

881215

7
24

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



**PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA DE
CONCRETO DE UN EDIFICIO DE 46 NIVELES**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A
EMILIO ROSALES BOGARIN

MEXICO, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

I N D I C E

Página.

CAPITULO 1	<u>INTRODUCCION</u>	
1.1	Evolución histórica de los edificios altos.	1
1.2	Descripción general del proyecto.	14
1.3	Volúmenes de obra significativos.	21
CAPITULO 2	<u>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS</u>	
2.1	Introducción.	22
2.2	Geología del predio.	23
2.3	Estratigrafía y propiedades del subsuelo.	25
2.4	Pruebas triaxiales.	36
2.5	Sondeos adicionales.	40
2.6	Conclusiones.	45
CAPITULO 3	<u>EXCAVACION</u>	
3.1	Procedimiento.	47
3.2	Anclaje del terreno.	65
CAPITULO 4	<u>INSTALACIONES PROVISIONALES EN OBRA</u>	
4.1	Introducción.	69
4.2	Descripción de equipo utilizado.	
	4.2.1 Grúa torre.	71
	4.2.2 Elevador de materiales.	78
	4.2.3 Equipo de bombeo de concreto.	80

CAPITULO 5	<u>ESPECIFICACIONES GENERALES DE CIMENTACION Y ESTRUCTURA</u>	
5.1	Generalidades.	86
5.2	Cimentación.	90
5.3	Concreto.	91
5.4	Cimbra.	103
5.5	Acero de refuerzo.	108
5.6	Soldadura en varillas de refuerzo.	110
5.7	Albañilería.	115
5.8	Tolerancias.	116
CAPITULO 6	<u>CIMENTACION</u>	
6.1	Introducción.	119
6.2	Cimentación de la torre.	123
6.3	Cimentación de edificios bajos.	130
CAPITULO 7	<u>SUPERESTRUCTURA</u>	
7.1	Cimbrado.	131
7.2	Colocación de acero.	142
7.3	Colado.	151
CAPITULO 8	<u>SEGURIDAD</u>	
8.1	Causas de los accidentes.	157
8.2	Protecciones personales.	160
8.3	Protecciones colectivas.	162
8.4	Verificaciones generales para evitar accidentes.	170
8.5	Curso de primeros auxilios.	177

		Página.
8.6	Estadística	181
CAPITULO 9	<u>CONCLUSIONES</u>	192
	<u>REFERENCIAS</u>	194

CAPITULO 1

I N T R O D U C C I O N

1.1 EVOLUCION HISTORICA DE LOS EDIFICIOS ALTOS

Desde el principio de la humanidad la técnica se ha ocupado de satisfacer las necesidades básicas de los hombres, siendo una de las mas importantes la vivienda.

Posteriormente, al hacerse mas compleja y diversificada las ocupaciones de los hombres, fue necesario proporcionarles, mediante edificios singulares, el marco en el que atendiese todas sus necesidades laborales, religiosas, sociales, y políticas.

La historia de la edificación en este sentido se confunde en todas las civilizaciones con la historia del Arte, y los grandes artistas de todos los tiempos. Brillantes figuras unas veces, anónimos constructores otras, han ido haciendo avanzar paso a paso la técnica hacia realizaciones mas monumentales. (Ref 1).

En nuestro siglo, este ímpetu natural en el hombre por los grandes edificios ha encontrado, conjugado con la necesidad de satisfacer nuevas realidades sociales, un desarrollo brillante e ininterrumpido. Es el edificio alto, uno de los simbolos más representativos de la civilización moderna. Si pidiésemos a varias personas que mencionasen la ciudad más característica de esta época, la mayoría escogería sin duda la ciudad de Nueva York, con su impresionante horizonte de rascacielos, siendo precisamente estos edificios lo que distingue esta ciudad de las demás. (Ref 2).

Los edificios singulares llenan nuestras ciudades, y vemos avanzar cada día la técnica para construirlos, tanto desde el punto de vista del diseño como desde el proceso constructivo.

Los dos avances tecnológicos que hicieron posible la construcción -

económica de edificios altos, a partir de mediados del siglo XIX, fueron el elevador y la estructura reticular de acero.

El elevador es considerado con frecuencia, como el único responsable de que los edificios hayan podido crecer verticalmente, utilizándose primero como transporte de mercancías de piso a piso, no pudiéndose utilizar como transporte de personas hasta que se inventó el sistema de seguridad automático, en 1853. Este sistema evita las peligrosas caídas.

Antes del invento del elevador, la altura de los edificios estaba limitada por el número de pisos, alrededor de cinco, que los ocupantes podían subir y bajar razonablemente, durante el trabajo ó, al entrar y salir de sus domicilios. Los elevadores proporcionan un medio adecuado de movimiento vertical, pudiéndose desplazar con velocidades de hasta 550 m/min, o sea algo más de 30 km/hr.

Sin embargo, los elevadores no ocasionaron el crecimiento inmediato de la altura de los edificios; pasaron 20 años desde la demostración del sistema automático de seguridad hasta que se utilizaron con fines comerciales de transporte de pasajeros. Este retraso, se debió a otros problemas tecnológicos. (Ref 2).

Hasta fines del siglo pasado la forma común de construcción comercial se basaba en el empleo de muros de carga de mampostería de tabique, que transmitía las cargas vivas y muertas de los pisos, y el peso propio de los muros, hasta la cimentación; ésta forma de construcción no es adecuada para edificios altos puesto que, al aumentar el número de pisos, se incrementa, cada vez más, el grueso de los muros, hasta que se llega a espesores que reducen de manera significativa, el área rentable.

El edificio de mayor altura con muros de carga construído durante el siglo XIX en Chicago, tenía 17 pisos; su diseño estaba restringido por códigos que dificultaban enormemente la construcción de edificios altos al estipular el grueso de los muros en función de la altura; sus muros inferiores

tenían casi dos metros de grueso.

Los códigos requerían que los muros inferiores de construcciones de 12 niveles tuviesen no menos de 90 cms de grueso, con lo que edificios ordinarios se perdía alrededor del 25% del área rentable de la planta baja. Además, al crecer la altura aumentaba también el volumen de mampostería necesario por unidad de área utilizable; de acuerdo con el código de Nueva York de 1920, por ejemplo, un edificio de 12 pisos requería 0.3 m^3 de mampostería por m^2 de piso, únicamente para los muros perimetrales.

Fué el empleo de un esqueleto de acero, que soporta el peso de la — construcción, introducido en los últimos años del siglo XIX, el paso más importante en la evolución de los edificios altos. Con este sistema los muros dejan de ser de carga, su grueso no aumenta cuando la altura crece, y el área — rentable se conserva aproximadamente constante, cualquiera que sea el número de pisos.

Los primeros pasos hacia el desarrollo de la estructura reticular de acero para edificios de varios niveles, se dieron en Inglaterra, al iniciarse la revolución industrial, en un intento de ganar más espacio y aumentar la capacidad de carga para instalar maquinaria en talleres de hilados y tejidos; así, los postes de madera primero, y las vigas del mismo material después, fueron sustituidos por columnas y vigas de hierro fundido. Con este sistema se construyó en 1801 un edificio de siete pisos, que no tenía elevadores.

Posteriormente, en 1845 empezaron a emplearse vigas de hierro forjado, las que dominaron el mercado, hasta que fueron sustituidas por el acero.

El sistema de construcción a base de vigas, que dominó la arquitectura industrial durante la mayor parte del siglo XIX, no constituía propiamente una estructura reticular como las que se usan en la actualidad porque los muros exteriores, que seguían siendo de carga, soportaban una parte importante del peso de los pisos y cumplían también la importante misión — de proporcionar al edificio rigidez lateral y resistencia ante fuerzas ho-

rizontales. (Una estructura reticular se compone de un conjunto de elementos horizontales y verticales, vigas y columnas, que es capaz de resistir por sí sola, sin ayuda de los muros, que ahora se convierten en elementos de relleno, todas las solicitaciones, verticales y horizontales, a que quedará sometida durante su vida útil).

La primera construcción diseñada completamente como una estructura reticular de acero fue la fábrica de Chocolates Menier, levantada en los años 1871-72 en Noisiel sur Marne, cerca de Paris.

Después de los primeros intentos realizados en Europa, el desarrollo de los edificios altos, los famosos rascacielos, ha estado muy ligado con los Estados Unidos de Norte América, y dentro de ellos, con las ciudades de Chicago y Nueva York. Así, el primer edificio alto con estructura completa de acero se construyó en Chicago, en 1889; tenía 9 pisos y 37 m de alto.

El Tacoma Building, terminado ese mismo año en la misma ciudad, de 13 pisos, fué el edificio más alto hasta que en 1891 lo sobrepasó, también en Chicago, el Capital Building, de 20 pisos y 83.5 m sobre la banqueta.

En los últimos años del siglo pasado Nueva York rebasó a Chicago en la competencia por tener el edificio más alto del mundo; una torre de 21 pisos y 91 m de altura, propiedad de una compañía aseguradora. (Ref 2).

Posteriormente los edificios más altos han sido cronológicamente:

ST. Paul Building, construido en el sur de Manhattan con 26 pisos y 94 metros,

Park Row Building, en frente del anterior, 29 pisos y 117.5 m.

Torre Singer de 45 pisos y 186 m.

Metropolitan Tower de 50 pisos y 213 m.

Edificio Woolworth de 60 pisos con 244 m, finalizado en 1913.

Con ésta última construcción se pasó, en poco más de 20 años, desde 1889 a 1913, de 9 a 60 pisos y de 37 a 244 metros de altura.

Durante cerca de 20 años nadie desafió este edificio, hasta que, a fines de la década de los 20, la competencia entre la Chrysler Corporation y el banco de Manhattan, por poseer el edificio más alto, llevó al edificio de Chrysler, terminado en 1930, a los 319 m de altura.

Sin embargo un año después, en 1931, se inauguró el Empire State Building que con sus 102 pisos y 381 m, fue el edificio más alto del mundo durante 40 años, hasta ser superado por las dos torres gemelas del World Trade Center, también en New York, de 110 pisos y 417 m, terminadas en 1972. Un año más tarde, la torre Sears, de 442 m, recuperó para Chicago, ciudad en la que nació el rascacielos hace un siglo, el título que aún conserva, (1987), del edificio más alto del mundo.

De la misma manera que las estructuras de hierro colado se utilizaron al principio como meros sustitutos de los muros de mampostería, sin cambiar el sistema constructivo básico, así los primeros edificios de concreto reforzado se hicieron imitando a los de acero, sustituyendo viga por viga y columna por columna, por lo que se conservaron con alturas modestas, hasta que se desarrollaron nuevos conceptos estructurales que utilizan las características únicas del concreto reforzado y permiten alcanzar alturas espectaculares empleando este material.

El primer edificio alto con estructura de concreto reforzado se construyó en Cincinnati, Ohio, en 1902-3; tiene 64 m de altura y 17 pisos, y sigue en servicio en la actualidad; posteriormente, la altura máxima en edificios de ese material llegó a 19 pisos y 70 m en 1922 y a 23 niveles en 1929.

Por otra parte, el primer rascacielos de concreto reforzado en el que las cargas laterales se resistieron por medio de muros de cortante fue, probablemente, el edificio Focsa, construido en la Habana, Cuba, en 1954; tiene 39 pisos y 123 m de altura.

El empleo de muros de concreto reforzado que contribuyen a resistir de manera muy eficiente y económica, las fuerzas horizontales del viento o -

sismo, y a proporcionar al edificio la rigidez lateral necesaria, representa el paso más importante en el uso de este material en construcciones muy altas. En la actualidad puede decirse que todos los edificios altos de concreto reforzado poseen muros de rigidez dispuestos estratégicamente, muchas veces alrededor de un núcleo central de servicios en el que se agrupan elevadores, escaleras y baños. Este núcleo se emplea también con frecuencia en edificios en lo que el resto de la estructura es de acero, con lo que se obtienen estructuras mixtas, en las que se usan los dos materiales de construcción más importantes.

En Estados Unidos puede considerarse el Executive House, de Chicago (39 pisos y 113 m), como el primer edificio de concreto reforzado verdaderamente alto; en él se utilizaron también muros de cortante. Cuando se terminó, en 1959, había cuatro edificios de concreto de mayor altura, en países en los que el acero es muy costoso; el más alto de todos, en Sao Paulo, Brasil, tenía 154 m.

A diferencia de los años comprendidos entre 1920 y 1940, en los que la altura récord de los edificios de concreto reforzado aumentaba de piso en piso, los incrementos han sido mucho más espectaculares desde los últimos años de la década de los 50.

Así, en 1962 el edificio más alto eran las torres mellizas de Marina City, en Chicago, de 65 pisos y 179 m; en 1968, Lake Point Tower, también en Chicago, llegó a los 70 pisos y 199 m, y en 1970 Plaza Shell N° 1, en Houston, alcanzó los 217 m, aunque sólo tiene 52 pisos. En este momento el edificio más alto de la tierra con estructura de concreto es el Water Tower Place, en Chicago; siendo su altura de 262.3 m.

No es probable que el concreto reforzado supere al acero en la carrera hacia las nubes pero, sin embargo, las alturas en las que compete económicamente han crecido de manera espectacular en los últimos años; así, en Estados Unidos era competitivo en 1957, para edificios de hasta 10 ó 15 pi-

sos, mientras que en 1973, sólo 16 años después, competía con éxito en alturas varias veces mayores. Esta tendencia es aún más notable en otros países en los que el acero es relativamente más costoso, entre los que se encuentra México, por lo que este material dominará el campo en los próximos años, aunque los edificios más altos seguirán, seguramente, siendo de acero.

El empleo, principalmente en las columnas, de concretos de muy alta resistencia (hasta 600 kg/cm^2 de esfuerzo de ruptura en compresión), ha hecho que el concreto reforzado se haya vuelto todavía más competitivo en los últimos años. El uso de concretos de alta resistencia produce ahorros de material, hace que disminuya el peso del edificio, con lo que disminuye el costo de la cimentación, y permite obtener columnas de dimensiones no excesivamente grandes, con el aumento correspondiente de área utilizable.

Uno de los factores que ha hecho posible el empleo económico de esos concretos ha sido el desarrollo de aditivos superplastificadores, con los que se obtienen mezclas trabajables, aún con las bajas relaciones agua/cemento que caracterizan a los concretos de resistencia muy elevada.

Casi todos los edificios altos que se construían hace diez años en la isla de Manhattan, en Nueva York, tenían estructura de acero; en cambio, al rededor del 25 por ciento de los edificios nuevos se hacen ahora de concreto reforzado; el más alto, de 65 pisos, en un edificio de usos múltiples, centro comercial y oficinas en los pisos inferiores y departamentos en los superiores.

