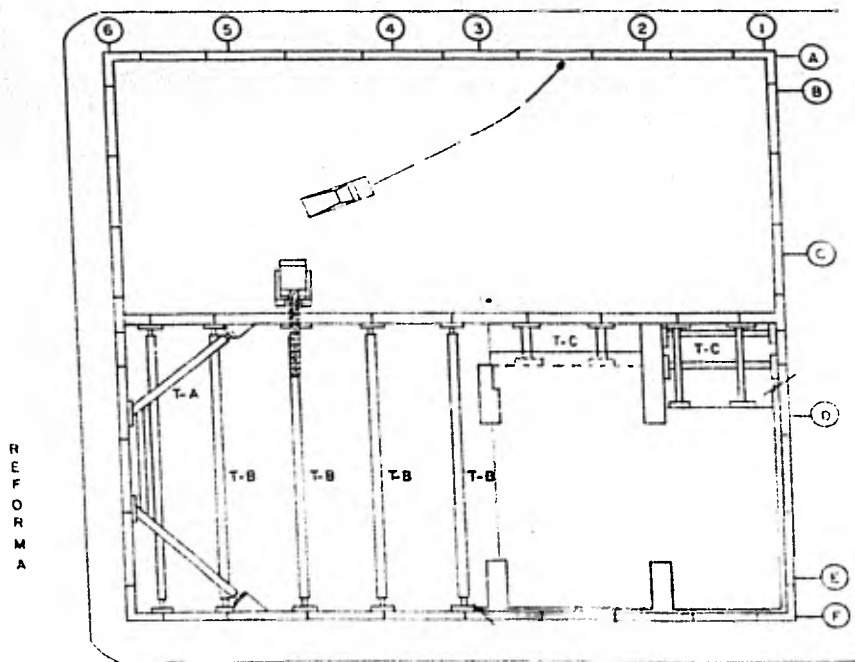


FIG. 41 COLOCACION 4 TROQUELES, ACUMULADOS 36.

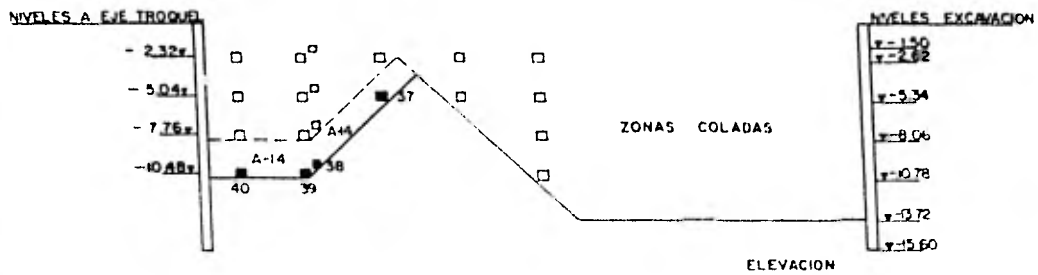
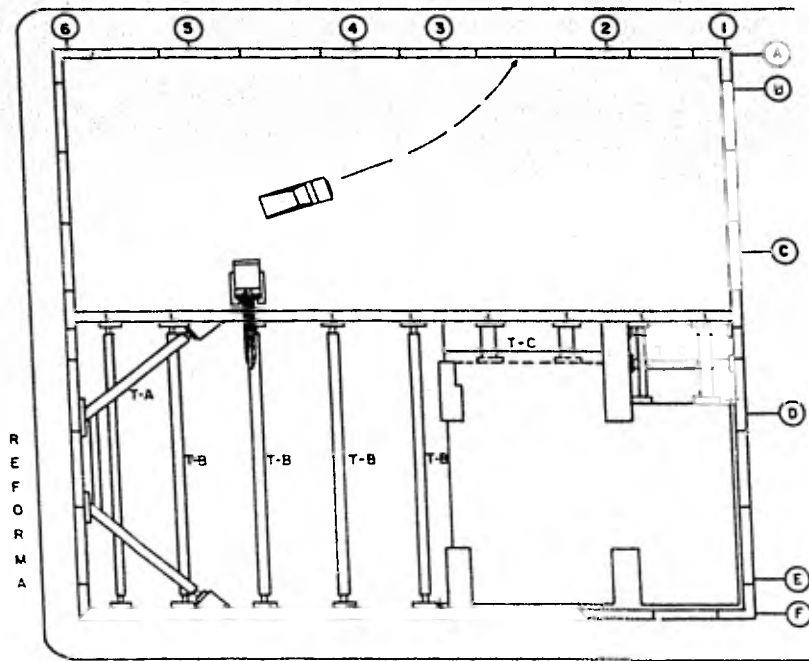


FIG. 42 COLOCACION 4 TROQUELES, ACUMULADOS 40

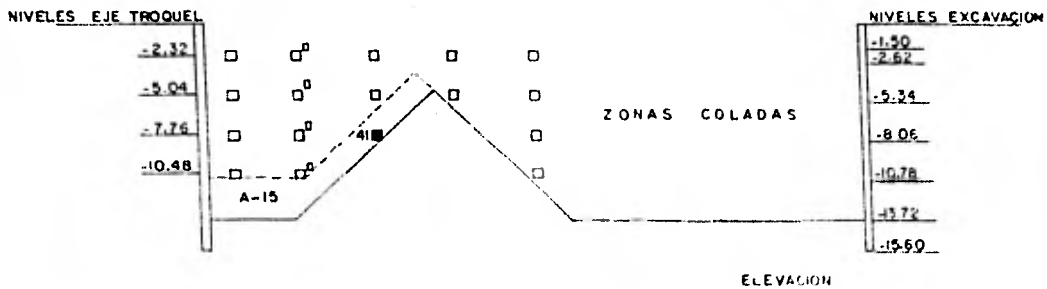
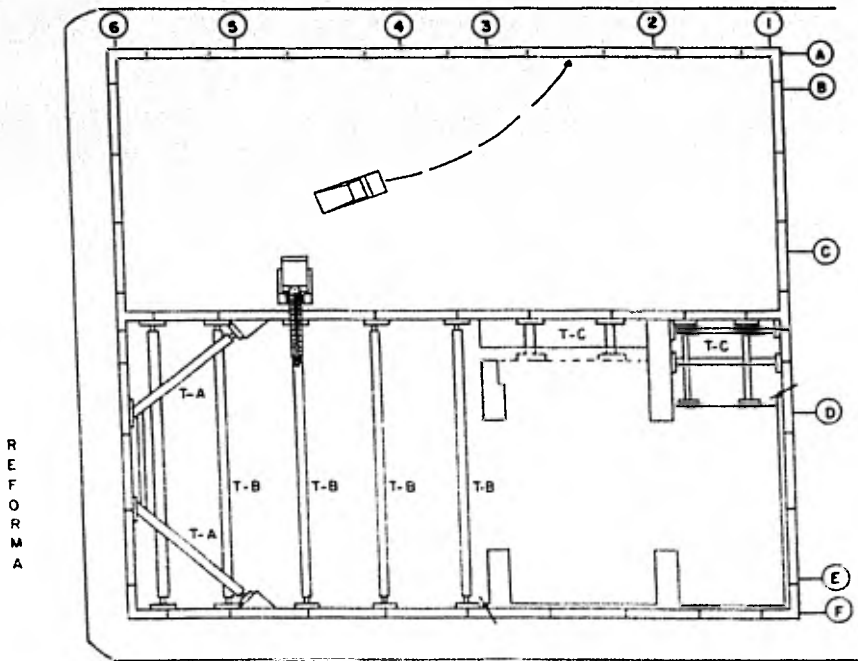


FIG. 43 COLOCACION DE UN TROQUEL, ACUMULADOS 41.

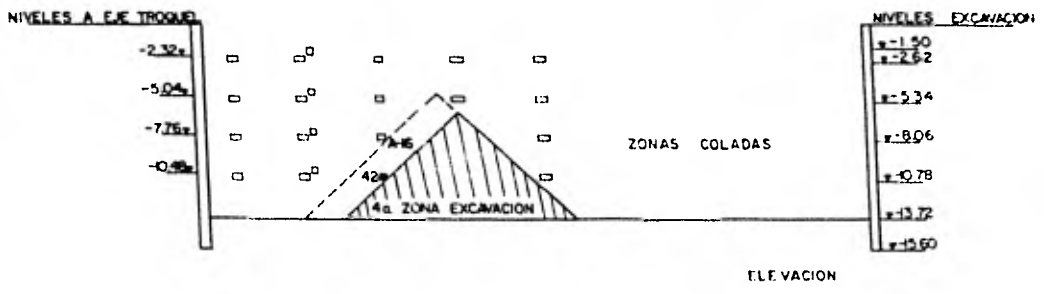
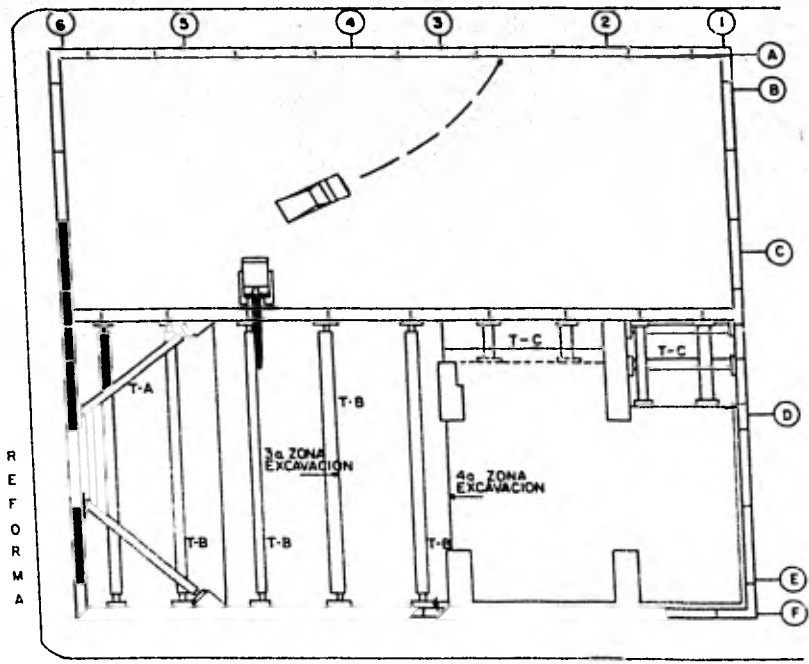