En Japón y en Estados Unidos se ha utilizado en los últimos años un sistema mixto, con el que se ha hecho ya un buen número de edificios altos. Se monta primero una estructura ligera de acero, que se recubre posteriormente con concreto reforzado; se obtiene así un sistema estructural que combina la rigidez de las estructuras de concreto con la ductilidad propia de las de acero.

En México la evolución de los edificios altos también ha sido rápida.

El primer edificio construido de más de 20 niveles fué el de la - Lotería Nacional. Este edificio tenía 22 ó 23 niveles y, fué realizado con - estructura de acero, inaurándose a mediados de la década de los 40.

Más ó menos de la misma altura, construidos poco después de la segunda guerra mundial y también con estructura de acero, son el edificio de la Antigua Secretaría de Recursos Hidráulicos y el Aguilar; los dos se encuentran en la Glorieta de Colón.

El edificio mas alto con estructura de concreto, en la década de - los 40 era el Corcuera, de unos 14 ó 15 pisos, situado en Reforma 1, frente - al Caballito; se dañó durante un temblor, fué reparado, y volvió a sufrir ave - rías durante el sismo del 28 de julio de 1957; esta vez los daños fueron - tan graves que se juzgó prudente demolerlo.

Entre febrero de 1949 y abril de 1956, se construyó con estructura de acero la Torre Latinoamericana, con 44 pisos y 139 metros de altura.

En los últimos años se han realizado gran cantidad de rascacielos en la República de México, principalmente en: la capital del país, Acapulco, - Guadalajara y Monterrey. En la tabla N° 1 se mencionan algunas de las edifi - caciones mas altas del país.

Ha sido en el Distrito Federal donde el incremento de estas estruc - turas se han prodigado con mayor asiduidad y, aunque se han realizado edifi - cios de acero - como es el caso de la Torre Mexicana de Aviación, de 33 pi - sos, y la Torre de Pemex, de 50 pisos, - son sin lugar a dudas, los edificios

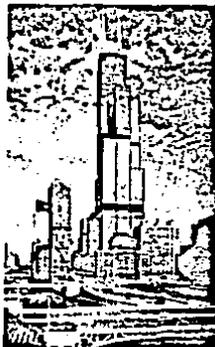
de concreto los que mejor futuro tienen en Mexico. En los últimos años podemos destacar los siguientes edificios construidos con este último material: el hotel Chapultepec de 33 pisos, el hotel Nikko con 42 niveles y, la Torre Lomas con 46 niveles desde el desplante de la cimentación y 155 metros de altura totales. Este último edificio será el que se analice en los siguientes capítulos.

En las tablas N° 2, 3 y 4 se muestran los edificios mas altos del mundo construidos, en proceso de realización y, en etapa de estudio respectivamente. (Ref 3).

<u>+ E D I F I C I O</u>	<u>+ A L T U R A *(m)</u>	<u>+ N° DE PISOS</u>	<u>+ M A T E R I A L</u>	<u>+ D E S T I N O</u>
- CIUDAD DE MEXICO				
Torre de panex	211.20	53	Acero	Oficinas
Hotel de México	174.50	50	Mixto	Hotel
Hotel Nikko	140.00	42	Concreto	Hotel
Torre Latinoamericana	139.00	44	Acero	Oficinas
Torre Lomas	132.00	40	Concreto	Departamentos
Torre Nonoalco-Flatelolco	127.10	25	Concreto	Oficinas
- ACAPULCO, GRO				
Condominio "Estrella del Mar"	93.65	26	Concreto	Deptos. en condominio
Hotel Plaza Internacional	92.15	25	Concreto	Hotel
- MONTERREY				
Condominio del Norte	96.50	31	Concreto	Hotel
Condominio Acero	76.77	20	Acero	Ofic. en condominio
- GUADALAJARA				
Condominio Plaza Americas	85.00	25	Concreto	Oficinas
Condominio Guadalajara	80.00	27	Acero	Oficinas

* No incluye las antenas u otros apéndices semejantes que hay en alguno de los edificios.

+ TABLA N° 1 +



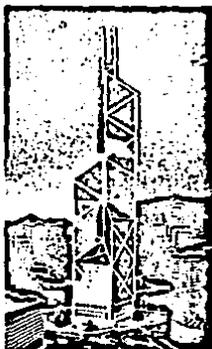
Sears Tower

+ EDIFICIOS CONSTRUIDOS * +

- EDIFICIO	- ALTURA (m)	- CIUDAD	- AÑO TERMINADO
1.- Sears Tower	442	Chicago	1974
2.- World Trade Center North	417	Nueva York	1972
3.- World Trade Center South	415	Nueva York	1973
4.- Empire State	381	Nueva York	1931
5.- Amoco Corp.	346	Chicago	1973
6.- John Hancock	344	Chicago	1968
7.- Chrysler	319	Nueva York	1930
8.- Texas Commerce Plaza	305	Houston	1981
9.- Allied Bank Plaza	296	Houston	1983
10.- Columbia Seafirst Center	291	Seattle	1985

* Antes de 1986.

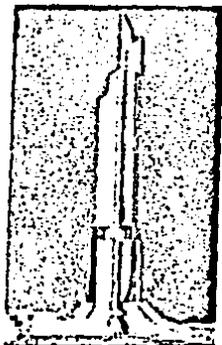
+ TABLA N° 2 +



Bank of China

+ EDIFICIOS EN CONSTRUCCION +

- EDIFICIO	- ALTURA (m)	- CIUDAD	AÑO ESTIMADO DE TERMINACION
1.- Bank of China	314	Honh Kong	1988
2.- Overseas Union Bank	280	Singapore	1986
3.- Liberty Place	256	Philadelphia	1987
4.- City Spire	244	Nueva York	1988
5.- Rialto Center	242	Melbourne	1986
6.- Momentum Place	240	Dallas	1987
7.- Singapore Treasury	235	Singapore	1986
8.- Atlantic Center	235	Atlanta	1987
9.- Morgan Guaranty	229	Nueva York	1988
10.- Raffles City Hotel	226	Singapore	1986



Phoenix Tower

+ RASCACIELOS EN ESTUDIO +

- EDIFICIO	- ALTURA PROYECTADA (m)	- CIUDAD
1.- Phoenix Tower	516	Phoenix
2.- Television City Tower	509	Nueva York.
3.- Melbourne	329	Melbourne
4.- 383 Madison Avenue	317	Nueva York
5.- Prudential Tower	311	Chicago
6.- Columbus Circle	274	Nueva York
7.- TV City Towers	259	Nueva York
8.- Republik Bank Center	233	Dallas
9.- Library Square	70 pisos	Los Angeles
10.- Indonesian World Trade Center	68 pisos	Jakarta

1.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El edificio se encuentra ubicado en un predio de aproximadamente 3850 m², que forman la Av. de Las Palmas, Monte Sinaí, Monte Tabor y Sierra - Gamón, en la Colonia Nueva Chapultepec, en la Ciudad de México.

La ubicación de la torre de departamentos dentro del terreno, así como un corte de la misma se muestra en la Fig. 1.1 ,

El edificio se divide en tres grandes zonas (Fig. 1.2): la zona - " Nº 1", correspondiente a la torre y, la zona "Nº 2 y 3", correspondiente a edificios bajos.

La zona "1" cuenta con cinco sótanos de estacionamientos subterráneos; la zona "2" aloja seis, de los cuales cinco están destinados a estacionamientos que están unidos mediante rampas, las cuales sirven para pasar de un nivel a otro. El sexto sótano, el más profundo, contiene bodegas para uso de los propietarios de los condominios. En esta misma zona, pero en la parte superior se aloja una cancha de tenis y jardines.

La zona "3", se usará como zona de servicios alojando: bombas de agua, equipo contra incendio, calderas, zona de recolección de basura y, teniendo a nivel de banqueta, una alberca y dos jacuzzis.

El cuerpo del edificio en sus primeras 32 plantas, por encima de los sótanos, tiene la forma que se muestra en la Fig. 1.3 , con dimensiones laterales de 34.70 por 43.50 metros.

Los dos primeros niveles por encima de la calle corresponden a: la planta principal, que es la de acceso al edificio, y, al mezzanine, el cual --

aloja oficinas propias del edificio, conmutador y sala de seguridad. Entre estas dos plantas y los sótanos se ubica un nivel llamado de "Recreación", donde existe lavandería, restaurante, supermercado, peluquería y gimnasio.

Las treinta primeras plantas por encima del mezzanine tienen la estructuración anteriormente mencionada, conteniendo cada nivel cuatro departamentos.

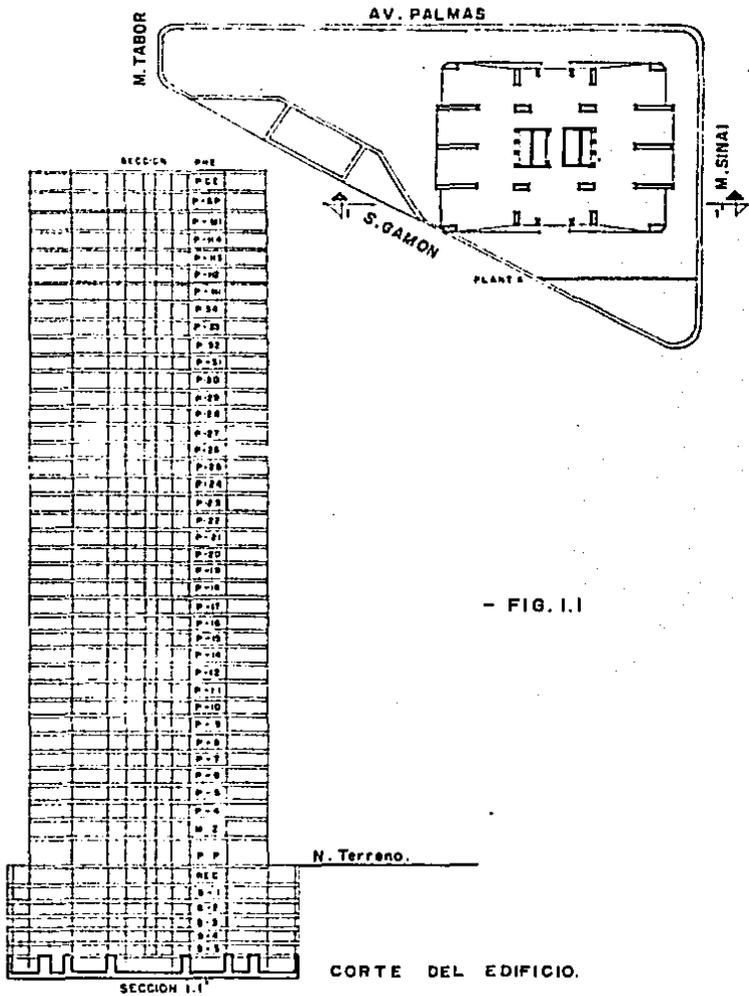
Las plantas superiores sufren una pequeña modificación arquitectónica, pasando a tener la forma que se muestra en la Fig. 1.4. Estos niveles están formados por ocho penthouses -dos por planta-, un mirador con restaurante y una sala de reunión. Por encima de esta sala se encuentra el cuarto de elevadores, donde está instalado el equipo que controla los ocho elevadores con que cuenta el edificio.

En este mismo nivel se encuentran las manejadoras del aire acondicionado.

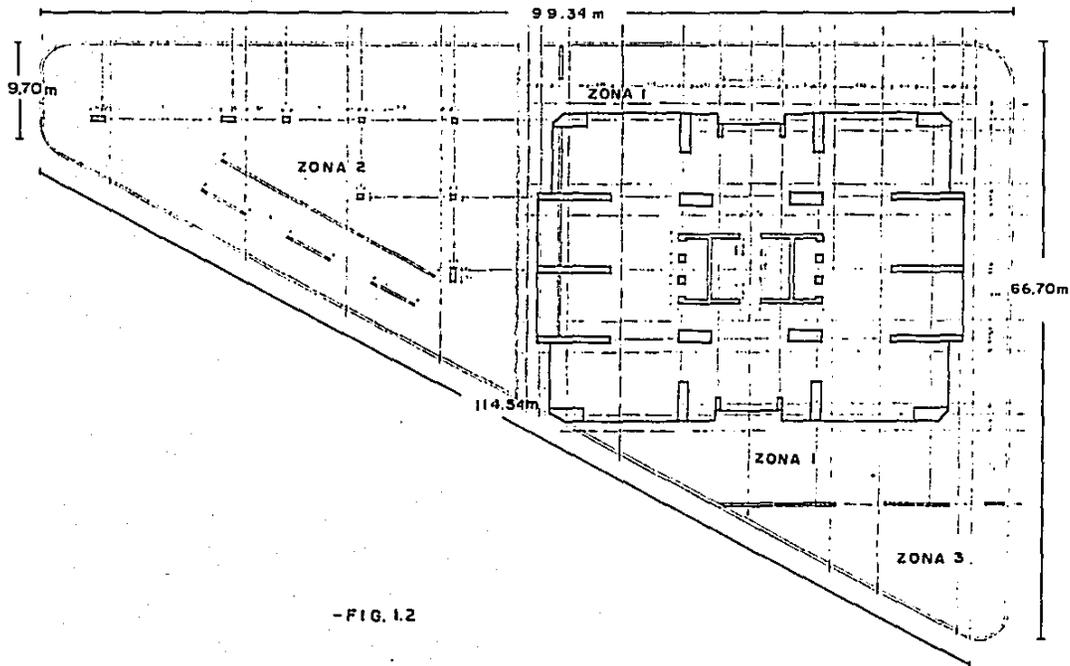
El último nivel de la torre cuenta con un helipuerto, el cual está situado a una cota de 155 metros desde el nivel de desplante de la cimentación, y a 132 desde el nivel de banqueta.

La estructura cuenta con tres zonas de elevadores y una de escaleras como se muestra en la Fig. 1.5. Además cuenta con dos escaleras metálicas contra incendios, una sobre la avenida de Las Palmas, y la otra sobre Sierra Ganón.