FIG. 44 COLOCACION 1 TROQUEL, ACUMULADOS 42

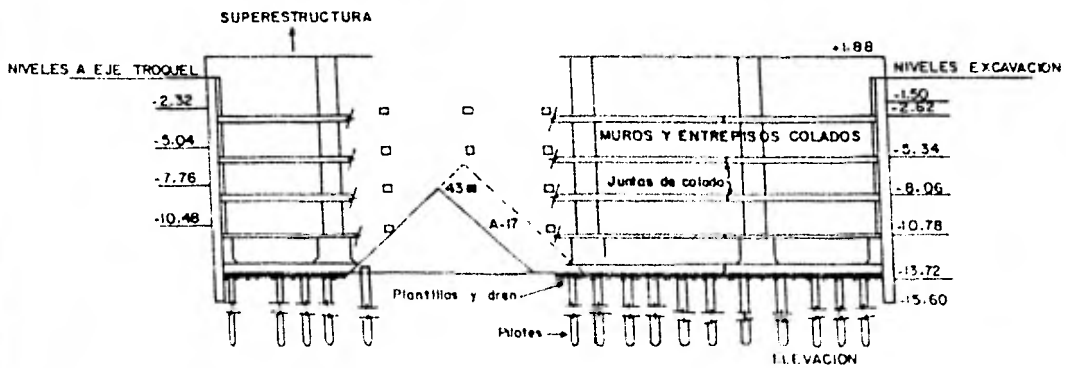
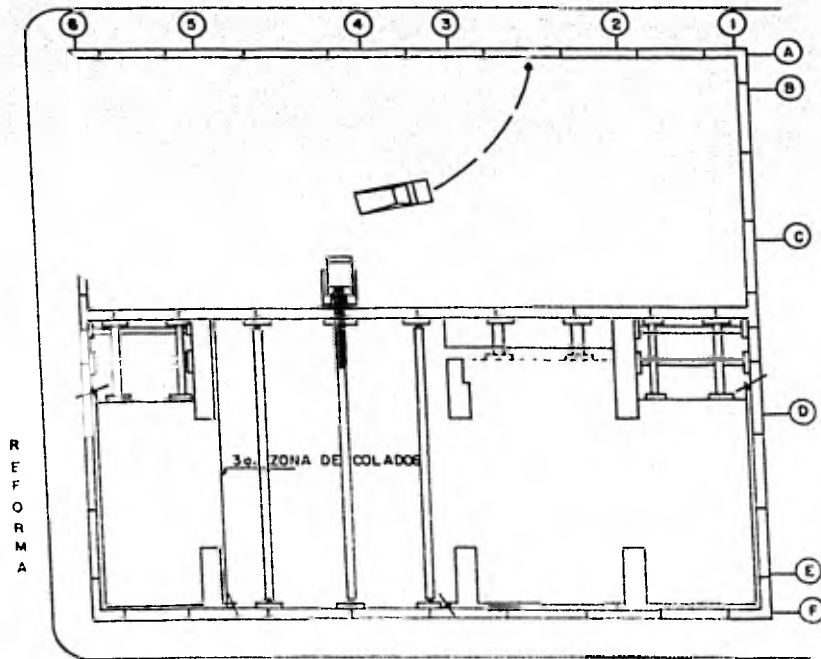


FIG.45 COLOCACION DE UN TROQUEL, ACUMULADOS 43.

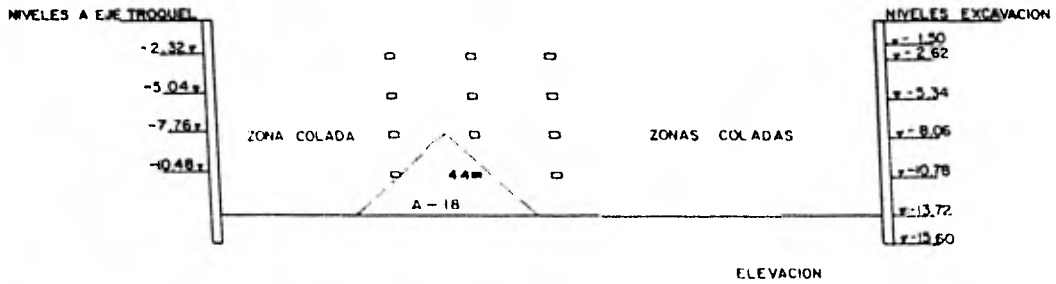
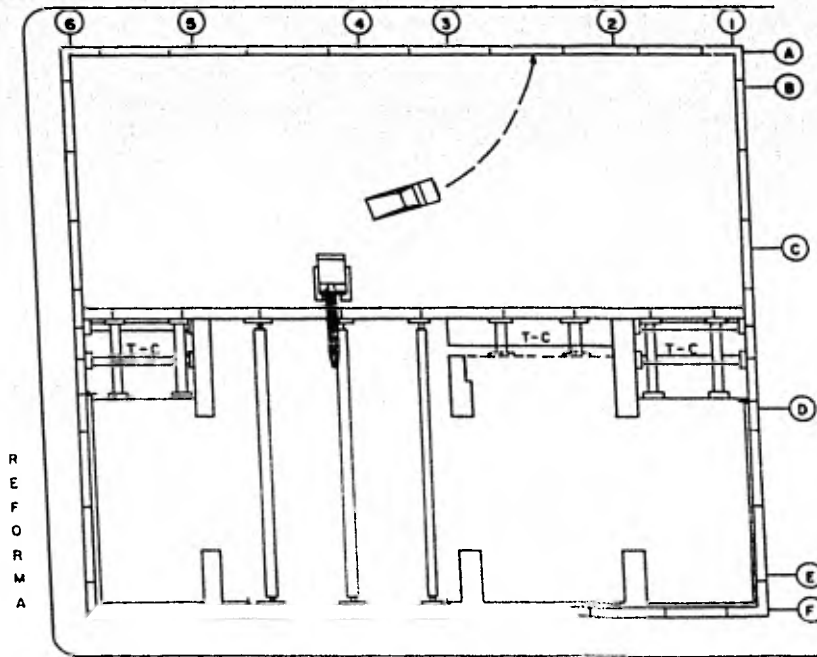


FIG. 46 COLOCACION ULTIMO TROQUEL 1a. ETAPA , ACUMULADOS 4 4

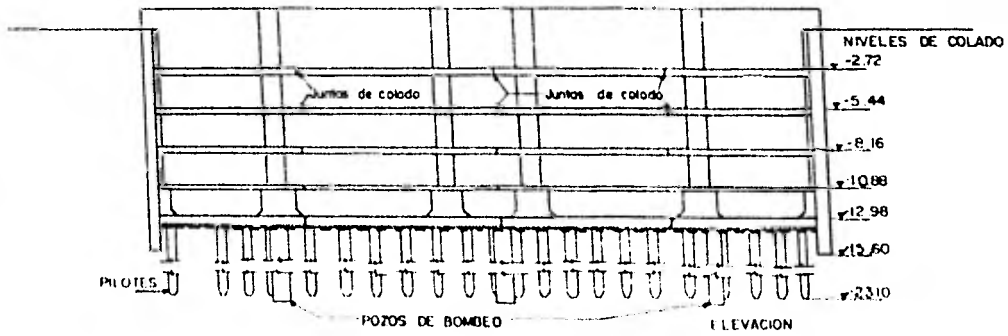
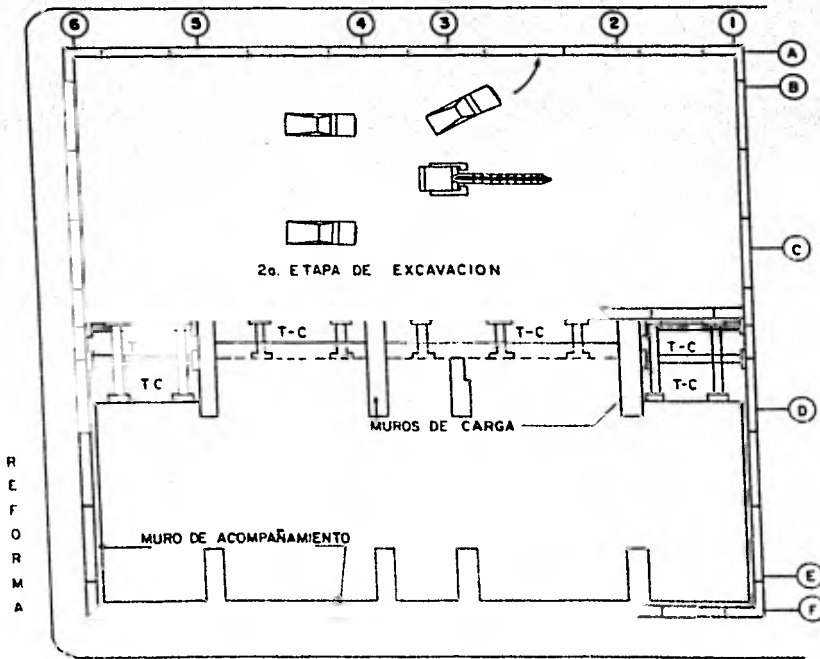


FIG. 47 ESTRUCTURA CIMENTACION COLADA 1a ETAPA

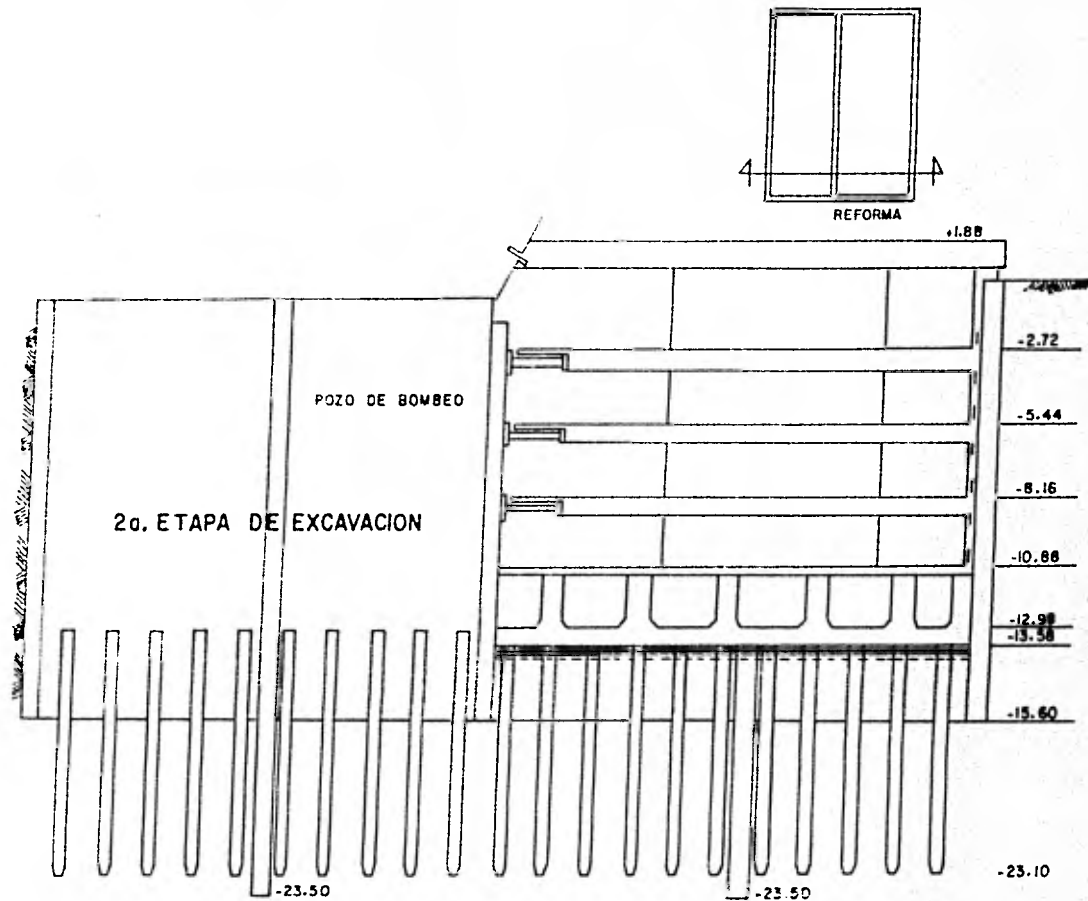


FIG. 48 CORTE EN CIMENTACION. 1a. ETAPA DE COLADOS.

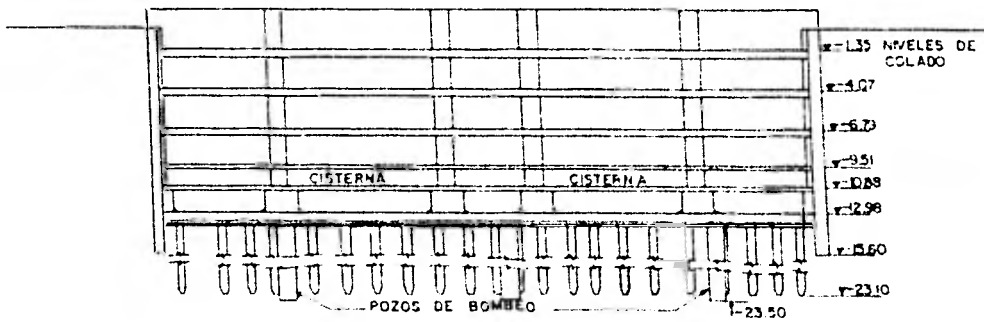
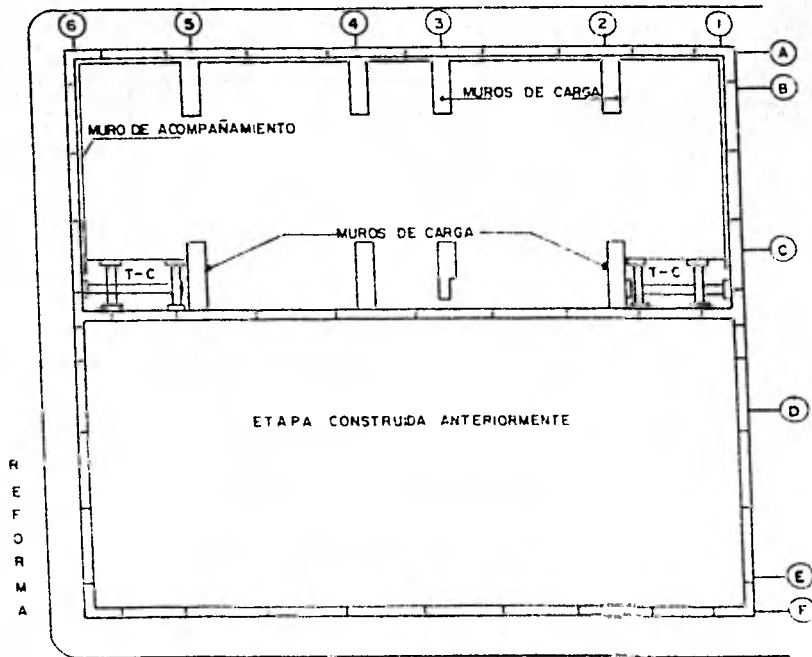


FIG. 49 ESTRUCTURA DE CIMENTACION COLADA 2a. ETAPA

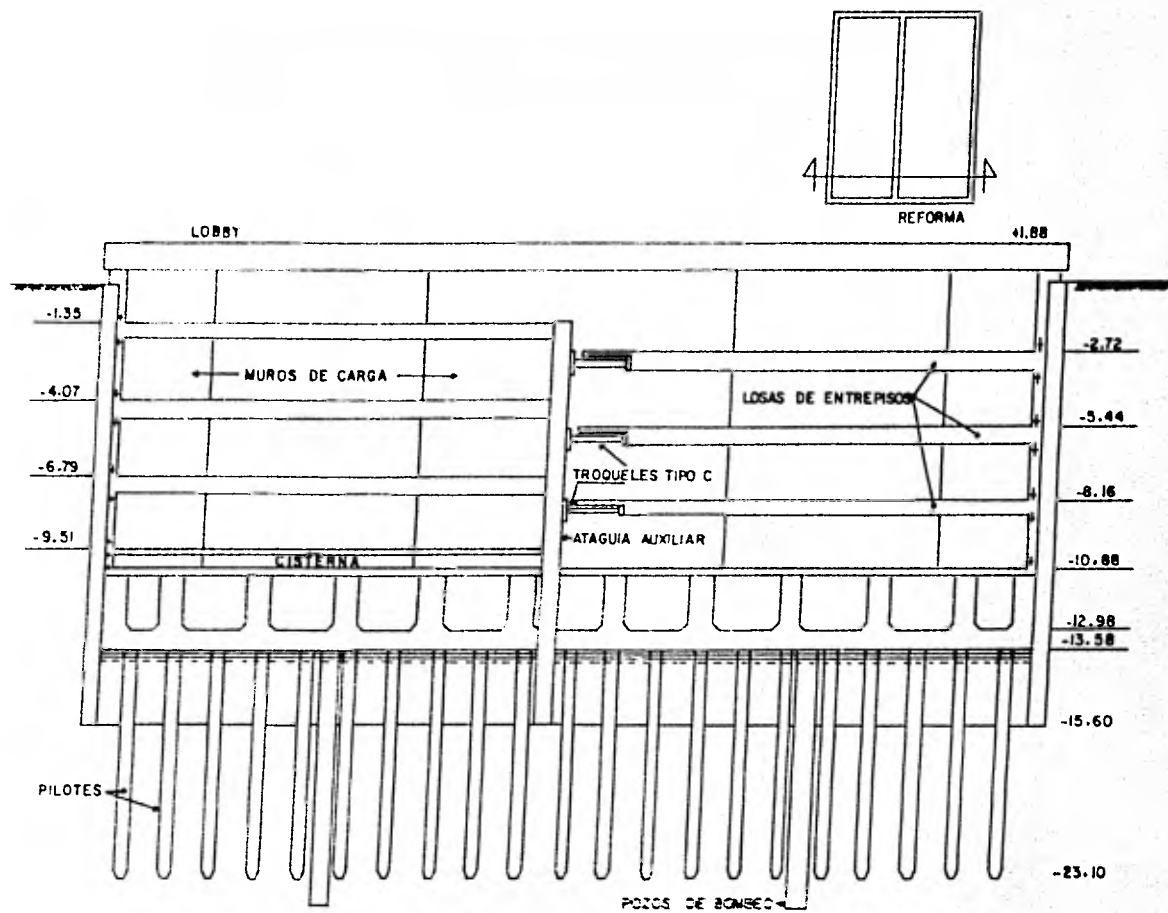


FIG.50 CORTE CIMENTACION. 2ª ETAPA DE COLADOS.

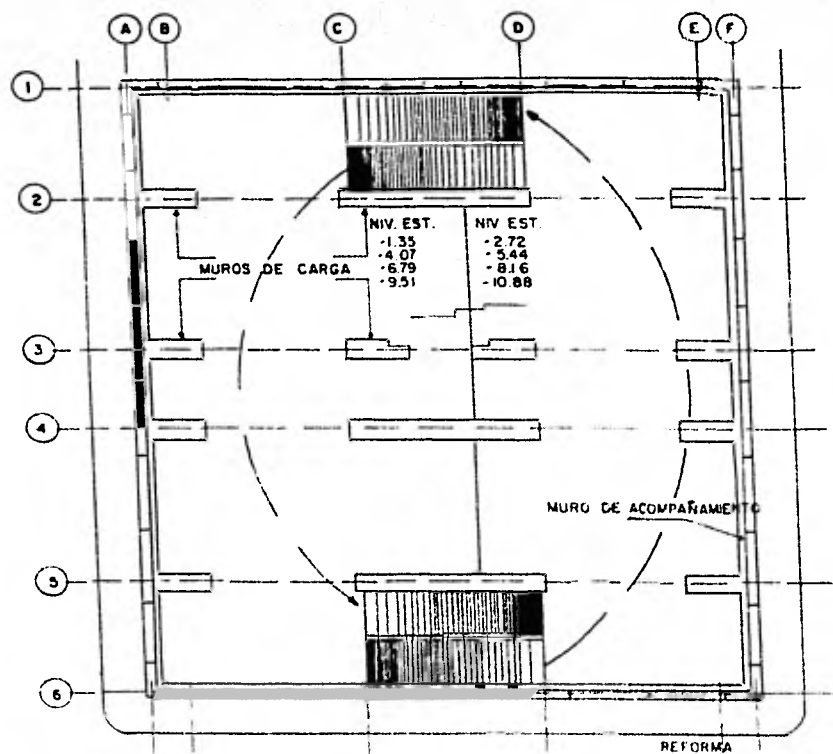


FIG. 51 PLANTA TOTALMENTE COLADA

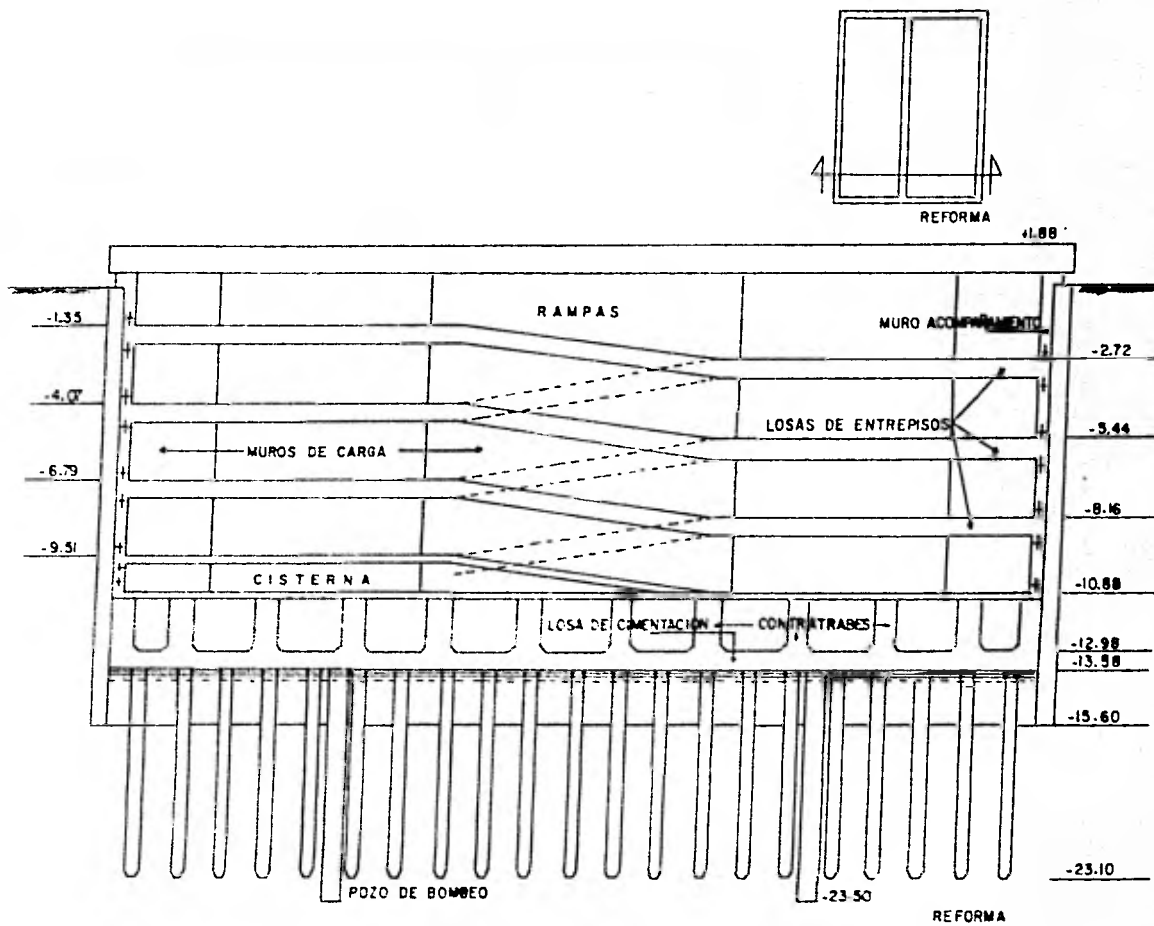


FIG.52 ELEVACION DE CIMENTACION TERMINADA

EQUIPO

El equipo utilizado para la colocación de troqueles, excavaciones y colados fue el siguiente:

- Draga Link Belt con cucharón de almeja de 3/4 Yd³. de capacidad
- Bomba de concreto Whiteman P-60.
- Pistolas rompedoras
- Compresores de 365 P.C.M.
- Malacates MIPSAs de 2 Ton
- Bombas autocebantes de 3" ϕ
- Camiones de 7 m³.
- Canalones metálicos de aproximadamente 6 m.

V.5 PROGRAMA DE OBRA

El programa de obra utilizado para la construcción de la estructura de cimentación, resultó ser por demás extenso ya que el proyecto así lo requería, por lo que se resumió al siguiente diagrama de barras, en donde se podrán observar los rendimientos semanales esperados de cada grupo de actividades, las cuales fueron englobados en una unidad única elegida como la más representativa, ya que en cada uno de ellos interviene tal cantidad de conceptos que complicarían demasiado el desglose del diagrama.

LISTA POR GRUPO DE ACTIVIDADES

1. Instalación de oficinas y bodega
2. Instalación del sistema de bombeo
3. Habilitado y suministro de troqueles
4. Excavación 1a. etapa
 - 4a. Colocación de troqueles
 - 4b. Drenes, plantillas, demolición de cabezas de pilo -

tes y demolición para anclaje de elementos.

- 4c. Losa de cimentación y contratrabes nivel -10.88 a -
-12.98 m.
- 4d. Estacionamiento nivel -10.88 m.
- 4e. Estacionamiento nivel -8.16 m.
- 4f. Estacionamiento nivel -5.44 m.
- 4g. Estacionamiento nivel -2.72 m.
- 5. Excavación 2a. etapa
- 5a. Colocación de troqueles
- 5b. Drenes, plantillas, demolición de cabezas de pilotes
demolición para anclaje de elementos y demolición -
ataguía central
- 5c. Losa de cimentación y contratrabes nivel -10.88 a -
12.98 m.
- 5d. Estacionamiento nivel -9.51 m.
- 5e. Estacionamiento nivel -6.79 m.
- 5f. Estacionamiento nivel -4.07 m.
- 5g. Estacionamiento nivel -1.35 m.
- 6. Limpieza general
- 7. Entrega de la obra

V.6 PRESUPUESTO DE CIMENTACION

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
1. Trazo y nivelación de la superficie por -- construir	m2	10,497.30	8.10	85,028.13
2. Excavación a cielo abierto con draga en material tipo I, de -1.5 a -13.72 m. Incluye carga en ca -- mión.	m3	19,428.82	210.00	4'080,052.20
3. Afine del fondo y taludes de excavación	m2	2,702.71	8.50	22,973.04
4. Drenes con tubo perforado de 15 cm. de diámetro, incluye excavación y relleno	m.	241.28	124.25	29,979.04
5. Plantilla de concreto f'c=100 kg/cm2. de 7 cm. de espesor, incluye plantilla de arena.	m2.	1,655.88	96.90	160,454.77
6. Demolición de concreto contaminado de atagüa de concreto.	m3.	29.53	794.15	23,451.25
7. Demolición de concreto en atagüa para anclaje de elementos -- estructurales	m3.	89.77	1,715.20	153,973.50
8. Demolición de atagüa auxiliar	m3.	303.75	2,235.50	679,033.13
9. Carga del material -- producto de demolición	m3.	423.05	64.50	27,286.73
10. Acarreo en camión del material producto de -- excavación y demoliciones	m3.	19,851.87	64.70	1'284,415.99

11. Juntas de colado en - losa de cimentación - a base de lámina <u>co</u> - rugada	m.	418.83	158.85	66,531.15
12. Juntas de colado en - elementos estructura- les a base de banda - de polivinilo	m.	3,248.26	224.70	729,884.02
13. Adaptación y arriendo de troqueles metáli - cos	Ton.	358.20	10,066.85	3'605,945.67
14. Colocación de troque- les metálicos	Ton.	719.90	6,089.10	4'383,543.09
15. Rehabilitación de tro- queles	Ton.	48.50	20,623.45	1'000,237.33
16. Adaptación y arriendo de troqueles metáli - cos secundarios	Ton.	52.00	10,066.85	523,476.20
17. Colocación de troque- les metálicos secunda- rios	Ton.	52.00	3,272.95	170,245.40
18. Cuñas, calzas de made- ras y dispositivos pa- ra aplicar presión a- los troqueles	Jgo.	70.00	11,832.70	828,289.00
19. Suministro y coloca - ción de tensores, <u>con</u> travientos y cuñas	Ton.	29.70	28,632.65	850,389.71
20. Suministro y coloca - ción de acero de re - fuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$. en cimentación.				
a) 1/4" diámetro	Ton.	0.300	12,054.30	3,616.29
b) 5/16" diámetro	Ton.	50.035	12,259.40	613,399.08
c) 3/8" diámetro	Ton.	53.431	11,799.55	630,461.76
d) 1/2" diámetro	Ton.	53.280	11,470.60	611,153.57
e) 5/8" diámetro	Ton.	128.628	11,184.50	1'438,639.87
f) 3/4" diámetro	Ton.	120.122	10,943.50	1'314,555.11
g) 1 " diámetro	Ton.	150.611	10,857.80	1'635,304.12
h) 1 1/4" diámetro	Ton.	55.73	10,857.80	605,105.19
i) 1 1/2" diámetro	Ton.	457.669	10,857.80	4'969,278.47

21. Soldadura a tope en varillas				
a) 1 1/4" diámetro	pza.	895.00	96.70	86,546.50
b) 1 1/2" diámetro	pza.	5,120.00	128.90	659,968.00
22. Pasos de comunicación en contratraves de cimentación de 60 cm. diámetro	pza.	56.00	250.00	14,000.00
23. Suministro y colocación de cimbra común	m2	4,541.00	177.35	805,346.35
24. Suministro y colocación de cimbra <u>ap</u> - <u>rente</u>	m2.	11,386.00	227.60	2'591,453.60
25. Suministro y colocación de concreto f'c= 300 kg/cm2., con aditivo integral en losa de cimentación, con <u>tr</u> atraves y cisterna	m3.	2,354.49	1,141.10	2'686,708.54
26. Suministro y colocación de concreto f'c= 300 kg/cm2.	m3.	4,170.47	1,133.70	4'728,061.84
27. Aplanado pulido en <u>ci</u> sterna	m2.	488.00	119.90	58,511.20
28. Lastre en celdas de <u>ci</u> mentación	m3.	325.63	261.00	84,989.43
29. Suministro y colocación de casetones de fibra de vidrio de <u>di</u> versas medidas	pza.	5,288.00	96.10	508,176.80
30. Tubo de 4" ø para comunicación de <u>contra</u> traves	m.	142.20	306.15	43,534.53
31. Registros de concreto	pza.	66.00	466.20	30,769.20
32. Cadena de protección en rampas <u>aut</u> omóviles	m.	662.24	99.20	65,694.21
33. Pretil en rampas de <u>aut</u> omóviles	m.	171.98	397.60	68,379.25

34.	Topes de concreto para automóviles	m.	396.00	140.15	55,499.40
35.	Pulido integral de losas	m2.	6,395.90	79.85	510,712.62
36.	Estriado de rampas de automóviles	m2.	556.84	554.00	308,489.36
37.	Limpieza general	m2.	10,497.30	25.00	262,432.50
					<u>262,432.50</u>
					SUBTOTAL = \$44'095,976.14
38.	Sellado de pozos de <u>ben</u> <u>beo</u>	pza.	6.00	8,085.00	<u>48,510.00</u>
					TOTAL = \$44'144,486.14

Nota; Este presupuesto como podrá observarse, no contempla ningún trabajo de acabados, albañilería, instalaciones, elevadores, etc., por lo que los índices que se obtendrán posteriormente, se referirán únicamente a la construcción de la estructura de cimentación.

V.6.1 PRESUPUESTO GENERAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA ES -
TRUCTURA DE CIMENTACION

1.	Suministro y construcción de piezómetros	\$ 81,180.00
2.	Construcción y operación de pozos de bombeo	1'407,600.00
3.	Control hidráulico y de movimientos, parte proporcional a la cimentación	256,000.00
4.	Construcción de la atagüfa de concreto	9'489,333.25
5.	Excavación preliminar	216,670.00
6.	Fabricación e hincado de pilotes	5'586,879.01
7.	Sellado de pozos de bombeo	48,510.00
8.	Excavación, troquelamientos y colados	<u>44'095,976.14</u>
	TOTAL	\$61'182,148.40

Para obtener el presupuesto total de la cimenta --
ción, habría que agregarle al total antes obtenido, la parte proporcional de los gastos financieros, de administración de obra, terreno, elaboración de proyecto, instalaciones, - elevadores, albañilería, herrería y acabados; los cuales - no intervienen dentro del alcance de este trabajo.