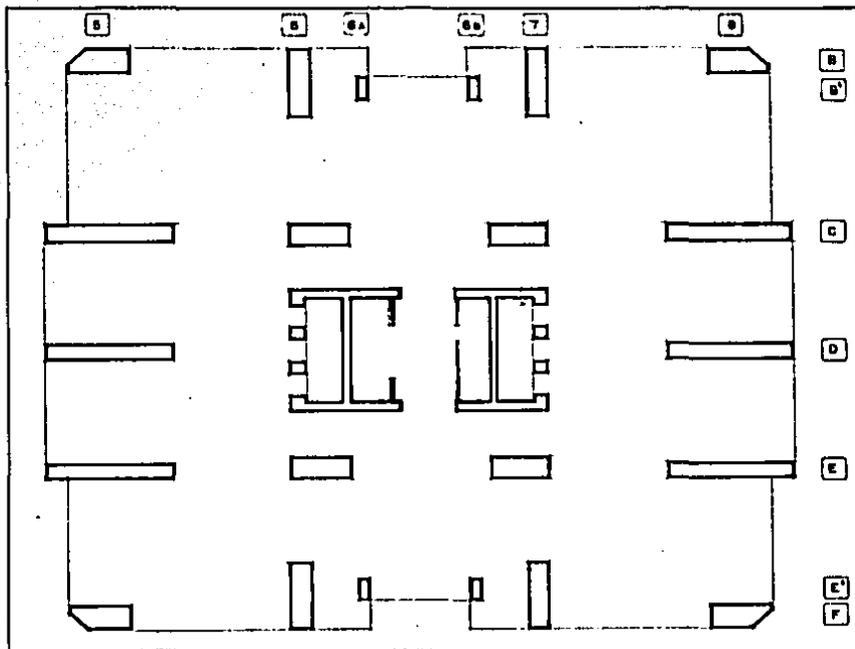
La fachada de la torre combina precolados, aluminio y vidrio. Los muros interiores de las plantas son de tabla-roca.



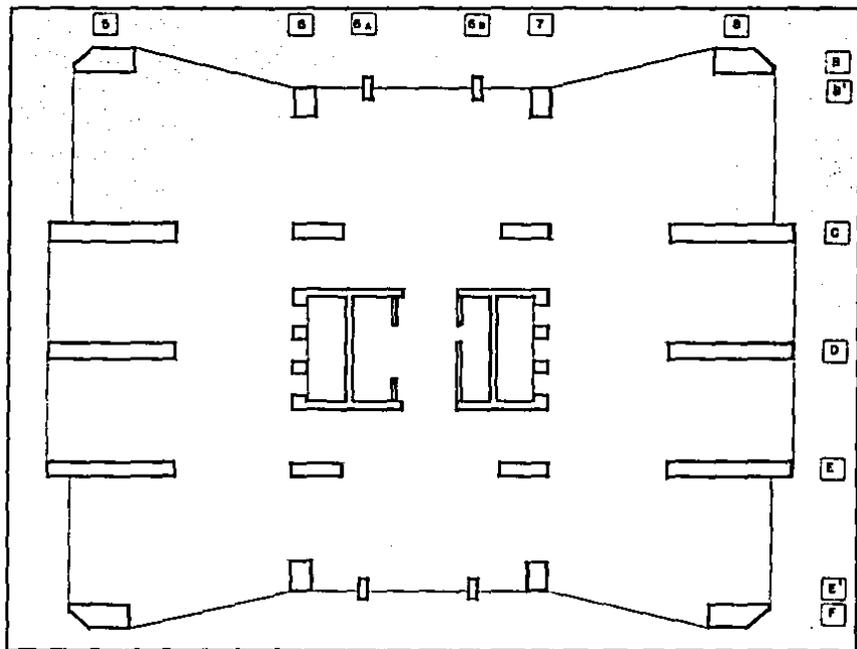
- FIG. I.I



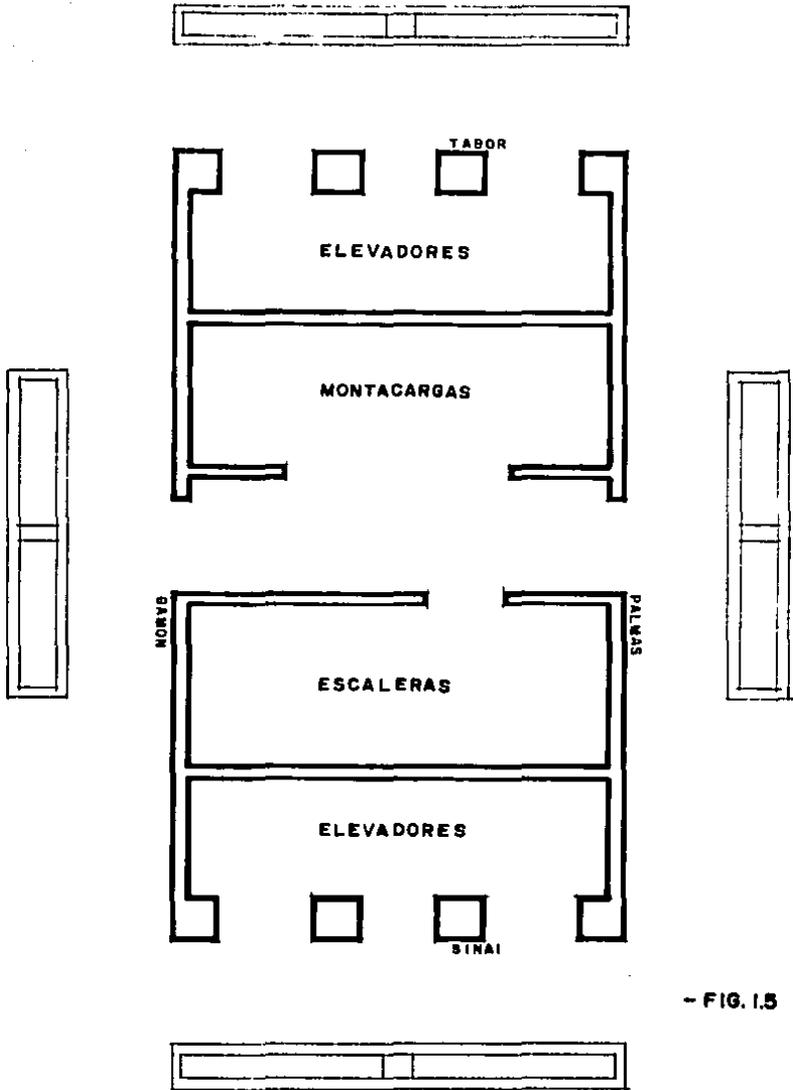
- FIG. 1.2



- FIG. 13



- FIG. 14



- FIG. 1.5

1.3 VOLUMENES DE OBRA SIGNIFICATIVOS

Este apartado en toda edificación y, en general, en toda obra civil nos indica la magnitud del trabajo a desarrollar.

Dentro del proceso constructivo de cualquier edificio de concreto armado de gran altura podemos destacar los siguientes conceptos en forma general: excavación de material, volúmenes de concreto, cimbrado, y habilitado y colocación de acero.

Las cantidades de los anteriores trabajos realizados en la construcción de este edificio fueron las siguientes:

- Material a excavar.	77,000 m ³
- Concreto en cimentación.	8,189 m ³
- Concreto en losas.	19,600 m ³
- Concreto en columnas.	12,830 m ³
- Concreto en muros y escaleras.	2,825 m ³
- Cimbra en traveses y losas.	106,300 m ²
- Cimbra en columnas.	40,500 m ²
- Cimbra en muros y escaleras.	12,125 m ²
- Colocación de acero de refuerzo:	
- Diámetros de 3/8" a 3/4"	2,483 Ton.
- Diámetro de 1"	1,360 Ton.
- Diámetros de 1 1/4" y 1 1/2"	3,184 Ton.

CAPITULO 2

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS2.1 INTRODUCCION

Toda construcción de cierta importancia requiere un estudio cuidadoso del subsuelo donde se cimentará.

Sólo de esta forma puede conocerse las características particulares del terreno, lo cual permitirá hacer un análisis sobre bases sólidas, del procedimiento de excavación, de la estabilidad de taludes y, lo que es más importante del tipo de cimentación más adecuado.

Una obra de edificación como esta, transmite al subsuelo por medio de alguna de sus columnas, descargas superiores a las 6000 toneladas, adquiriendo estos estudios mayor trascendencia e importancia.

Dentro de este estudio se pueden distinguir dos grandes fases:

- 1) Etapa de muestreo.
- 2) Realización de pruebas de laboratorio.

A continuación se muestra el procedimiento seguido para la obtención de las características del suelo, así como los resultados y conclusiones obtenidas.

2.2 GEOLOGIA DEL PREDIO

El predio se encuentra al poniente de la ciudad de México, en la llamada zona de "Lomeríos" de acuerdo con la clasificación de suelos del Valle de México.

Paralelo a la calle de Sierra Gamón, corre del lado sur el cauce de un arroyo que tiene una profundidad de 14 metros, aproximadamente.

Los suelos que se encuentran en esta zona constan fundamentalmente de:

- 1) Conglomerados de grava y arena de grano subredondeado, cuyo origen geológico se atribuye al flujo de lahares desde la falda de los volcanes.
- 2) Limos en ocasiones arenosos, fuertemente cementados, de origen tabáceo, que incluyen en ocasiones arenas pumíticas formando bolsas aisladas.

Esta secuencia de estratos integra la formación que Bryan denominó Tarango, atribuida al plioceno superior, en que predominaba un clima semiárido, lluvias torrenciales erosionaron el relieve abrupto, depositando en los flancos Poniente y Oriente de la cuenca del valle de México, extensos abánicos aluviales, producto de la destrucción de los complejos volcánicos del terciario medio y superior. La característica descollante de esta formación es la ausencia de lavas; en consecuencia se la considera posterior al vulcanismo del plioceno, (Ref 4).

Esta zona no se ha caracterizado por la presencia de cavernas y túneles artificiales del tipo que se encuentra en algunos otros lugares de la Ciudad, debido probablemente a la dureza de los suelos que existen en el predio y por la poca abundancia de mantos de arena pómez que eran los estratos que se extraían en estas minas.

Sin embargo, siempre existe el riesgo, aunque muy remoto en este caso, de que existan cavernas. Esta exploración no fué enfocada para la localización de oquedades o cavernas.

2.3 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO

Para determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo donde se construyó el edificio, se hicieron tres sondeos de penetración estándar hasta 30 metros de profundidad y cuatro pozos a cielo abierto; su localización se presentan en la Fig. 2.1 .

En los sondeos se obtuvieron muestras alteradas por medio del tubo partido estándar de 3.5 cms de diámetro y se registró en el campo el número de golpes para avanzar el muestreador, en la penetración "estándar" según la prueba ASTM-D-1586.

A las muestras del suelo obtenidas en los sondeos se les clasificó en húmedo y en seco y se les determinó su contenido de humedad natural en el laboratorio.

La estratigrafía encontrada en los sondeos, así como los resultados de las pruebas de laboratorio y el registro del número de golpes a la penetración estándar se presentan en las Figs. Nos. 2.2 a 2.4 .

La estratigrafía encontrada es bastante uniforme, ya que se compone de estratos intercalados de limos, limos arenosos, arenas gruesas y gravas. Estos estratos tienen diferentes grados de cementación, siendo por lo general de alto peso volumétrico.

En los sondeos (Figs. Nos. 2.2 a 2.4), se registraron a todas las profundidades muy altas resistencias a la penetración estándar, lo cual es característico de este tipo de depósitos.

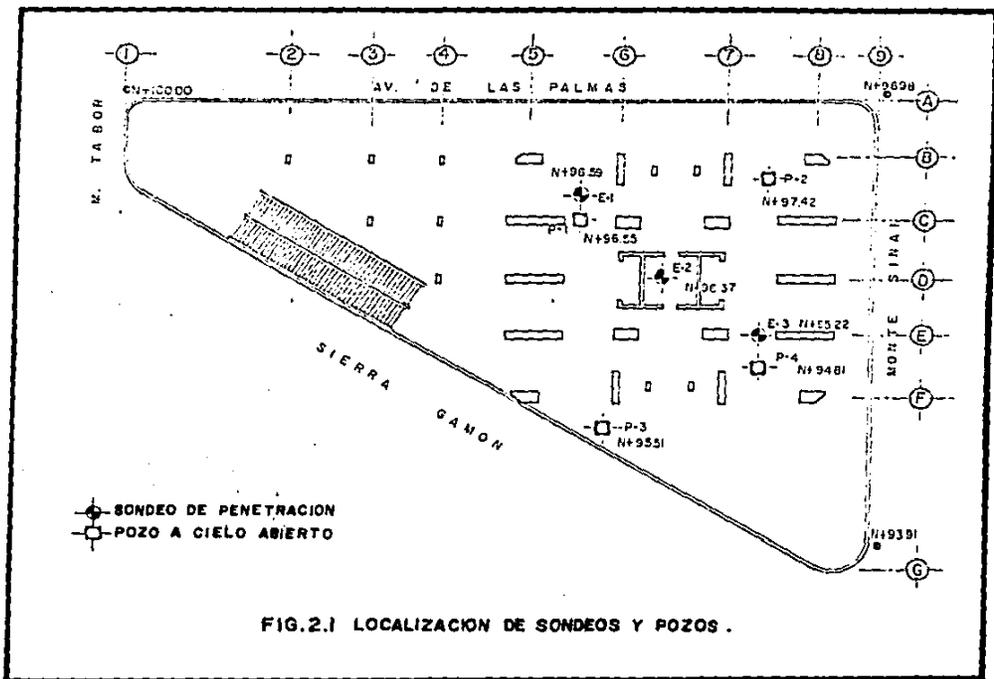
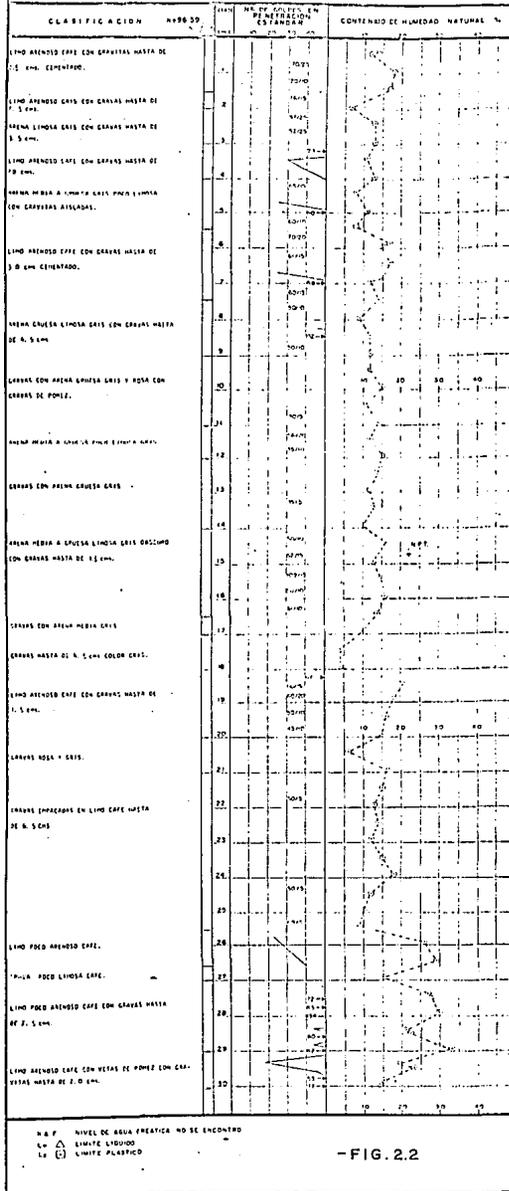


FIG.2.1 LOCALIZACION DE SONDEOS Y POZOS .