V.6.2 INDICES DE COSTO

1. Excavación, troquelamientos y colados

- a) Índice de costo por m^2 de terreno
 Area = 1,712,99 m^2
 Importe = \$ 44'095,976.14

$$I.C. = \frac{\$ 44'095,976.14}{1'712,99 m^2} = \$ 25,742.11/m^2$$

b) Índice de costo por m^3 de concreto

$$\text{Concreto} = \$ 6,524.96 m^3$$

$$\text{Importe} = \$ 44'095,976.14$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$ 44'095,976.14}{6'524.96 m^3} = \$ 6,758.05/m^3$$

c) Índice de costo por m^2 de estacionamiento

$$\text{Area estacionamiento} = + 6,400.00 m^2$$

$$\text{Importe} = \$ 44'095,976.14$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$ 44'095,976.14}{6,400.00 m^2} = \$ 6,890.00/m^2$$

d) Índice de costo por m^2 de construcción

$$\text{Area construcción} = 10,497.30 m^2$$

$$\text{Importe} = \$ 44'095,976.14$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$ 44'095,976.14}{10,497.30 m^2} = \$ 4,200.70/m^2$$

2. Estructura de cimentación

a) Índice de costo por m^2 de terreno

$$\text{Area} = 1,712.99 m^2$$

$$\text{Importe} = \$ 61'182,148.40$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$ 61'182,148.40}{1,712.99 m^2} = \$ 35,716.57/m^2$$

b) Índice de costo por m^3 de concreto

$$\text{Concreto} = 2,018.00 m^3 \text{ (ataguía)} + 6,524.96 m^3 \text{ (estructura)} = 8,524.96 m^3.$$

$$\text{Importe} = \$ 61'182,148.40$$

$$\text{I.C.} = \frac{\$ 61'182,148.40}{8,524.96 m^3} = \$ 7,161.70/m^3$$

c) Índice de costo por m^2 de estacionamiento
Área de estacionamiento = $6,400.00 m^2$
Importe = \$ 61'182,148.40

$$I.C. = \frac{\$ 61'182,148.40}{6,400.00 m^2} = \$ 9,559.71/m^2$$

d) Índice de costo por m^2 de construcción
Área de construcción = $10,497.30 m^2$
Importe = \$ 61'182,148.40

$$I.C. = \frac{\$ 61'182,148.40}{10,497.30 m^2} = \$ 5,828.37/m^2$$

C A P I T U L O VI

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

VI.1 LOSA DE CIMENTACION

VI.2 CONTRATRABES Y LOSAS TAPA

VI.3 MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

VI.4 MUROS DE CARGA Y LOSAS DE ENTREPISO

VI.5 DENSIDAD DE ACERO POR M3 DE CONCRETO

VI.6 ESPECIFICACIONES GENERALES

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El análisis definitivo de la superestructura y cimentación del edificio como se mencionó inicialmente, se basó en un estudio preliminar que permitió definir las dimensiones fundamentales de todos los elementos estructurales, de tal manera que fueran capaces de soportar adecuadamente las cargas verticales, efecto sísmico y torsión. De acuerdo a éste, se obtuvieron los elementos mecánicos de toda la estructura en donde interviene la carga de cada elemento y su rigidez determinada por las dimensiones de estos; dando por resultado la necesidad de construir la cimentación a base de una losa de reacción de 60 cm. de espesor, un sistema de contrarabes de gran peralte y una losa tapa de 10 cm. para servir como estacionamiento inferior y fondo de la cisterna. -- A partir de esta losa tapa, los demás niveles de estacionamiento son a base de entrepiso aligerado con casetones de fibra de vidrio recuperable de 60 cm. de peralte, los que a su vez son soportados por muros interiores de carga que recibirán a las columnas de la superestructura y por muros de acompañamiento perimetrales que forman parte del sistema estructural para la resistencia sísmica y que fueron colados monolíticamente con la atagüa de concreto perimetral.

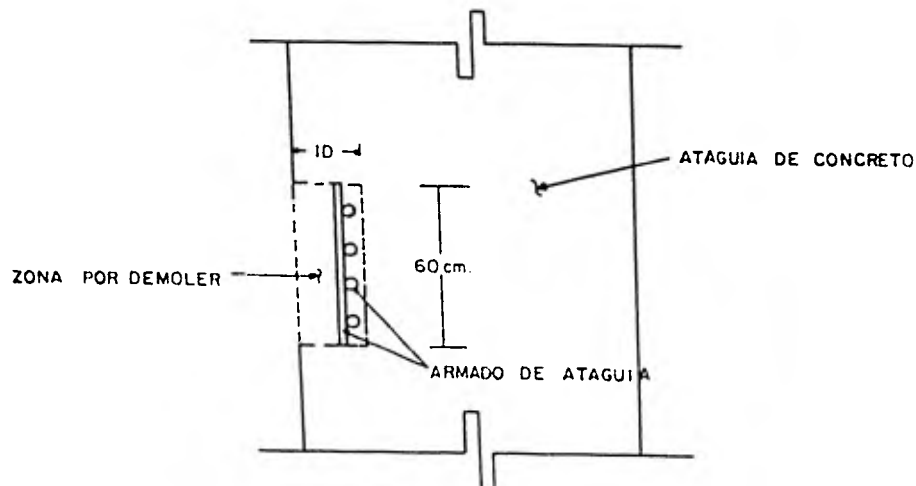
A todos estos elementos que componen la cimentación en sí, son a los que nos hemos referido como Elementos Estructurales, ver figuras 51 y 52. Su secuencia y costos de construcción ya han sido descritos como parte de la Excavación y Troquelamiento, no así, las características y deta --

lles particulares de cada uno de ellos, motivo por el cual se hará en el presente capítulo. El cual, independientemente de integrar nuestro trabajo, estará orientado a tratar de resolver algunas de las dudas que probablemente pudieran presentarse a las personas relacionadas con el medio de la construcción.

VI.1 LOSA DE CIMENTACION

Colada la plantilla de concreto, que entre otras tiene las finalidades de evitar que el concreto por colocarse se contamine con el terreno natural, y la de permitir que entre el personal de construcción, se efectuó la demolición de la cabeza de los pilotes y se procedió a la ranuración de la atagüía en la zona por colar para poder anclar el armado de esta losa a la atagüía, ya que ésta forma parte integral de la estructura de cimentación.

Las ranuras efectuadas para permitir el anclaje de esta losa, consistieron en abrir una caja de 60 cm. de peralte por 20 cm. de profundidad en la atagüía perimetral, según el siguiente croquis.



Hechas estas ranuraciones, se inició el armado y anclaje de la losa de acuerdo con los planos estructurales y especificaciones, dejando las preparaciones necesarias para el armado de las contratrabes y juntas de colado antes de realizar el vaciado del concreto.

Las juntas de colado fueron planeadas para evitar - las filtraciones puesto que la construcción se encuentra bajo el nivel freático, por lo cual se dejaron láminas de polivinil para la impermeabilización y con objeto de presentar una superficie rugosa para permitir una mejor adherencia en la continuidad de los colados, se colocó como frontera de las juntas una lámina corrugada de acuerdo a la siguiente figura.

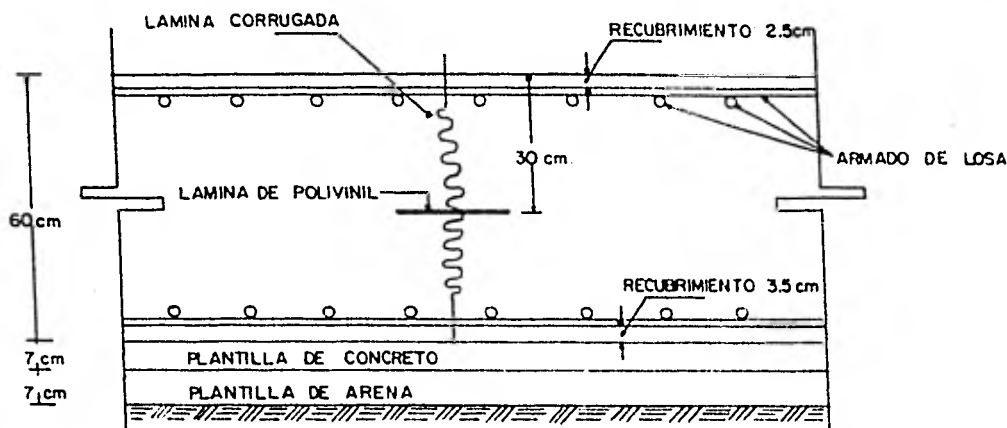


FIGURA 53. JUNTA DE COLADO EN LOSA DE CIMENTACION

El concreto fue dosificado para una resistencia $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$, y colocado mediante bomba, siguiendo para ello las especificaciones y recomendaciones contenidas al final de este capítulo.

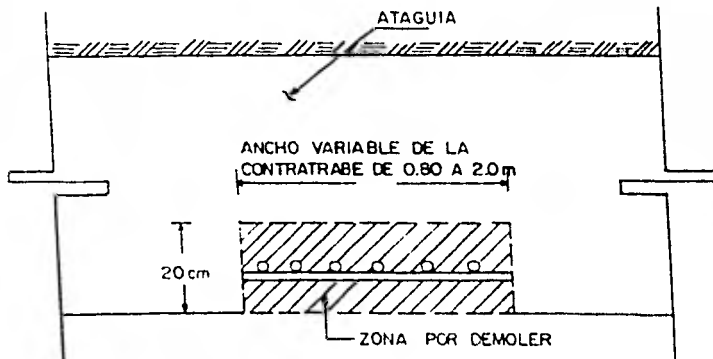
VI.2 CONTRATRABES Y LOSAS TAPA

1. CONTRATRABES

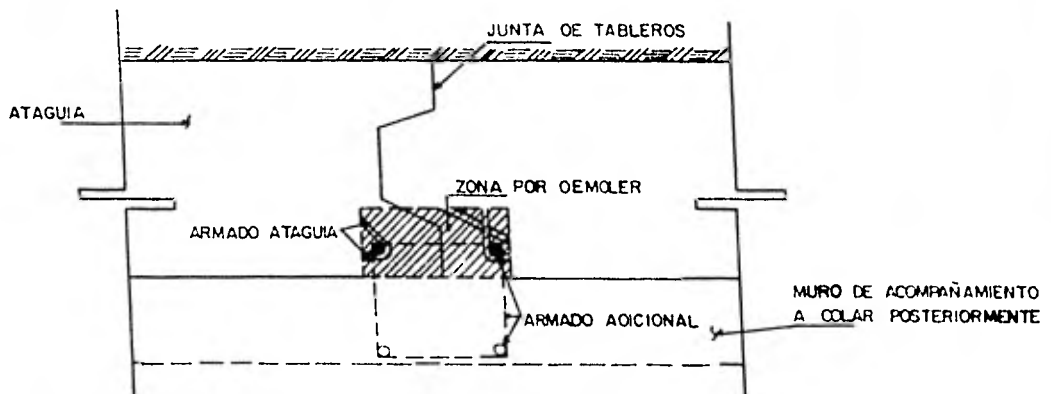
Con las preparaciones dejadas en la losa de cimentación se continuó el armado de las contratraves, dejando en éstas, unos agujeros de 60 cm. de diámetro ubicados en la parte central de cada entre-eje de contratrabe, para permitir el acceso de personal para la supervisión constante o corrección de fallas durante la vida útil del edificio. También se dejaron tubos de 4" \emptyset localizados en la parte inferior de cada cruce, con el fin de distribuir en toda el área el agua que por alguna causa pudiera infiltrarse.

De igual manera que en el caso de la losa de cimentación, se efectuaron ranuraciones en la atagüa para el anclaje respectivo; sin embargo, es posible pensar que pudieron haberse dejado durante la construcción de la atagüa preparaciones a base de poliestireno expandido, block ligero amarrado al armado de ésta o cualesquiera otra, para evitar parte de esta ranuración, pero debido a las dimensiones, características del proyecto y sobre todo a los problemas que encierra en sí la construcción de la atagüa, esto no fue posible, dado que existía la posibilidad de caer en errores por mala ubicación de las preparaciones o incrementos en la "flotación" de las parrillas de acero, provocando con ello, problemas de índole trascendental.

Asimismo, se abrieron cajas en las juntas verticales de la unión de cada tablero de la ataguía, con el fin de retirar el concreto contaminado, lodo bentonítico atrapado, y adicionar acero de refuerzo para reducir al mínimo los riesgos, por trabajo independiente de cada tablero (ver capítulo III.3.6), y por filtraciones existentes.



(a) RANURAS PARA ANCLAJE DE CONTRATRABES



(b) RANURAS EN UNION DE TABLEROS

FIG. 54 RANURAS EN ATAGUIA DE CONCRETO

En las juntas de colado también se dejaron bandas - de polivinil y fronteras de lámina acanalada, pasando el armado corrido en su posición exacta a través de éstas; martelinándose y limpiándose perfectamente dicha junta antes - del colado posterior.

Antes de efectuar cualquier colado, se dejaron las - preparaciones y anclajes de los elementos subsecuentes y tubos de P.V.C. para el paso de las instalaciones.

2a. LOSA TAPA DE CIMENTACION

Terminado el colado del sistema de contratraves se - continuó con las ranuraciones, anclajes, armado, juntas y - vaciado de concreto de la losa tapa, adicionando el concep - to de aditivos impermeabilizantes en el concreto para la zo - na de la cisterna. En esta losa se dejaron una serie de re - gistros con el fin de extraer la cimbra utilizada y poder - tener accesos para el personal de mantenimiento.

2b. LOSA TAPA DE CISTERNA

Construidos los muros de carga de la cisterna se co - ló su losa tapa, dejándose al igual que en la losa tapa de - cimentación registros para su limpieza y sanidad. Esta lo - sa constituye el piso del estacionamiento inferior sobre el lado de la calle de Oxford.

VI.3 MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

Adosado a la atagüa perimetral se construyó un mu - ro de concreto armado de 20 cm. de espesor, con la finali - dad de proporcionar mayor resistencia al edificio garanti - zando su comportamiento adecuado bajo efectos sísmicos y -

darle una buena apariencia a la ataguía, que desde luego - presenta un panorama no muy agradable una vez que ésta ha - sido descubierta durante las excavaciones.

Para este muro no fue necesario ranurar la ataguía - en vista que se construyó paralelo a ésta. Los demás ele - mentos que inciden en él, van anclados a la ataguía quedando embebidos en éste.

Los cortes de colado se efectuaron ± 20 cm. después del colado de la losa anterior y ± 20 cm. antes de la posterior, dejándose bandas de P.V.C. perpendiculares a sus cortes.

El armado resultante del análisis estructural para estos muros fue, en el sentido vertical dos parrilas de acero del No. 5 a cada 20 cm. y en el sentido horizontal acero del No.3 a cada 18 cm., según el siguiente detalle.

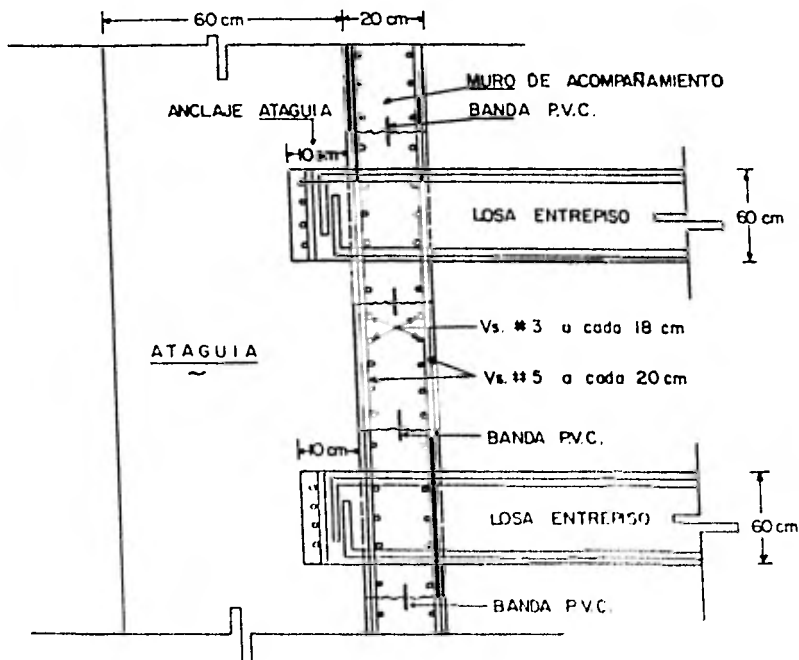


FIG. 55 ARMADO MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

VI.4 MUROS DE CARGA Y LOSAS DE ENTREPISO

1. MUROS DE CARGA

A lo largo de la calle de Praga, de Oxford y en el centro del predio, se colaron muros de carga para soportar los entrepisos y las cargas de la superestructura transmitidas a través de las columnas que se encuentran "ahogadas" - en éstos hasta el nivel del Lobby, figura 51.

A diferencia de los muros de acompañamiento, los cortes de colado se efectuaron hasta alcanzar el paño inferior de la losa de entrepiso por colar, haciéndose cruzar el armado de éstas con el de los muros para darle mayor amplitud al elemento (capiteles, ya que en esta zona no se dejaron casetones) y así poder soportar adecuadamente el esfuerzo cortante, e impedir que este esfuerzo provocase la falla de las losas.

En los muros que se encuentran en los extremos de la construcción, se dejaron agujeros para permitir el paso del sistema de extracción y ventilación, en los cuales, debido a su magnitud se requirió de acero adicional para darle la rigidez necesaria en esta zona por la ausencia de concreto.

Como podrá verse en la figura 51, las dimensiones de estos muros es variable y fluctúa de 3.80 a 12.20 m., siendo un armado típico de éstos, el siguiente:

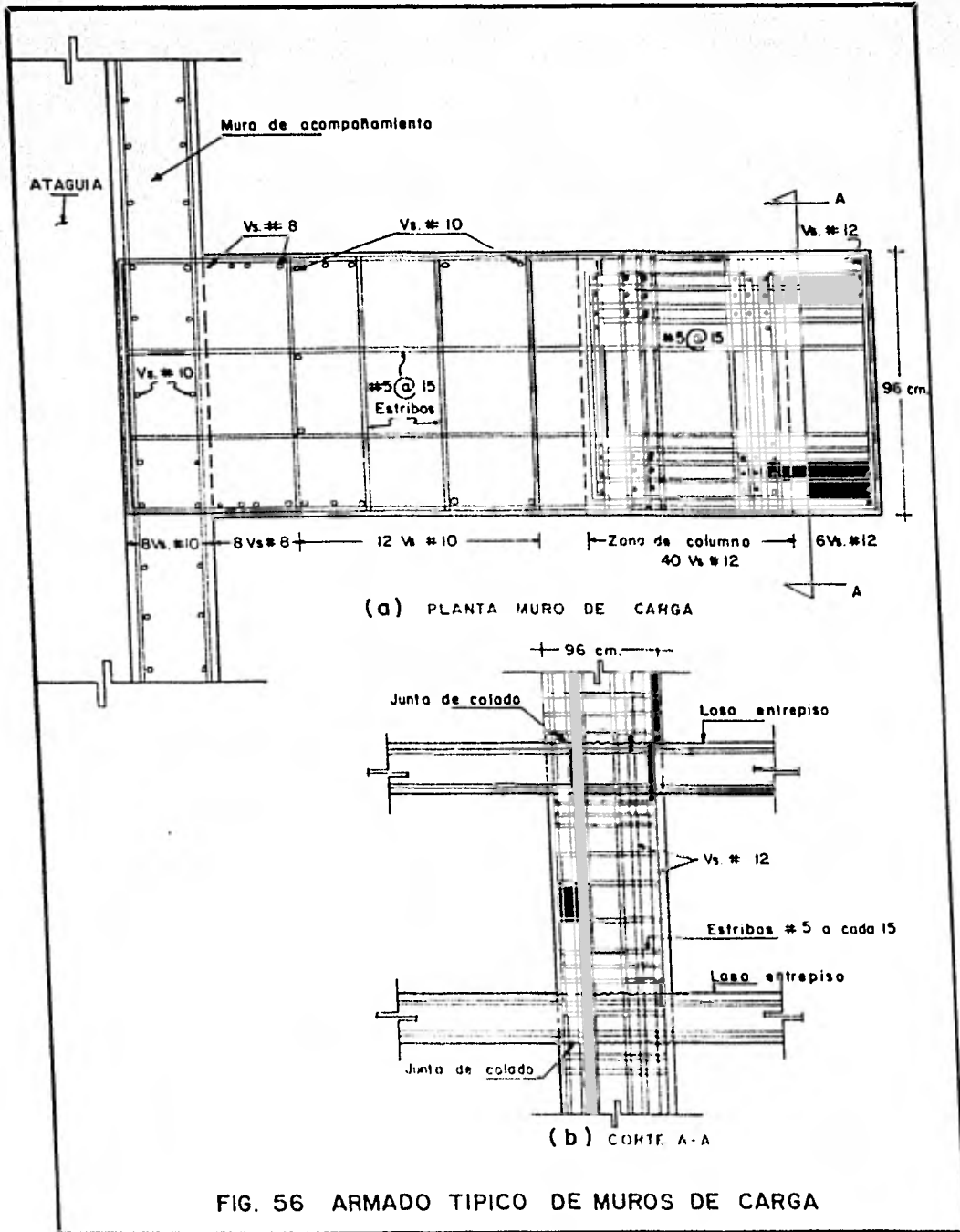


FIG. 56 ARMADO TÍPICO DE MUROS DE CARGA

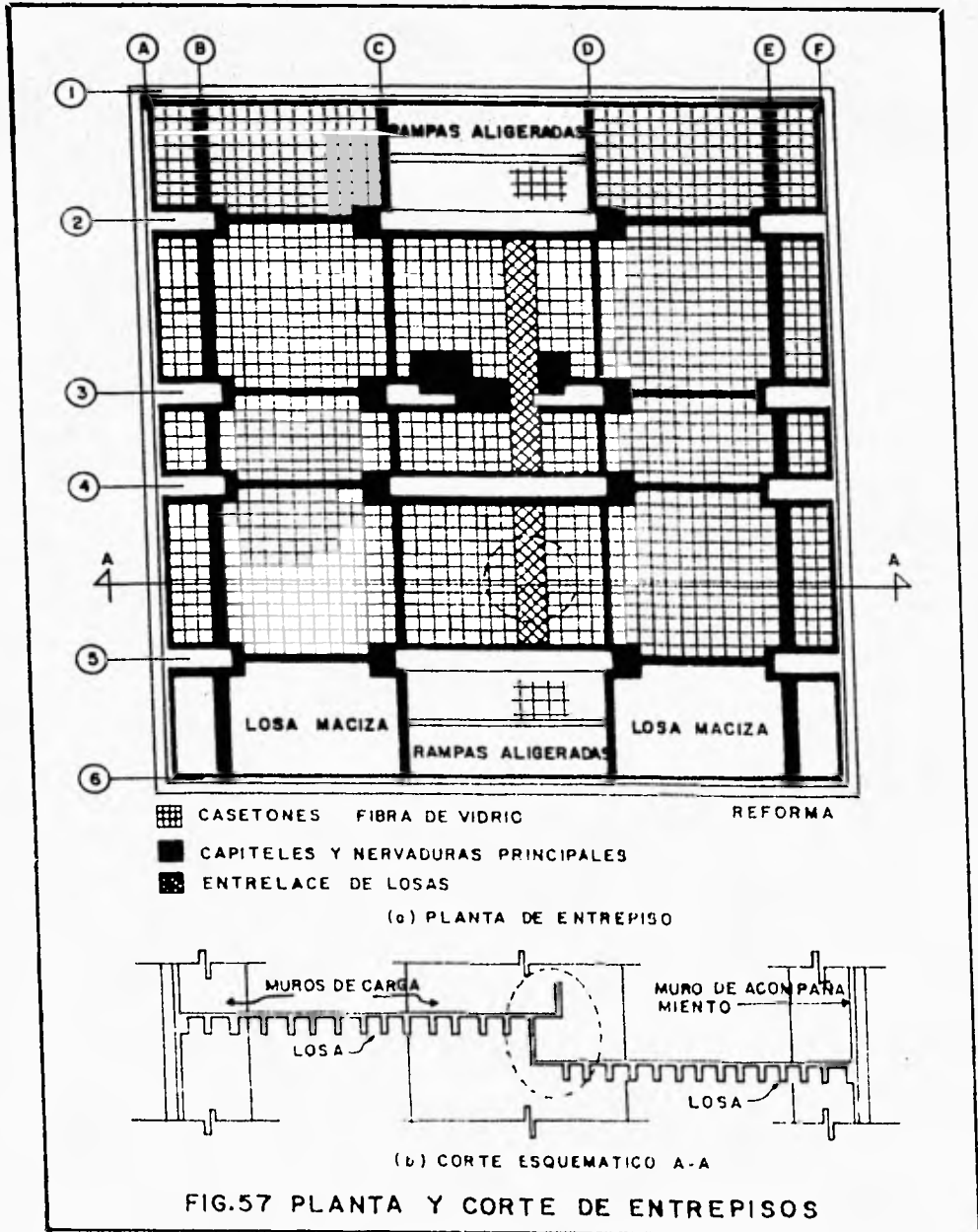
2. LOSAS DE ENTREPISO

Las losas de entrepiso fueron proyectadas a base de aligeramientos con casetones de fibra de vidrio, con una capa de compresión de 10 cm. y con un peralte de nervadura de 50 cm., dando un total de 60 cm. de espesor. Se apoyan directamente sobre los muros de carga y de acompañamiento.

En forma similar a los demás elementos, se demolió una caja en la ataguía perimetral para darle el anclaje necesario y permitirles trabajar en conjunto con toda la estructura, dejándose los pasos necesarios para las instalaciones.

Estas losas están formadas por nervaduras principales en los ejes A-F y del 1 al 6, y secundarias entre estos a distancias no mayores de 60 cm., dando por consecuencia una losa aligerada en toda el área, excepto en la proximidad de los muros de soporte en los que fueron eliminados los casetones para dar mayor resistencia al esfuerzo cortante, y entre el área de los ejes 5 a 6 a todo lo largo de la avenida Paseo de la Reforma, en la cual se coló una losa maciza de 60 cm. de espesor con el objeto de obtener el peso necesario de la estructura y eliminar de esta manera, la excentricidad provocada por la torre de servicios.

Todo el concreto empleado en la construcción de los elementos estructurales, se dosificó para una resistencia $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, con tamaño máximo de agregado de 3/4".



- CASETONES FIBRA DE VIDRICO REFORMA
- CAPITALES Y NERVADURAS PRINCIPALES
- ENTRELACE DE LOSAS

VI.5 DENSIDAD DE ACERO POR M³ DE CONCRETO

En la Industria de la Construcción, es práctica usual emplear índices obtenidos de diversas obras para la elaboración de antepresupuestos, con el fin de tener idea acerca de los rangos de costos entre los que puede fluctuar éste o aquél proyecto. Entre estos índices se encuentran los de costo por m² de construcción y los de cantidad de acero por m³ de concreto colocado, dado que sistemáticamente lo primero que se elabora es el anteproyecto arquitectónico y a partir de éste se derivan los estudios de factibilidad y proyectos definitivos.

Corresponde a esta sección hablar acerca de estos últimos, ya que los índices de costo por m² se han venido mencionando a lo largo de este trabajo.

DENSIDAD DE ACERO POR M³ (D.A.)

a) Losa de cimentación

Concreto = 978.69 m³

Acero de refuerzo = 77.343 ton

$$D.A. = \frac{77,343.00 \text{ kg}}{978.69 \text{ m}^3} = 79.00 \text{ kg/m}^3$$

b) Contratraveses de cimentación

Concreto = 1,375.80 m³

Acero de refuerzo = 432.88 ton.

$$D.A. = \frac{432,880.00 \text{ kg}}{1,375.80 \text{ m}^3} = 315.00 \text{ kg/m}^3$$

c) Losas tapa

Concreto = 355.89 m³

Acero de refuerzo = 16.093 ton.

$$D.A. = \frac{16,093.00 \text{ kg}}{355.89 \text{ m}^3} = 45.00 \text{ kg/m}^3$$

- d) Losas aligeradas, incluye rampas
 Concreto = 1,968.67 m³
 Acero de refuerzo = 231.20 ton

$$D.A. = \frac{231,200.00 \text{ kg}}{1,968.67 \text{ m}^3} = 117.00 \text{ kg/m}^3$$

- e) Muros de carga
 Concreto = 997.45 m³
 Acero de refuerzo = 169.86 ton.

$$D.A. = \frac{169,860.00 \text{ kg}}{997.45 \text{ m}^3} = 170.00 \text{ kg/m}^3$$

- f) Muro de acompañamiento
 Concreto = 255.71 m³
 Acero de refuerzo = 56.25 ton.

$$D.A. = \frac{56,250.00 \text{ kg}}{255.71 \text{ m}^3} = 220 \text{ kg/m}^3$$

- g) Losa de lobby
 Concreto = 592.75 m³
 Acero de refuerzo = 86.18 ton.

$$D.A. = \frac{86,180.00 \text{ kg}}{592.75 \text{ m}^3} = 145.00 \text{ kg/m}^3$$

- h) Total de cimentación
 Concreto = 6,524.96 m³
 Acero de refuerzo = 1,069.806 ton

$$D.A. = \frac{1,069,806.00 \text{ kg}}{6,524.96 \text{ m}^3} = 164 \text{ kg/m}^3$$

VI.6 ESPECIFICACIONES GENERALES

Las presentes especificaciones cubren aspectos tanto de tipo administrativo-contractual, como de tipo técnico: uso, manejo y colocación de los materiales empleados en la construcción de estos elementos y en los diferentes trabajos que hacen posible la construcción de esta obra, o de cualquier otra cuando estas sean aplicables.

No hay que perder de vista que todos los componentes de esta obra fueron realizados por diferentes empresas y coordinadas por una en especial; por lo que esta última al aceptar las cláusulas de su contrato, las hizo extensivas a cada uno de los contratistas cuidando desde luego el cumplimiento de las mismas. A continuación se hablará del contratista independientemente de la actividad que haya realizado, ya que como se menciona en la introducción del presente, el alcance de las especificaciones siguientes cubren diferentes aspectos, y que con objeto de no haberlo hecho repetitivo en cada uno de los capítulos precedentes, se optó por mencionarlos únicamente en este tema.

El contratista realizará todo su trabajo de tal manera que cause el mínimo de molestias a las construcciones vecinas y/o las zonas públicas circunvecinas, ya que en caso de daños a estas áreas, deberán ser reparados a plena satisfacción del o de los afectados. Cooperará con los demás cuando así se requiera para facilitar el progreso, coordinación e integración de todas las partes que intervienen en la obra.

Cuando así lo requiera su trabajo, construirá tapiales, bardas, alambrados, andadores o cualquier otro detalle necesario para proteger al público en general y a todos

los trabajadores dentro de la obra. Asimismo instalará un local temporal con el propósito de proveer de servicios sanitarios a sus trabajadores, manteniéndolo en buenas condiciones de limpieza y sanidad (programa de seguridad, capítulo I.2.3.).

Conservará en todo momento en la obra un libro bitácora, en el que anotará las fechas en que realice cada etapa de su trabajo. En dicho libro, el Coordinador anotará toda variante de los planos, así como la aprobación o rechazo de la obra ejecutada en sus diversas etapas. Será responsable de mantener, continuamente la obra en buenas condiciones de presentación, todos los documentos que la ley y reglamentos vigentes exijan, el libro de bitácora al día, los planos estructurales, arquitectónicos y de instalaciones, así como los resultados de todas las mediciones y ensayos que aquí se especifican.

TRAZO Y NIVELACION. El contratista recibirá de la Coordinación, el trazo y nivelación de los ejes principales, en áreas que no sean de trabajo por medio de marcas en mojoneras de concreto ancladas al terreno, el cual será conservado inalterable durante el curso de los trabajos hasta su terminación. Pero será responsabilidad de éste, cualquier discrepancia que surja en la localización del proyecto y ejes de construcción, ya que estos defectos serán subsanados por el contratista o a expensas del mismo.

ACARREOS. El contratista acarreará todo el material producto de excavaciones, escombros y desperdicios tan pronto como sea posible, con el objeto de conservar la obra en las mejores condiciones de limpieza, así como para la mejor utilización del espacio. Por ningún motivo se permitirá que este material de desperdicio o cascajo se quede en -

el terreno para utilizarlos en rellenos posteriores, ya que dichos rellenos se harán con material adecuado.

CONCRETO

Antes de efectuarse los colados, deberán consultarse los planos arquitectónicos de donde serán tomadas las distancias entre ejes, elevaciones definitivas y detalles que ligan la parte arquitectónica con la estructural, consultándose además los planos de instalaciones y mecánicos, ya que no deberá efectuarse ningún colado sin que previamente se hayan dejado en el lugar preciso, las preparaciones, anclajes y detalles específicos.

a) Cemento. El cemento que se utilice procederá de sacos cerrados con la marca aprobada y tipo correspondiente, cumplirá con las especificaciones de la D.G.N. y A.S.T.M. y quedará sujeto a la aprobación de la Coordinación de obra, que podrá ordenar en cualquier momento muestras y pruebas del mismo. Se almacenará con la debida protección contra la humedad y contaminación.

b) Agua. El agua para la fabricación del concreto deberá provenir de la red municipal y en ninguna forma se empleará agua proveniente de los pozos de bombeo.