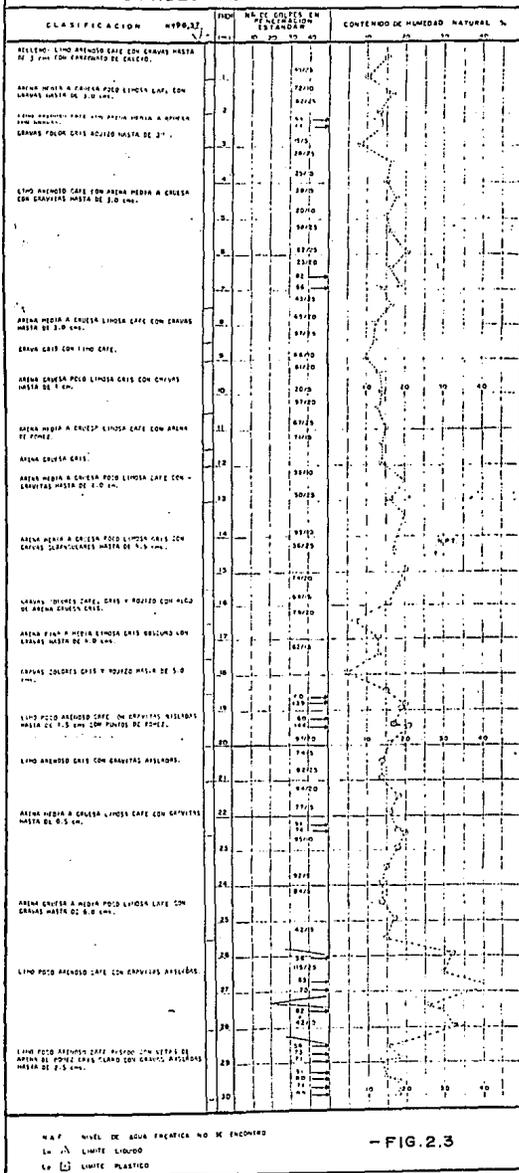
SONDEO DE PENETRACION E-1



N.º F. NIVEL DE AGUA FREÁTICA NO SE ENCONTRÓ
 L_u LIMITE LÍQUIDO
 L_p LIMITE PLÁSTICO

- FIG. 2.2

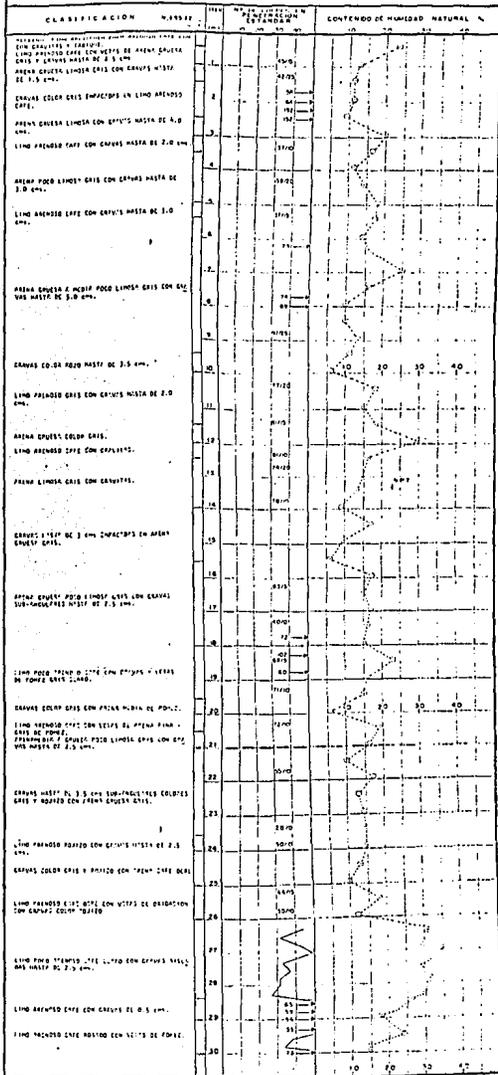
SONDEO DE PENETRACION E-2



N.A.P. NIVEL DE AGUA FREÁTICA NO SE ENCONTRÓ
 L_u Δ LÍMITE LÍQUIDO
 L_p □ LÍMITE PLÁSTICO

- FIG. 2.3

SONDEO DE PENETRACION E-3



N.B.T. NUNCA AGUA FRESCA NO SE ENCONTRÓ
 L_u / Δ LIMITE LIQUIDO
 L_p / □ LIMITE PLASTICO

- FIG. 2.4

En los pozos a cielo abierto, se determinó la estratigrafía de sus paredes, y se obtuvieron además siete muestras cúbicas inalteradas, a las que se le hicieron las siguientes pruebas de laboratorio: clasificación, determinación de contenidos de humedad, pesos volumétricos naturales y secos, resistencia a la compresión no confinada, relación de vacíos y gravedad específica.

Los estratos de arenas y gravas se encontraron generalmente cementados y presentaron las propiedades siguientes:

- Pesos volumétricos del orden de 2 Ton/m^3 .
- Pesos volumétricos secos de 1.74 a 1.93 Ton/m^3 .
- Resistencia a la compresión simple de 3.7 a 9.3 kg/cm^2 ; en una de las muestras que no presentaba una gran cementación estos valores disminuyeron hasta 0.4 kg/cm^2 , como cosa excepcional.
- Relación de vacíos de 0.36 a 0.49 .
- Grado de saturación de 51 a 88% .
- Gravedad específica de 2.57 a 2.62 .

Se pudo observar también al excavar los pozos a cielo abierto, que se encontraban a diferentes profundidades boleos hasta de 60 cms fuertemente cementados con los suelos que los empacaban; este tipo de formaciones dificultarían notablemente la construcción de pilas en el caso de haberse optado por esta alternativa.

En todos los sondeos, a profundidades cercanas a los 25 metros , la

resistencia a la penetración estándar disminuye un poco teniendo valores hasta de 30 golpes;esto es debido a la presencia de un estrato de limo poco arenoso bastante uniforme y con espesor del orden de tres metros, que presenta contenidos de humedad que variaron de 26 a 40 %.

Las exploraciones se profundizaron hasta 30 metros;por la geología de la zona se sabe que el mismo tipo de depósitos continúa hasta grandes profundidades,lo que no influirá en el comportamiento de las cimentaciones del edificio.

La estratigrafía encontrada en los pozos,así como los resultados de las pruebas de laboratorio de las muestras cúbicas se presentan en las Figs.Nos.2.5 a 2.8.

POZO N° 1									
CLASIFICACION	PRO (m)		W %	Y Ton/m ³	Y _d Ton/m ³	qu Kg/cm ²	e.	Sr %	Gs
LIMO CAFE CEMENTADO	-1								
LIMO CAFE CON GRAVAS SUeltas.	-2								
LIMO CAFE CEMENTADO CON GRAVAS AISLADAS.	-3								
BOLSA DE ARENA GRUESA CAFE (90%)	-4								
LIMO CAFE CEMENTADO.	-5								
ARENA CAFE CON GRAVA (100%)	-6								
LIMO CAFE CEMENTADO	-6								
ARENA CON GRAVA (360%)	-7								
LIMO CAFE CEMENTADO.	-7								
ARENA CON GRAVA (200%)	-7								
LIMO CAFE CEMENTADO	-8								
ARENA CON GRAVA CAFE (100%)	-8								
LIMO CAFE CEMENTADO	-9								
ARENA CON GRAVA CAFE (360%)	-9								
LIMO CAFE CEMENTADO	-10								
ARENA DE PONEZ CRIS CLARO CON GRAVAS ALGO CEMENTADAS.	-10								
GRAVA ARENOSA CRIS BIEN CEMENTADA.	-11								
GRAVA ARENOSA CRIS BIEN CEMENTADA.	-12								
GRAVAS Y BARRIOS FUNDAMENTE CEMENTADOS.	-13	30	14,14 8,8	2,03 2,07	1,18 1,93	1,78 8,98	0,10 0,16	51 56	2,2
ARENA GRUESA GRIS CEMENTADA CON GRAVAS DE GRANO ANGULAR.	-14	100	12,12 11,11	2,09 2,08 2,05	1,18 1,17	2,05 4,89	0,37 0,37	74 75	2,57
GRAVA CON ARENA GRIS CEMENTADA, GRANO ANGULAR.	-15	50	11,8 FONDO 11,812	2,0215 2,05	1,14 1,91	0,45 0,41	0,41 0,56	58 55	2,0
	-17								

- FIG. 2.5

N+9742 POZO N 2								
CLASIFICACION	PROF. (m)	W (%)	S (%)	gd (g)	qu (g)	e.	Sr (%)	Gs
RELLENO LIMO CAFE	1							
LIMO ARENOSO CAFE CON GRAVAS FUERTEMENTE CEMENTADO.	2							
	3	57	11,10	174	124	5,18	0,73	47
	4		13,12	1,7	1,75	6,46	0,12	64
GRAVA CON ARENA POCO CEMENTADA.	5							267
GRAVA CON ARENA CEMENTADA.	6							
GRAVA CON ARENA FUERTEMENTE CEMENTADA	7							
EN LOS CONCRETOS "MISTACOS" CON ARENA.	8	80	12,15	2,75	181	115	0,42	80
LIMO CAFE CON GRAVAS, FUERTEMENTE CEMENTADO.	9		13,13	2,03	160	11,20	0,43	79
	10			1,97				213
BOLECS HASTA DE 10cm CON GRAVAS Y ARENA POCO CEMENTADOS	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							

- FIG 2.6

H-95 51

POZO N° 3

CLASIFICACION	PROF (cm)	W %	γ TcN/m ³	γ_d TcA/m ³	cu HcA/m ²	e	Sr %	Gs
RELLENO LIMO CAFE	1							
	2							
LIMO CAFE FUERTEMENTE CEMENTADO	3	<input checked="" type="checkbox"/>						
	4							
	5							
GRAVA ARENOSA CEMENTADA HASTA DE 1cm.	6							
	7	<input checked="" type="checkbox"/>	10,12	2,03	1,84	3,77	0,41	65
	8		10,12	1,96,181	1,74	4,64	0,49	65
BOLOS CON GRAVAS Y ARENA FUERTEMENTE CEMENTADOS.	9							760
	10	<input checked="" type="checkbox"/>						
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							

- FIG. 2.7

POZO N° 4								
CLASIFICACION	PROF. (m)	W %	γ _s Ton/m ³	γ _d Ton/m ³	Cu %	P _v	Sr %	G _s
RELEVO LIMO CAFE CON TABICUE	-1							
LIMO CAFE CEMENTADO CON GRAVITAS.	-2							
	-3							
	-4							
LIMO CAFE CEMENTADO CON BOLECS HASTA DE 50cm.	-5							
GRAVA ARENOSA GRIS MUY CEMENTA.	-6							
GRAVA ARENOSA GRIS CLARO MEDIANAMENTE CEMENTADA.	-7							
	-8							
GRASAS Y ARENA CON Poca CEMENTACION, CON BOLECS HASTA DE 60cm.	-9							
	-10							
BOLEO MUY CEMENTADOS	-11	☒						
ARENA GRIS Y ROJA MUY CEMENTADA.	-12							
LIMO ARENOSO CAFE CEMENTADO.	-13		NPT.					
	-14							
ARENA Y GRAVA CEMENTADA.	-15		12.11	2.08	1.89	0.40	0.37	70
BOLECS HASTA DE 90cm.	-16	☒	10.10	2.08	1.89	0.31	0.36	70
	-17			2.09				70

-FIG. 2.8

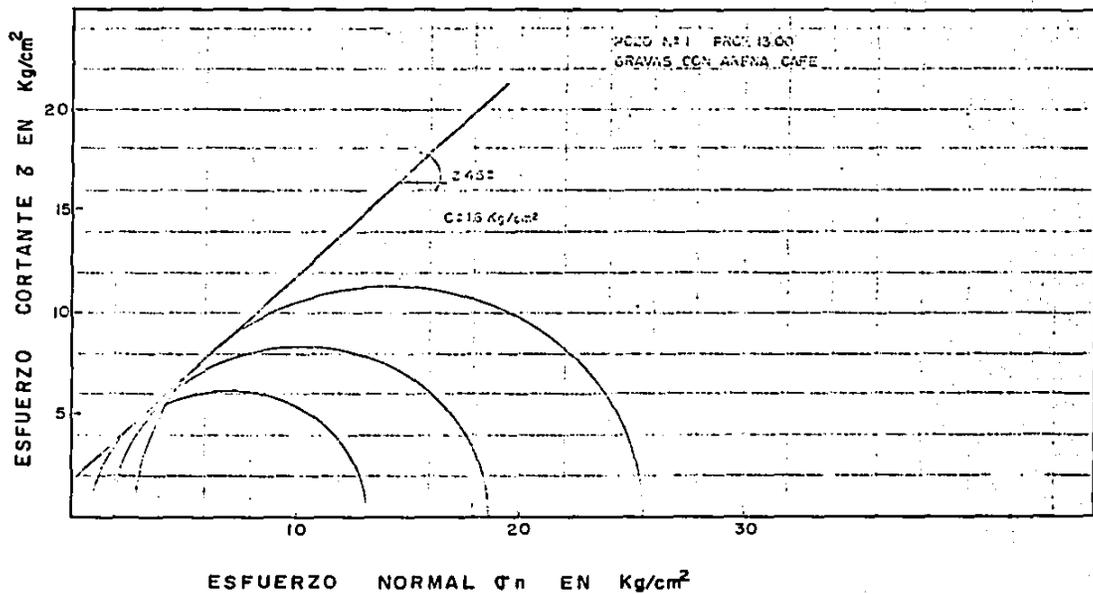
2.4 PRUEBAS TRIAXIALES

Para determinar con mayor exactitud los parámetros de resistencia al corte de los suelos sobre los cuales se desplantó la cimentación, se hicieron tres pruebas triaxiales del tipo rápido.