Agregados. Se utilizarán agregados únicamente de primera calidad, cumpliéndose con las especificaciones A.S.T.M. C-33, y se almacenarán de tal manera que no se contaminen con otras sustancias.

c) Grava. Se utilizará grava producto de roca sana, ya sea de mina o triturada y con la granulometría especificada por la A.S.T.M.

d) Arena. Será de primera calidad, de la denominada "arena azul", debiendo estar limpia de arcilla, materia orgánica o exceso de polvo. Cualquier arena con exceso de pómez, tezontle o material ligero, será rechazada.

e) Mezclas. Todo el concreto que se utilice para la construcción, deberá adquirir la resistencia de proyecto indicada en los capítulos correspondientes a la edad de 14-6 28 días, dependiendo del tipo de cemento utilizado. Se proporcionará para obtener mezclas plásticas y uniformes, con los revenimientos apropiados dependiendo del tipo de sección por colar y del equipo que se use para su vibrado y colocación; los cuales serán determinados con las pruebas-C-43 del A.S.T.M.

Al definir las proporciones de las mezclas de acuerdo con los revenimientos, invariablemente deberá conservarse la relación agua-cemento y frecuentemente se harán pruebas antes de empezar el vertido y tantas veces como se requiera. Se fabricará en revolvedoras mecánicas siguiendo los procedimientos comunes para realizar revolturas, dejando los materiales dentro de la revolvedora un mínimo de 2 minutos.

f) Concreto premezclado. El concreto premezclado que se use deberá estar garantizado por la compañía expendedora, en cuanto a las especificaciones A.S.T.M. C-94 y en lo relativo a resistencia, revenimiento y calidad de los materiales. Deberá ser surtido en camiones de tipo giratorio y entregarse a la obra antes de 1 hora después de iniciarse la hidratación del cemento, obteniéndose la boleta donde se indique la hora de salida de la planta y la resistencia del concreto surtido. En caso de no cumplir con los requisitos de revenimiento o tiempo, será rechazado sin permitirse la adición de agua o cualquier otra substancia para modificar-

las condiciones en las que llegó.

g) Colocación. Ningún concreto podrá ser depositado en los moldes, mientras no hayan sido aprobados la colocación de acero de refuerzo, anclajes, cimbra y se hayan verificado las dimensiones de los elementos por colar. El transporte del concreto hasta los moldes deberá hacerse evitando la segregación de los materiales, usando para ello bombas o canalones metálicos de fondo curvo con la inclinación necesaria. Deberá depositarse en forma continua, de tal modo que se evite la existencia de juntas frías; llevándose un registro con marcas en un plano de los lugares de colado y la fecha de cada entrega, para ser verificado con las pruebas de resistencia obtenidas. Por ningún motivo deberá permitirse el paso de operarios durante los vaciados, debiéndose colocar pasos adecuados para el personal y equipo. En las juntas de colado se humedecerá y martelinará el concreto anterior, cubriéndose la superficie con una capa de lechada de las mismas proporciones del mortero del concreto.

Para su correcta compactación se utilizarán vibradores en la cantidad necesaria y personal capacitado, debiéndose tener siempre vibradores de repuesto.

El acabado en sus distintas superficies deberá ser aparente o común, según lo indicado en los planos arquitectónicos.

Después de que los moldes hayan sido removidos, las superficies deberán estar sin defectos de acabado, cavernas o irregularidades, ya que cualquier defecto será corregido una vez que el coordinador haya determinado el tipo de reparación por realizar, y en caso de no ser posible convenientemente, obligará a la demolición total del elemento.

h) Aditivos. En el empleo de aditivos para el control de tiempos de fraguado, densidad, plasticidad o impermeabilización de las mezclas, se seguirán estrictamente las proporciones y recomendaciones del fabricante, y será responsabilidad del contratista o de la compañía expendedora - en caso de concreto premezclado, los resultados obtenidos - acerca de su uso.

i) Curado y protección. El concreto fresco será protegido de un secado prematuro o de exceso de calor, durante el período de tiempo necesario para la hidratación del cemento y su endurecimiento, y deberá ser efectuado inmediatamente después de terminado el fraguado inicial, utilizando agua, productos químicos o vapor, debiéndose proteger a su vez contra cargas excesivas, golpes, etc.

j) Pruebas. Se efectuarán pruebas de los materiales y de las proporciones de acuerdo con las especificaciones del A.S.T.M. en lo que se refiere a muestreo, método de prueba, frecuencia y obtención de mezclas.

Pruebas:

- De calidad y granulometría
- De resistencia
- De revenimiento.

Si la calidad y la resistencia de los materiales no cumplen con las especificaciones, la Coordinación podrá rechazar el concreto colado y obtener la reposición por parte del contratista, o podrá optar por pruebas adicionales y - aún pruebas de carga para su verificación.

ACERO DE REFUERZO

La calidad del acero de refuerzo deberá cumplir con lo indicado en la A.S.T.M. y D.G.N. respecto a resistencias, corrugaciones, doblado y alargamiento, tendrá un límite elástico mínimo de $4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Los detalles de refuerzo se realizarán siguiendo -- las especificaciones A.C.I.-318 y el reglamento vigente para construcciones en el D.F. y no serán permitidas las modificaciones o los desplazamientos por interferencias con ductos o accesorios de cualquier índole, si estas no son previamente aprobadas por el ingeniero estructurista.

Colocación. Las varillas deberán quedar amarradas con alambre y sostenidas con bloques de concreto o silletas para asegurar su posición y recubrimiento.

En varillas mayores a 1" se empleará soldadura a -- tope con bisel a 30° , usando una placa de acero como respaldo pero sin formar parte de la resistencia. Deberán hacerse previamente muestras y pruebas de resistencia antes de los trabajos, exigiéndose además la calificación de los operarios en soldadura.

Todo el refuerzo será doblado en frío, siguiendo -- las especificaciones de dobleces según su calidad.

Antes de los colados, las varillas estarán limpias de arcilla, aceite, óxidos o grasa de los moldes, ya que de lo contrario obligarán a la suspensión de los mismos.

Tolerancias de colocación. Las varillas se cortarán y doblarán dentro de las siguientes tolerancias:

- Longitud de varillas	<u>±</u> 3 cm.
- Estribos	<u>±</u> 1 cm.
- Dobleces	<u>±</u> 2 cm.

El refuerzo se colocará dentro de los moldes con -- los recubrimientos que se marcan en los planos, con las siguientes tolerancias:

- Recubrimientos	<u>±</u> 0.5 cm.
- Distancias entre varillas	<u>±</u> 1.0 cm.
- Acero de estribos	<u>±</u> 1.5 cm.

Tolerancias en resistencia. El 80 por ciento de las muestras ensayadas en cada partida, resistirá cuando menos los esfuerzos especificados y ninguna fallará con menos del 90 por ciento de dichos esfuerzos. La misma especificación regirá en cuanto a los límites de fluencia y elástico, referidos éstos, al área nominal de la sección transversal del refuerzo.

CIMBRA

Será responsabilidad del contratista el diseño y construcción de las cimbras para obtener las dimensiones de los elementos, y serán lo suficientemente resistentes como para soportar las cargas propias del concreto fresco y las presiones laterales respectivas incluyendo el efecto del vibrado, eliminando así al máximo posible la deformación de estas durante la operación de vaciado. Se dejarán las contraflechas necesarias para obtener elementos perfectamente a nivel y se evitarán las fugas de lechada.

Donde se especifica concreto aparente la cimbra po-

drá ser metálica o de triplay impermeable de 3/4", en caso de optarse por esta última, no se permitirá su uso más de 9 veces, bajándose tal número si baja la calidad o si el maltrato de la cimbra así lo exige. En el resto podrá emplearse cimbra metálica o triplay impermeable con un número mayor de usos y con la misma condición anterior.

La parte inferior de la cimbra de columnas y muros, estará provista de aberturas que permitan la inspección del fondo para ejecutar su limpieza y humedecido antes de cada colado.

Las cimbras laterales podrán ser removidas al obtenerse el endurecimiento del concreto, siempre y cuando éste pueda resistirse sin ningún daño durante el descimbrado y de preferencia ~~no antes de 24 horas.~~

Las cimbras para soporte vertical deberán conservarse hasta que el concreto alcance una resistencia mínima del 75% de su resistencia a la ruptura.

En forma general, el descimbrado podrá hacerse parcialmente en la mitad del tiempo correspondiente a descimbrado total, dejando puntales capaces de tomar íntegro el peso propio del concreto colado más la mitad del peso del siguiente nivel y las cargas vivas que obrarán durante la construcción.

Con la exposición de este tema se concluye el alcance de esta tesis. Esperamos lograr la finalidad para la cual fue elaborada.

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

- METODOS PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION
ROBERT L. PEURIFOY
EDITORIAL DIANA, S.A.
1976.

- NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION (TOMO I)
ING. ALFREDO PLAZOLA CISNEROS
ING. ALFREDO PLAZOLA ANGUIANO
EDITORIAL LIMUSA, S.A.
1976.

- COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION
ING. CARLOS SUAREZ SALAZAR
EDITORIAL LIMUSA, S.A.
1978.

- MOVIMIENTO DE TIERRAS
HERBERT L. NICHOLS, JR.
COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A.
1976.

- FUNDAMENTOS DE LA MECANICA DE SUELOS
DR. EULALIO JUAREZ BADILLO
M.I. ALFONSO RICO RODRIGUEZ
EDITORIAL LIMUSA, S.A.
1975.

- TEORIA Y APLICACIONES DE LA MECANICA DE SUELOS
DR. EULALIO JUAREZ BADILLO
M.I. ALFONSO RICO RODRIGUEZ
EDITORIAL LIMUSA, S.A.
1976.

- TOPOGRAFIA APLICADA A LA CONSTRUCCION
B. AUSTIN BARRY, F.S.C.
EDITORIAL LIMUSA, S.A.
1976.
- MUROS PANTALLA
ING. GEORGES SCHNEEBELI
EDITORES TECNICOS ASOCIADOS, S.A.
1974.
- CIMENTACIONES DE ESTRUCTURAS
ING. CLARENCE W. DUNHAM
McGRAW--HILL DE MEXICO, S.A. DE C.V.
1977.
- METODO DE LA RUTA CRITICA
ING. JAMES. M. ANTILL
ING. RONALD W. WOODHEAD
EDITORIAL LIMUSA, S.A.
1975.
- APUNTES DE RUTA CRITICA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNAM.
- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS
SOLUM, S.A.
1975.
- EMPLEO DEL MURO COLADO "IN SITU" COMO ESTRUCTURA DE
RETENCION EN CIMENTACIONES
ING. JOSE ANTONIO PONCE
SOLUM, S.A.
1978.
- ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION
ING. HERIBERTO IZQUIERDO
1978.
- ANALISIS Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION
SOLUM, S.A.
1977.

- BASES Y NORMAS PARA LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS
- LEY DE SECRETARIAS Y DEPARTAMENTO DE ESTADO
- REGLAMENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACCIDENTES DE-TRABAJO
- DATOS PROPORCIONADOS POR EMPRESAS CONSTRUCTORAS 1978-1979.
- PRACTICA RECOMENDABLE PARA LA MEDICION, MEZCLADO, -TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO IMCYC 1977.