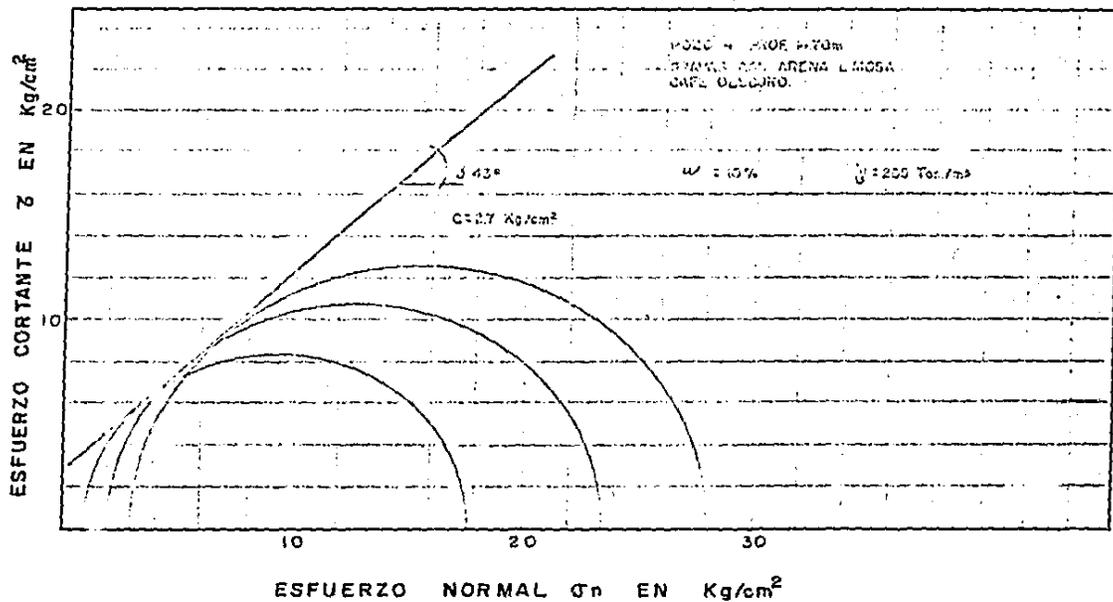
De las muestras cúbicas obtenidas de los pozos a cielo abierto se labraron probetas a diferentes profundidades, a las cuales se les aplicó — una presión de confinamiento y posteriormente se les aplicó un esfuerzo — desviador hasta producir su falla.

Los resultados de las pruebas se graficaron mediante círculos de Mohr y se trazó la envolvente a ellos; la pendiente nos indica el ángulo de fricción intergranular y en la ordenada al origen, se registra la cohesión. En las Figs. Nos 2.9 a 2.11, se observa que el ángulo de fricción interna, por tratarse de suelos granulares y bastante cementados, es bastante alto, llegando a ser hasta de 45° y, la cohesión varió de 1.6 a 4.6 kg/cm^2 .

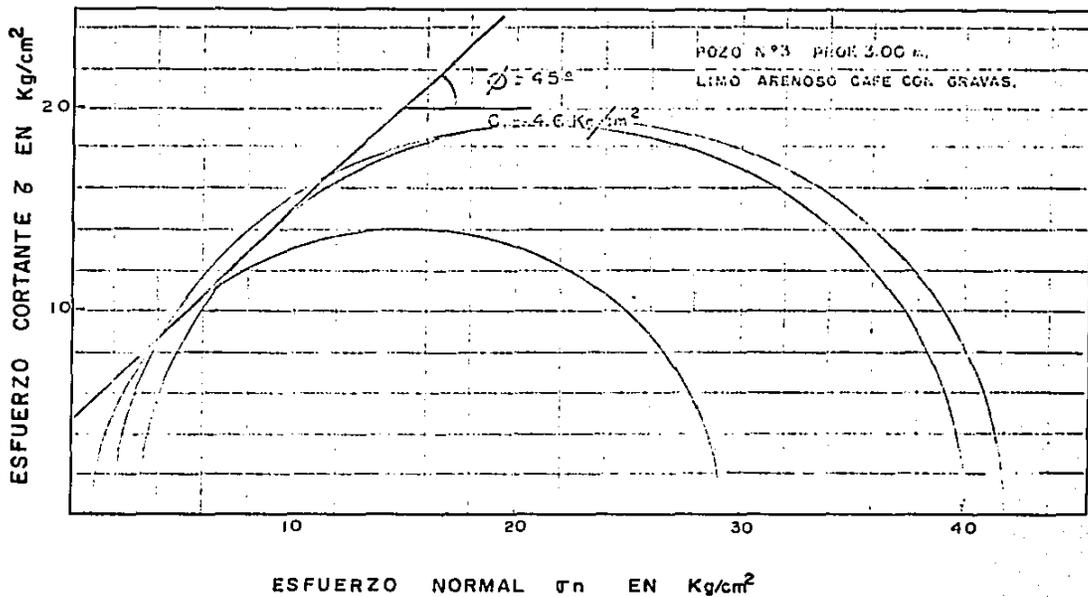
Con los parámetros obtenidos fué posible calcular con mayor precisión la capacidad de carga de las cimentaciones.



- FIG. 2.9



- FIG. 2.10



- FIG. 2.11

2.5 SONDEOS ADICIONALES

Con el objeto de precisar las características del subsuelo en el lugar donde se construyó el edificio, se efectuaron dos sondeos adicionales de penetración estándar. Estos sondeos se realizaron posterior a la excavación, alcanzando una profundidad de 13 metros a partir del nivel de desplante de la cimentación, esta se desplantó a - 23.00 metros desde el banco de nivel, situado en la banqueta.

La localización de estos sondeos así como los mencionados en el apartado 2.3, se presentan en la Fig. 2.12. Los sondeos adicionales son el E-1A y el E-2A.

Los resultados de las pruebas de laboratorio y el registro del número de golpes a la penetración estándar se muestran en las Figs. Nos 2.13 y 2.14 .

Bajo la cimentación de la torre se encontraron depósitos de origen fluvial con un espesor del orden de 7 a 10 metros en el E-1A y el E-2A respectivamente, de arena de pomez cementadas con boleos.

Esta costra que es mas gruesa hacia el Oriente, servirá para reparar las cargas concentradas de las columnas de la torre.

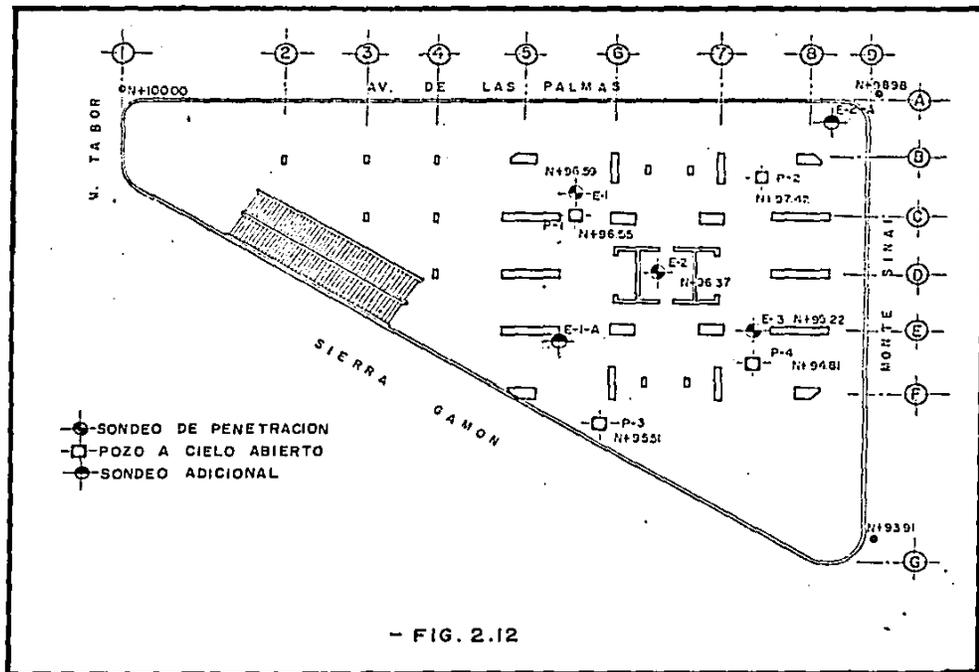
A profundidades que variaron de 8 a 12 metros, se encontraron estratos de limos de color café, de plasticidad media, que corresponden al marcador de suelo rojo, de aproximadamente 100,000 años de antigüedad.

Este suelo es el mas compresible, bajo la cimentación, y el que cau

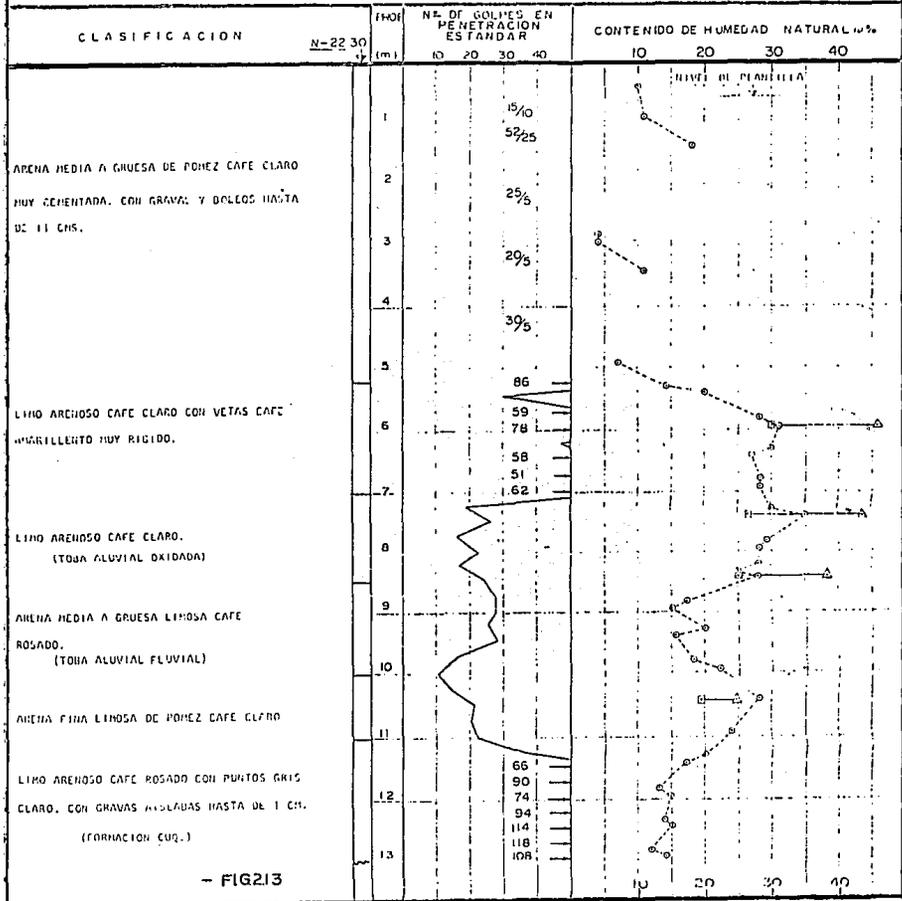
sará la mayor parte de los asentamientos del edificio.

Bajo este suelo se encontró la formación de arenas puniticas de color rosa que corresponden a la formación CUQ.

La estratigrafía encontrada en estos dos últimos sondeos, es semejante a la determinada en los sondeos anteriores; todas las estratigrafías fueron consideradas para el diseño de la cimentación.

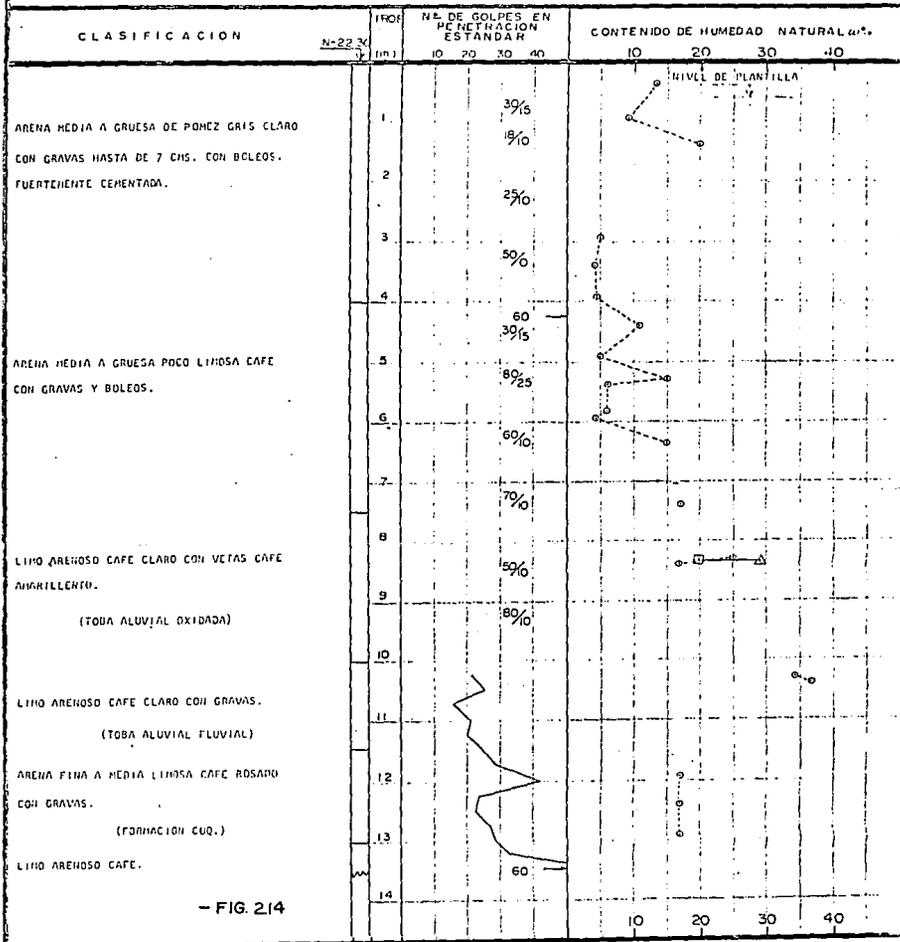


SONDEO DE PENETRACION E-I-A



- FIG213

SONDEO DE PENETRACION E-2-A



- FIG. 214

2.6 CONCLUSIONES

1) El predio se encuentra en la zona de "Lomeríos", dentro de la clasificación de los suelos del Valle de México.

2) Los suelos en todo el perfil estratigráfico presentaron conglomerados de gravas y arenas colocados por lahares, y estratos de limos de origen tobáceo, los cuales constituyen la formación Tarango.

3) La granulometría predominante de los suelos, fué de arenas y gravas pero también existen boleos y limos intercalados y mezclados.

4) No se encontró el nivel de agua freática dentro de la máxima profundidad explorada, que fué de 36 metros.

5) El predio está cercano a la ladera de una pequeña barranca. Debido a la profundidad de desplante de la cimentación no hubo problemas de inestabilidad de taludes.

6) A partir de la dificultad que se observó en el campo para hacer las perforaciones de los pozos a cielo abierto se concluyó que una cimentación apoyada en pilas resultaría antieconómica y prácticamente imposible de realizar con los equipos de perforación disponibles en el país, para construcción urbana.

7) Las descargas, en las columnas de la torre, varían entre 3200 y 6400 toneladas.

8) Por la magnitud de las descargas en las columnas no es posible

utilizar, una cimentación a base de zapatas aisladas, como desplante del edificio.

9) Dadas las descargas en las columnas, la cimentación mas conveniente resulta a base de una losa corrida de cimentación.

10) A profundidades entre los 30 y 34 metros, existen limos de color café con plasticidad media, siendo el suelo mas compresible bajo la cimentación y, el que causará la mayor parte de los asentamientos del edificio.

CAPITULO 3

E X C A V A C I O N3.1 PROCEDIMIENTO

La excavación se realizó a cielo abierto en toda la superficie - del predio, hasta una profundidad de 23 metros en la zona de la torre, y de 20.18 metros en las dos zonas de edificios bajos como se representa en la Fig. 3.1 .

Desde un principio la excavación se efectuó hasta el lindero del lote, ya que si se hubieran dejado bermas o taludes, posteriormente hubiera sido muy problemático el recortarlos. Para mantener la estabilidad de las paredes verticales, se colocaron anclas; actividad esta que se detalla en el apartado 3.2 .

Las etapas seguidas para la excavación de los casi 77,000 m³ de material extraído, fueron las siguientes:

- 1.- Se excavó inicialmente la zona Ia (Ver Fig. 3.2), en todo el perímetro del predio hasta los 4.5 metros, para que inmediatamente se colocaran las anclas de contención de este nivel.

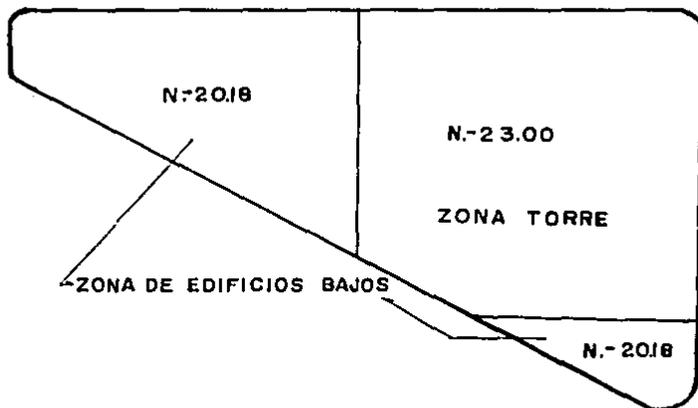
Se dejó una rampa dentro del predio de 7 metros de ancha y con un 8% de pendiente aproximadamente, paralela a Sierra Gamón.

- 2.- Una vez concluida la primera etapa, se atacó la parte central del

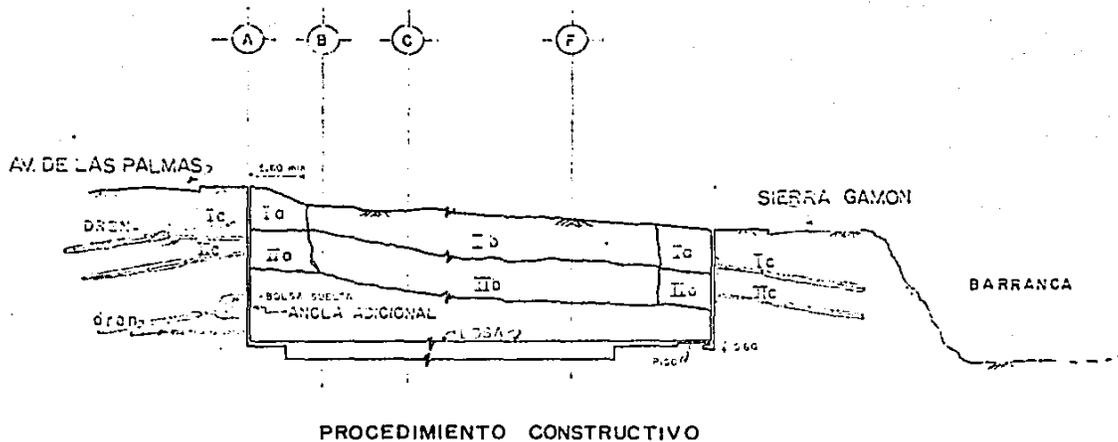
predio "Ib",y apenas tensadas las anclas del nivel "Ia",se procedió a trabajar en la zona "IIa",manteniendo la pendiente en la —
rampa.

- 3.- Una vez tensadas las anclas en los niveles I y II,la excavación —
se realizó abarcando todo el lote a la vez.Durante esta etapa se
inspeccionaron periódicamente las paredes verticales de los talu—
des para la detección de grietas,humedades o bolsas de suelos no
cohesivos que requisiese la colocación de un ancla adicional.
- 4.- Una vez alcanzado el nivel de desplante de la losa de cimentación
se procedió a la excavación de la rampa.Esto último lo efectuó un
bulldozer,el cual acumulaba el material a una draga,que desde el
nivel de banquetta procedía a tomarlo y a cargarlo sobre camiones.
Esta actividad se realizó simultaneamente a la construcción de la
losa maciza de cimentación.
- 5.- Cuando el bulldozer hubo terminado su trabajo de acumular mate—
rial de la rampa,fuó izado del terreno por una grúa desde la ca—
lle.

La maquinaria empleada en esta actividad se eligió a partir de:
las características propias del equipo,del material que se manejó,del —
tiempo disponible para esta labor y,de las diferentes etapas anteriormen—
te mencionadas.



- FIG. 3.1



- FIG. 3.2

En esta excavación se distinguieron las siguientes fases: aflojar el material o excavar, acarrear, acomodar, cargar y transportar el material fuera de la obra. Para el logro de las fases anteriores se utilizaron:

- Tractores.
- Cargadores .
- Camiones.

El tractor es un equipo que se emplea fundamentalmente para procesos de excavación, acarreo de distancias cortas y acomodo, dada su gran potencia y baja velocidad. Para estas actividades se utilizaron en esta edificación un D9H y un D7G.

El D9H es un tractor de 410 HP de potencia y 48,000 kgs. de peso, por su parte el D7G posee 200 HP , pesando 22,500 kgs. .

Para la carga de los camiones se utilizaron dos cargadores sobre orugas Caterpillar 955L. Los camiones de volteo fueron Ford F-600 de 6 m^3 de capacidad.

En la primera etapa se utilizó el D7G y un sólo cargador. En la segunda y tercera etapa se combinó todo el equipo, es decir los dos tractores, los dos cargadores y los camiones.

La cuarta etapa como ya se mencionó anteriormente, consistía en excavar la rampa. El equipo aquí utilizado fué una draga y el tractor D9H los cuales se aprecian en la Fig. 3.3 .



+ FIG. 3.3 EQUIPO UTILIZADO EN LA ULTIMA
ETAPA DE EXCAVACION

Las etapas dos y tres fueron las que ocasionaron un mayor volumen de excavación, aproximadamente $60,000 \text{ m}^3$. A continuación se muestra un análisis de la producción del equipo en estas dos etapas.

Los tractores ejecutan la primera parte del trabajo consistente - en el desgarrar y acarreo del material, por lo que hubo de calcularse la producción de ambos.

- A) DESGARRE.

En esta fase, la clave para reducir los costos de operación es el operador, debiéndose de seguir las siguientes reglas (Ref 5):

- 1.- Siempre se debe usar la primera velocidad, los tractores tienen más tracción en baja velocidad; además disminuye el desgaste del tren - de rodaje.
- 2.- Las cargas de choque y los daños al desgarrador aumentan con la velocidad. Se debe desgarrar lentamente para reducir el desgaste y aumentar la duración del desgarrador.
- 3.- Siempre que sea posible, debe desgarrarse cuesta abajo, pues esto eleva la producción, ya que el peso de la máquina se suma a la potencia y aumenta la tracción.
- 4.- Cuando haya capas laminares inclinadas, se debe empezar a desgarrar en el extremo superficial, ya que ésto profundiza la punta en el suelo ,mejora la penetración y sube la producción.

5.- No se debe retirar todo el material desgarrado, hay que dejar una capa de 10 a 15 cms, ya que esto mejora la tracción y reduce el desgaste de los tránsitos.

La producción "P" de una máquina, puede calcularse mediante la siguiente relación:

$$P = \frac{\text{CAPACIDAD} \times \text{EFICIENCIA}}{\text{TIEMPO DEL CICLO}}$$

El tiempo del ciclo está formado por tiempos variables y fijos. Los primeros son los que se hacen de ida y vuelta principalmente, y los fijos están formados por maniobras, acomodados, retrocesos, esperas, etc.

La longitud de desgarre fué en promedio de 40 metros.

Se consideró una velocidad de 1.5 Km/hr, velocidad aconsejable en trabajos como éste, ya que con una mayor velocidad el desgaste del tren de rodaje y de las puntas, aumenta con rapidez.

Los tiempos fijos se tomaron de 0.25 min., el cual se tomó derivado de la experiencia y manual del equipo, (Ref 6).

El tiempo del ciclo se calcula como sigue:

$$- T_c = T \text{ variable} + T \text{ fijos}$$

$$- T_c = \frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad}} + T \text{ fijos}$$

$$- T_c = \frac{40 \text{ m}}{1500 \text{ m}/60 \text{ min.}} + 0.25 = 1.85 \text{ min.}$$

La producción del ripper de cada tractor se calculó con una separación entre pasadas de 0.91 metros y, con una penetración promedio de 0.40m para el D7 y 0.60 m. para el D9, obteniendo las siguientes capacidades en banco:

$$- D7 : C = (40 \text{ m})(0.91 \text{ m})(0.40 \text{ m}) = 14.56 \text{ m}^3 .$$

$$- D9 : C = (40 \text{ m})(0.91 \text{ m})(0.60 \text{ m}) = 21.84 \text{ m}^3 .$$

Se tuvo una eficiencia aceptable de 50 min/hr, un coeficiente de trabajo de 0.6 , otro de operación de 0.75; obteniéndose un producción de:

$$P = \frac{\text{CAP.} \times \text{Efic.} \times \text{Coef.}}{\text{N}^{\circ} \text{ Pasadas} \times \text{Tc}}$$

$$- D7 : P = \frac{(14.56 \text{ m}^3)(50 \text{ min/hr})(0.75 \times 0.6)}{(1 \text{ Pasada}) \times (1.85 \text{ min})} = 177.08 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

$$- D9 : P = \frac{(21.84 \text{ m}^3)(50 \text{ min/hr})(0.75 \times 0.6)}{(1 \text{ Pasada}) \times (1.85 \text{ min})} = 265.62 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

- B) ACARREO DEL MATERIAL

Las características de las hojas utilizadas por cada tractor fueron las siguientes:

- El D7 utilizó una hoja 7S con:-Longitud de 3.66 m.

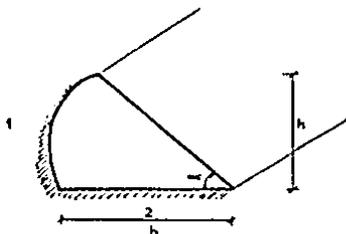
-Altura de 1.27 m.

- El D9 trabajó con hoja 9S de :-Longitud de 4.39 m.

-Altura de 1.80 m.

Debido a que las diferentes pasadas se traslaparon con el objeto de no dejar material en el proceso, se consideró un coeficiente de efectividad de 0.8.

La capacidad de las hojas se puede obtener de la siguiente forma:



$$b = \frac{h}{\tan \frac{\alpha}{2}} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2h ,$$

$$\text{Vol cuchilla} = \frac{b h}{2} L \times \text{Coef. Efect.}$$

$$\text{Vol cuchilla} = \frac{2h h}{2} L \times 0.8 = \underline{0.8 h^2 L}$$

Los volúmenes de acarreo resultaron de:

$$- D 7: V.c = 0.8 (1.27 \text{ m})^2 (3.66 \text{ m}) = 4.72 \text{ m}^3 \text{ (sultos)}$$

$$- D 9: V.c = 0.8 (1.80 \text{ m})^2 (4.39 \text{ m}) = 11.38 \text{ m}^3 \text{ (sultos)}$$

Las características promedio que pueden considerarse para el material son:

- Coeficiente de abundamiento = 1.25
- Peso volumétrico suelto = 1,550 Kg/m³
- Peso volumétrico banco = 1,700 Kg/m³

Tanto el tractor como el material que acarrea presentan siempre - una resistencia al movimiento que hade vencerse.

$$- \text{Resistencia total} = R_{\text{Tractor}} + R_{\text{Carga}}$$

La resistencia está en función del peso que la ocasiona, el cual - se afecta por un coeficiente de rodamiento y otro debido a la pendiente. En este caso las máquinas trabajaron a nivel. El factor de rodamiento depende de las características de la superficie por la que circula. (Ref 7)

COEFICIENTES DE RESISTENCIA AL RODAMIENTO

+ Tipo de camino	+ Llanta	+ Oruga
Superficie estabilizada	0.02	0
Tierra firme (Mantenim. regular)	0.035	0
Tierra con raíces (Sin mantenim.)	0.05	0.02
Tierra inestable (Sin mantenim.)	0.075	0.04
Arena y gravas sueltas	0.10	0.05
Camino lodoso	0.15	0.07

La resistencia al rodamiento de la carga es 1, debido a que se trata del mismo material que la superficie del terreno. El coeficiente tomado debido al terreno y a las orugas de los tractores se consideró de 0.04.

$$- D7 : R_{\text{Tractor}} = \text{Peso Tractor}(r + p) = (22,500 \text{ Kg})(0.04 + 0) = 900 \text{ Kg.}$$

$$R_{\text{Carga}} = \text{Peso Carga}(r+p) = (4.72 \text{ m}^3) \left(1,550 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right) (1 + 0) = 7,316 \text{ Kg.}$$

$$R_{\text{Total}} = 900 \text{ Kg} + 7,316 \text{ Kg} = 8,216 \text{ Kg.}$$

$$- D9 : R_{\text{Tractor}} = (48,000 \text{ Kg})(0.04 + 0) = 1,920 \text{ Kg.}$$

$$R_{\text{Carga}} = (11.38 \text{ m}^3)(1,550 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})(1 + 0) = 17,639 \text{ Kg.}$$

$$R_{\text{Total}} = 1,920 \text{ Kg} + 17,639 \text{ Kg} = 19,559 \text{ Kg}$$

La velocidad se puede obtener a partir de la resistencia total y de sus características (Ref 7):

$$v = \frac{275 \times CV \times \text{Efic.}}{R_T}$$

$$\text{H.P} \times 0.986 = CV$$

$$- D7 : v = \frac{(275)(180 \text{ HP})(0.986)(0.85)}{8,216 \text{ Kg}} = 5.05 \text{ Km/hr.}$$

$$- D9 : v = \frac{(275)(380 \text{ HP})(0.986)(0.85)}{19,559 \text{ Kg}} = 4.48 \text{ Km/hr}$$

Aplicando un factor de velocidad media de 0.50:

$$- D7 : v_{\text{m ida}} = (5.05 \text{ Km/hr})(0.50) = 2.53 \text{ Km/hr} = 42.08 \text{ m/min.}$$

$$- D9 : v_{\text{m ida}} = (4.48 \text{ Km/hr})(0.50) = 2.24 \text{ Km/hr} = 37.33 \text{ m/min.}$$

Para la velocidad de regreso, el fabricante recomienda no exceder la

máxima velocidad en segunda:

$$- D7 : \quad V_{\text{regreso}} = 6.4 \text{ Km/hr} = 106.67 \text{ m/min.}$$

$$- D9 : \quad V_{\text{regreso}} = 6.9 \text{ Km/hr} = 115.00 \text{ m/min.}$$

Por los datos anteriores, el tiempo del ciclo se determinó :

$$T_c = T_{\text{ida}} + T_{\text{regresos}} + T_{\text{fijos}}$$

$$- D7 : \quad T_c = \frac{40}{42.08} + \frac{40}{106.67} + 0.25 = 1.58 \text{ min.}$$

$$- D9 : \quad T_c = \frac{40}{37.33} + \frac{40}{115.00} + 0.25 = 1.67 \text{ min.}$$

La producción horaria por metro cúbico, considerando un coeficiente de operación de 0.75, se determina:

$$P = \frac{\text{CAP} \times \text{Efic.} \times C_{\text{op}}}{T_c}$$

$$- D7 : \quad P = \frac{(4.72 \text{ m}^3)(50 \text{ min/hr})(0.75)}{1.58 \text{ min}} = 112.03 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$- D9 : \quad P = \frac{(11.38 \text{ m}^3)(50 \text{ min/hr})(0.75)}{1.67 \text{ min}} = 255.54 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Para el cálculo de la producción mensual no hay que olvidar que el desgarrar consume tiempo, siendo la relación entre ambas producciones de:

$$- D7 : \quad \frac{P \text{ Desgarre}}{P \text{ Acarreo}} = \frac{177.08}{\frac{112.03}{1.25}} = 1.98$$

$$\frac{1.98}{1+1.98} = 0.66 \text{ es decir, } 66\% \text{ del tiempo ocupado en acarreo.}$$

$$- D9 : \quad \frac{P \text{ Desgarre}}{P \text{ Acarreo}} = \frac{265.62}{\frac{255.54}{1.25}} = 1.30$$

$$\frac{1.30}{1+1.30} = 0.56 \text{ es decir, } 56\% \text{ del tiempo ocupado en acarreo.}$$

La producción real de las máquinas en banco por mes fué entonces :

$$- D7 : \quad P = \frac{112.03 \text{ m}^3/\text{hr}}{1.25} \times \frac{8 \text{ hr}}{\text{día}} \times \frac{25 \text{ días}}{\text{mes}} \times 0.66 = 11,830.37 \text{ m}^3/\text{mes.}$$

$$- D9 : \quad P = \frac{258.54 \text{ m}^3/\text{hr}}{1.25} \times \frac{8 \text{ hr}}{\text{día}} \times \frac{25 \text{ días}}{\text{mes}} \times 0.56 = 23,165.18 \text{ m}^3/\text{mes.}$$

$$\text{Producción Total} = 11,830.37 + 23,165.18 = \underline{34,995.55 \text{ m}^3/\text{mes.}}$$

Habiéndose calculado lo anterior el problema consistía en encontrar el equipo adecuado para mover dicho volumen. Esto se logró por medio de dos cargadores sobre orugas Caterpillar 955L.

Este tipo de equipo se puede utilizar con ventaja, sobre los enlanchados, en los siguientes casos (Ref 8):

- 1.- En terrenos flojos donde el área de apoyo de las orugas aseguran un movimiento adecuado y una estabilidad correcta.
- 2.- Cuando las condiciones del terreno o las pendientes, exijan buena tracción y amplia superficie de apoyo.
- 3.- Donde no hay necesidad de hacer movimientos frecuentes y rápidos.
- 4.- Cuando los materiales son duros y no pueden excavarse fácilmente.
- 5.- En donde los fragmentos de roca puedan dañar los neumáticos.

Los cargadores frontales sobre orugas tienen como características principales su buena tracción, su baja velocidad y su limitación a distancias cortas de acarreo.

El equipo utilizado en esta excavación poseía un cucharón con capacidad colmada de 2.25 yd³, y de 1.96 yd³ al ras. Esta última equivale a 1.50m³ y es la que se usará en los siguientes cálculos.

El tiempo del ciclo de un cargador se determina de la siguiente forma :

$$T_c = T \text{ de carga} + T \text{ maniobra} + T \text{ viaje} + T \text{ descarga} + T \text{ fijos}$$

El tiempo de carga depende del material. En las siguiente tabla se muestran los más representativos (Ref 6).

+ TIEMPO DE CARGA +

MATERIAL	MINUTOS
Agregados uniformes	0.03 - 0.05
Agregados húmedos variados	0.04 - 0.06
Tierra variada	0.05 - 0.07
Cantos rodados;suelos con raíces	0.05 - 0.20
Materiales cementados	0.05 - 0.20

En nuestro caso el material es bastante cementado, tomándose un tiempo promedio de 0.17.

El tiempo de maniobras para un operador competente es de 0.22 minutos (Ref 6).

El tiempo de viaje depende de la distancia de la carga al camión, para este caso se consideró 20 metros en promedio. El tiempo de esta actividad se obtiene de gráficas que proporciona el fabricante del equipo. Esta gráfica relaciona la distancia, la velocidad usada y por supuesto el equipo utilizado.

El tiempo que se llevó el cargador resultó ser de 0.20 minutos.

Por otra parte, el tiempo de descarga es determinado por el tamaño del camión a llenar, oscilando entre 0.01 y 0.10 (Ref 6). Los camiones utilizados fueron de 6 m^3 , tardándose las máquinas un tiempo de 0.03 minutos.

El tiempo fijo considerado fué de 0.10 minutos. Todos estos tiempos son teóricos y se deben comparar, cronómetro en mano, con los obtenidos en el terreno.

El tiempo del ciclo de cada cargador se determinó:

$$+ T_c = 0.17 + 0.22 + 0.20 + 0.03 + 0.10 = 0.72 \text{ min.}$$

La producción se afecta por un coeficiente de efectividad y otro de operación, resultando:

$$P = \frac{CAP \times Ef}{T_c} \times Cop. = \frac{(1.50 \text{ m}^3) \times 50 \text{ min/hr}}{0.72 \text{ min}} \times 0.75 = 78.13 \text{ m}^3/\text{hr}$$

La producción en banco se determinó:

$$P = \frac{78.13 \text{ m}^3/\text{hr}}{1.25} \times \frac{8 \text{ hr}}{\text{día}} \times \frac{25 \text{ días}}{\text{mes}} = 12,500 \text{ m}^3/\text{mes}$$

Al utilizarse dos cargadores, la producción mensual resultó:

$$P = 2 \times 12,500 \text{ m}^3/\text{mes} = 25,000 \text{ m}^3/\text{mes.}$$

Comparando la producción de este equipo (25,000 m³/mes), con la de los tractores (34,995 m³/mes), se tiene que los cargadores eran incapaces de cargar todo el material acumulado. Lo anterior se resolvió manteniendo diariamente un tiempo extra a los cargadores.

El tiempo total diario que cada cargador debió de laborar se obtuvo de la siguiente forma:

$$\frac{P \text{ Tractores}}{P \text{ Cargadores}} = \frac{34,995 \text{ m}^3/\text{mes}}{25,000 \text{ m}^3/\text{mes}} = 1.40 ; 1.40 \times 8 \text{ hr/día} = 11.2 \frac{\text{hr}}{\text{día}}$$

El proceso para el cálculo de los camiones necesarios por hora, es similar al anterior. Sabiendo la producción de los cargadores y el tiempo del ciclo de los camiones hay que cuidar que todos los camiones estén ocupados.

Para ello, su número multiplicado por el tiempo de llenado debe ser igual al tiempo del ciclo de un camión.

3.2 ANCLAJE DEL TERRENO

Para poder contrarrestar los empujes del subsuelo se colocaron - anclas de fricción inyectadas a presión. Estos anclajes se extienden en el interior del suelo obteniendo su resistencia de la fricción entre el suelo y un cilindro de concreto. (Ver Fig. 3.4).

La construcción de anclajes requiere capacidad, experiencia y un suelo conveniente. Las características del suelo que se requieren son:

- 1.- El suelo debe ser suficientemente firme para que un orificio se mantenga abierto, sin desplomes.
- 2.- El orificio debe estar seco aunque, con alguna modificación, es posible desarrollar un anclaje satisfactorio, cuando el orificio se encuentre por debajo del nivel freático.
- 3.- Que no haya peñascos o bordes de roca que dificulten la perforación o desvían la barrena, haciendo que los orificios sean irregulares.

Existen dos diferentes tipos de anclas inyectadas a presión en cuanto a su duración, que son las temporales y las definitivas o permanentes. Estas se diferencian de las primeras por tener mayor protección a la corrosión y, porque se deben revisar periódicamente durante la vida útil de

la estructura realizada,retensandose en caso necesario

En nuestro caso,las anclas tuvieron la única misión de soportar los taludes durante la edificación hasta que fraguaron los muros de contención sobre de ellas.

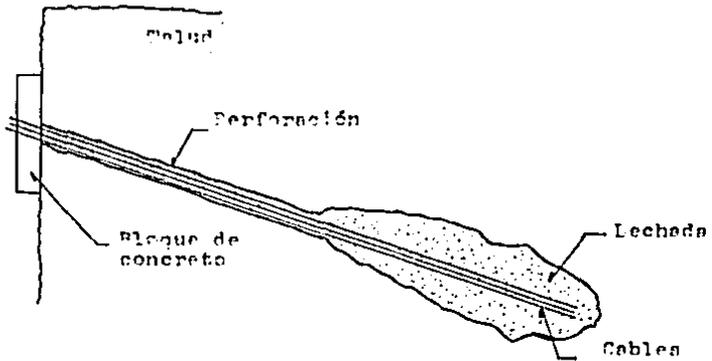
La colocación de las anclas requiso de una perforación previa de unas 4 de diámetro y longitud variable dependiendo del estudio de mecánica de suelos,siendo en promedio de 18 metros.

Una vez terminada la perforación se introdujeron una serie de cables de alta resistencia y una manguera en una camisa.Por ésta se inyectó una lechada de cemento a presión,dejandose que adquiriera resistencia por un periodo apróximado de una semana,después de la cual se tensaron los cables,que quedaron sujetos a una placa de acero.Esta se encuentra adosada sobre unos bloques de concreto armado de 2.80 x 1.90 metros,que eran los encargados de reaccionar contra el terreno.Figs. 3.5 y 3.6 .

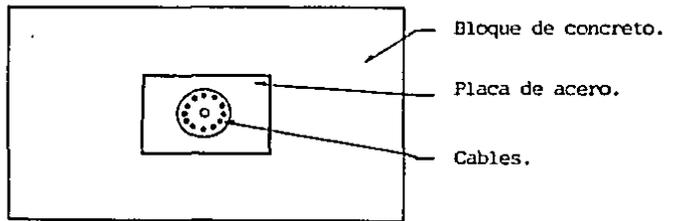
La capacidad de carga de estas anclas fué de 80 toneladas.

Hubo la necesidad de construir drenes,aún cuando el nivel de agua freática se encontró por debajo del nivel de los sótanos y existe la barranca que drena hacia Sierra Gamón.

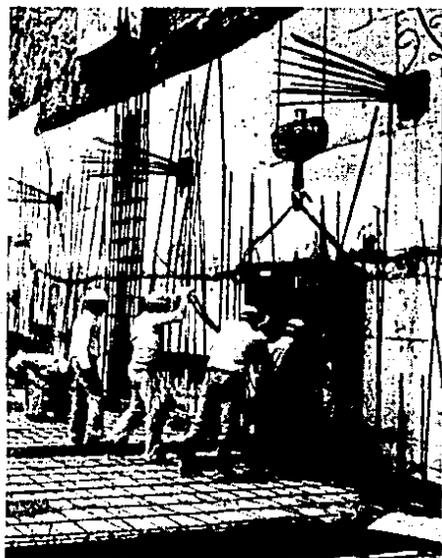
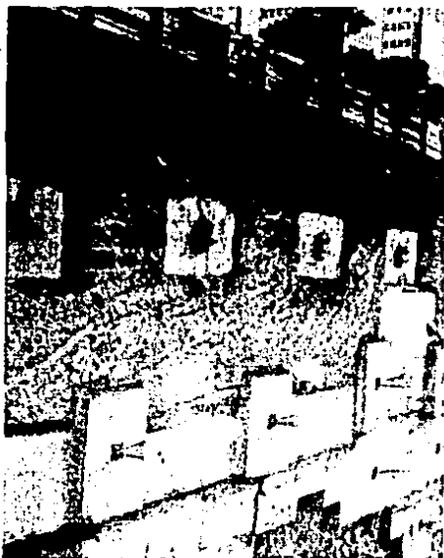
Los drenes se realizaron para tener un sistema de alivio de presiones,detras de los muros de contención,ante una posible presencia de agua proveniente de filtraciones de drenajes y tuberías.



+ FIG. 3.4 ANCLA DE FRICCIÓN .



+ FIG. 3.5



* FIG 3.6 ANCLAS DE CONTENION

CAPITULO 4

INSTALACIONES PROVISIONALES EN OBRA4.1 INTRODUCCION

Estas instalaciones en toda obra de edificación,son básicas para un buen,y mejor,desarrollo de los trabajos a realizar.Algunas de estas - instalaciones son convenientes realizarlas incluso antes del inicio de la construcción,tal es el caso de la oficina de obra.

Esta oficina tiene como función,dar un espacio cómodo y seguro al personal tanto técnico como administrativo,para que de esta manera puedan desarrollar mas eficientemente y confortablemente sus labores.Para este - fin se instaló en la construcción de este edificio,una oficina,a base de paneles prefabricados,de unos 200 metros cuadrados.

Se habilitaron talleres,que tuvieron como misión:la reparación rápida y económica del equipo averiado,así como el dar un buen mantenimiento al mismo.

El mantenimiento tanto eléctrico como mecánico se realizó al siguiente equipo:

- Bombas de agua.
- Vibradores de concreto.
- Conexiones e instalaciones de plantas de soldadura.
- Cizallas y dobladoras de acero.
- Grúas torre.
- Compresores y herramienta menor.

Se realizó una instalación hidráulica, para el suministro de agua a las plantas y zonas de trabajo. El agua es de suma importancia para el curado del concreto y el riego de la cimbra. El agua se almacenó en una celda de la cimentación, desde donde era bombeada hasta el lugar requerido.

Se implementó una bodega para el almacenamiento de los materiales herramientas, cimbra y equipo de construcción. En esta bodega un almacenista tenía la función de recabar la información del uso y destino de todo insumo requerido.

Como la construcción en México, y en general en muchos países, cuenta con gran cantidad de trabajadores eventuales se acondicionó dentro de la construcción: dormitorios, sanitarios y comedores para los trabajadores. Todo esto, en principio, puede parecer antieconómico para la constructora, pero a la larga no es así, ya que el trabajador tiene un mayor rendimiento, sintiéndose más a gusto, proporcionándosele a su vez, costos más baratos en su vida diaria.

En toda obra de edificación es imprescindible una instalación para sofocar incendios. El riesgo de incendios es debido a: presencia de materiales combustibles, el poco control de las fuentes de calor, y la misma presencia de edificaciones auxiliares, oficinas, almacenes, etc. Por todo lo anterior hubo la precaución y necesidad de colocar extintores en puntos estratégicos, claramente identificados, y cerca de los posibles lugares de iniciación de un fuego.

4.2 DESCRIPCION DE EQUIPO UTILIZADO

La necesidad de construir con mayor rapidez, sin menoscabo de la calidad y cada vez con procedimientos más económicos, es lo que ha impulsado al hombre, al estudio y desarrollo de máquinas especiales que lo ayuden a eliminar los costosos y difíciles trabajos que suponen el llevar los materiales requeridos, desde el pie de obra, hasta el lugar donde son requeridos.

El fin anterior se logró en esta obra por medio de: grúas torre, elevador de material y personal y, equipo de bombeo de concreto.

4.2.1 GRUA TORRE

La grúa torre, por sus características especiales, se considera la unidad de elevación más adecuada para la construcción de edificios, sobre todo cuando deben de alcanzar una cierta altitud, (Ref 10).

Este tipo de grúa debe su auge actual a la segunda guerra mundial, que dejó en ruinas pueblos y ciudades de importantísimas regiones europeas.

Al sobrevenir la paz, surgió la necesidad de proceder inmediatamente a la reconstrucción de las aglomeraciones urbanas destruidas, requiriéndose a los técnicos para que proyectasen nuevas máquinas de elevación, que fuesen al mismo tiempo potentes y rápidas, para poder acomodarse al ritmo de trabajo que las circunstancias requerían. Las grúas en cuestión, deberían ser capaces de proporcionar materiales y prefabricados a nivel de las dis-

tintas plantas que fueran levantandose para la construcción de los edificios.

El sistema adoptado, por considerarlo el más eficaz y, al mismo tiempo, de rendimiento más económico, fué la denominada grúa torre, nombre que toma de la gran altura que alcanza su mástil central.

Este tipo de grúas puede tomar y dejar carga en cualquier punto del círculo que describe su brazo. Este utiliza, de un modo sistemático y desde hace ya tiempo, un sistema de corcna gigante de rodillos alternados para efectuar su giro. El accionamiento es por medio de un dispositivo electrónico antibalance, que pone en movimiento una serie de mecanismos de alta precisión técnica.

Cuenta con un carretón móvil que puede correr por el brazo, desde su extremo hasta la misma perpendicular de la torre. En el lado opuesto, al susodicho brazo horizontal lleva un contrapeso que casi siempre es un bloque de concreto, encargado de establecer el equilibrio entre el peso de la estructura y el de la carga.

Un cabrestante montado en la torre, se encarga de izar la carga por intermedio de un cable que pasa por el carretón, y que termina en un aparejo diferencial con polea, de la que pende el gancho para sujetar la carga.

Las grúas torre usadas en edificios altos, como es el caso que nos ocupa, deben ser izadas a la vez que crece nuestra construcción, para una mejor operación y un mayor rendimiento.

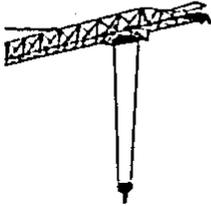
La elevación se logra por medio de un gato hidráulico, accionado por una electrobomba de alta presión, que levanta la parte superior de la grúa, -la pluma-, permitiendo la instalación de nuevos elementos ensambables por medio de pernos de alta resistencia rectificadas. Una vez colocados se quita el gato, repitiéndose esta operación periódicamente durante toda la construcción.

En esta obra se realizaba lo anterior cada 13.8 metros, que equivale a colocar seis elementos, de 2.3 metros cada uno.

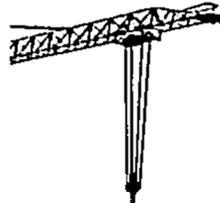
Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta con este equipo es que, la capacidad de carga (para una misma potencia), depende de: la posición de la carga en el brazo y, del esfuerzo máximo que pueda soportar el cable.

La capacidad de carga decrece de un 10 a un 15%, por cada 3.3 metros de separación, con el cuerpo central de la torre, (Ref 11).

Las grúas utilizadas en esta construcción tenían una capacidad máxima de carga de 3000 kgs, trabajando en "simple reenvío", (Fig.4.1) pudiéndose incrementar al doble mediante un dispositivo que al añadir una polea permite utilizar doble cantidad de cable, teniendo doble cantidad de área para la repartición de los esfuerzos. Esta última modalidad de trabajo se le denomina "doble reenvío". En la Fig.4.1 se muestra el sistema de simple y de doble reenvío.



SIMPLE REENVÍO



DOBLE REENVÍO

+ FIG. 4.1 +

La tabla siguiente muestra las cargas para diferentes alcances, de las grúas mostradas en la Fig.4.2 .En este edificio se utilizó la mayor, la representada con la letra "E".

ALCANCE Y CARGAS																	
m	SIMPLE REENVÍO								13,8	DOBLE REENVÍO							
	24	25,6	26	30	36	39	42	14		18	24	30	36	39	42		
kg A	3000								6 000	4 610	3 200						
kg B			3 000	2 600					6 000	4 610	3 200	2 400					
kg C			3 000	2 500	2 000				6 000	4 482	3 123	2 300	1 600				
kg D			3 000	2 500	2 000	1 800			6 000	4 482	3 123	2 300	1 600	1 600			
kg E		3 000		2 450	1 970	1 770	1 600		6 000	4 412	3 071	2 250	1 760	1 570	1 400		

En esta construcción no se trabajó con doble reenvío debido a que:

- 1) La capacidad de carga en los últimos 16 metros de la pluma como se muestra en la tabla anterior es inferior. Esto es debido al peso extra de la mayor cantidad de cable.

- 2) Se tiene la mitad de velocidad en operación, por contar con una polea de mas.
- 3) El tambor de enrollamiento no tenía la capacidad necesaria para al macenar el cable adicional, que esta opción requería.

Uno de los mayores problemas que se tienen con este equipo es que el operador no puede ver o apreciar correctamente la carga cuando se llega a determinada altitud. Esto se solucionó proporcionando un equipo de radio, al maquinista como al ayudante de grúa para que este último lo pudiese — guiar.

En este tipo de máquinas, se debe de tener en cuenta el efecto del viento. Las grúas torre al tener tanta altura, aunque sus elementos esten — formados por celosías, ofrecen una gran superficie de ataque. Para disminuir este efecto, y sobre todo cuando no se trabaja en la obra (por ejemplo en — las noches), las plumas se deben dejar con movimiento libre para permitirles orientarse según la dirección del viento. La grúa ofrecerá entonces la su— perficie mínima de ataque.

Las especificaciones más importantes de las dos grúas torre utili zadas para la construcción de este edificio, son las siguientes:

- Grúa Potain 643-N-BZ
- Cimentación: losa maciza de concreto armado, empotrada en la cimenta— ción.
- Longitud del brazo por donde circula el carretón móvil: 43.15 m.

- Longitud del brazo donde se ubica el contrapeso: 18.75 m.
- Longitud máxima de desplazamiento del carretón móvil: 42 m.
- Contrapeso de la base: 45 Ton.
- Potencia eléctrica: 45 K.V.A .
- Altura máxima aconsejable: 240 m.
- Altura máxima alcanzada: 158.75 m.
- Arriestramientos utilizados: 12 .
- Velocidad máxima de elevación con 3000 kgs: 40m/min.
- Velocidad máxima de elevación con 1500 " : 80m/min.

En la siguiente tabla se muestran las diferentes capacidades de carga, que las grúas tuvieron para diferentes alcances.

Metros	0	15	25.6	30	36	39	42
Kilogramos	3,000	3,000	3,000	2,450	1,970	1,770	1,600

4.2.2 ELEVADOR DE PERSONAL Y MATERIALES

Este equipo está pensado para el traslado y movimiento de personal y material de construcción, mejorando considerablemente las condiciones de trabajo con el resultado de un gran adelantamiento en el final de la obra y un gran aumento en la productividad de los diferentes equipos que intervienen en la ejecución de dicha obra.

Su empleo mejora el rendimiento de los trabajadores que son situados cómoda y rápidamente en su puesto de trabajo; permite el rápido movimiento de técnicos y encargados de obra para la buena revisión y control de todas las instalaciones y plantas, disminuye la plantilla de personal encargado del movimiento de materiales.

Elimina la necesidad de elementos con los que provisionalmente se suele equipar a la obra para comunicación entre pisos: escaleras o peldaños metálicos de escaleras, etc.

Ayuda total para equipos propios o subcontratados: carpinteros, plomeros, electricistas, pintores...

Elimina los tiempos perdidos por el personal en su deambular por la obra.

El sistema de montacargas consiste en elevar una cabina, haciendo

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA⁷⁹

que la misma se deslice en dirección de ascenso o descenso por unas guías metálicas dispuestas al efecto. La elevación tiene efecto por la acción de un cabrestante, que actúa por medio de un cable de acero y una roldana de retorno situada en la parte más alta de la carrera.

En esta construcción se utilizó un elevador Alimak Scando de doble caja, que trabaja con el principio de piñón y cremallera. La cremallera está adosada al mástil, el cual está hecho de módulos fáciles de manejar. El piñón está accionado por una unidad propulsora situada en la caja, y por lo tanto el mástil, la caja y la unidad propulsora son elementos básicos.

Este tipo de equipo es muy utilizado en: grandes presas, chimeneas, pilas de grandes puentes y, en general, en todas aquellas construcciones — donde haya de elevarse material y personal a gran altura. En la construcción de la Torre C.N en Toronto, Canadá, se utilizó este equipo hasta alturas superiores a los 450 metros.

En México se han utilizado en varios edificios como son: el hotel Nikko y el edificio Parque Reforma, entre otros.

Las características más importantes del elevador utilizado en esta obra fueron las que siguen:

- Capacidad: Dos cabinas para 20 personas ó 1800 kgs.
- Velocidad: 0.65 mts/seg.
- Recorrido de la cabina: 110 metros, equivalente del nivel de banqueta al nivel 40.
- Altura total del mástil: 114.50 metros.
- Manejo: manual por medio de elevadoristas.

4.2.3 EQUIPO DE BOMBEO DE CONCRETO

La función de un sistema de bombeo es transportar el concreto, ya sea elevandolo o descendendolo y proceder a su vertido en una sola operación.

Un equipo de bombeo requiere de la intervención de cuatro elementos: la bomba de concreto; el vehículo encargado de facilitar el desplazamiento entre los diferentes trabajos; la tolva de alimentación y la tubería para el transporte del concreto y su puesta en obra, (Ref 10).

Las modernas bombas se dividen de acuerdo a su movilidad, en tres tipos:

- Bombas estacionarias.
- Bombas remolcadas.
- Bombas sobre camión o autobombas.

Las bombas estacionarias estan pensadas para trabajar fijas, en un punto cercano a la obra.

Las remolcadas, van sobre un chasis de acero y estan dotadas de un tren de rodaje trasero, de uno o dos ejes con ruedas de neumáticos, y - llevan dos o cuatro soportes rígidos de apoyo, situados en la parte delantera del bastidor.

La bomba de concreto es de rendimiento regulable, dotada de pistón axial, y permite el acoplamiento de tuberías generalmente entre 80 mm

de \emptyset hasta 180 mm de \emptyset . El manejo de la máquina puede efectuarse desde la caja de mando, tanto como por intermedio de un telemando, por control remoto, actuando el operador desde el mismo lugar donde debe ser vertido el concreto, (Ref 10).

En la actualidad las bombas pueden alcanzar grandes distancias, tanto horizontales como verticales, incluso superiores a los 400 metros.

Como ejemplo de lo anterior se puede citar el caso de la central hidráulica "Estagento-Sallente", en España, donde se logró una altura de bombeo de 432 m, con un tendido total de tubería de 630 m de longitud. El diámetro fué de 125 mm, teniendo presiones de hasta 170 bar, (Ref 12).

Para poder lograr grandes distancias de bombeo es imprescindible que el concreto sea muy manejable, teniendo revenimientos incluso superiores a los 20 cms.

Las bombas de acuerdo con sus características esenciales, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Mecánicas, en la actualidad desplazadas por considerarlas anticuadas.
- Hidráulicas, que a su vez presentan dos variantes: bombas accionadas por aceite y las accionadas por agua.
- De sistema rotatorio, que impulsan el concreto por medio de un rotor, que en estas máquinas sustituye a los émbolos y válvulas tradicionales.

En esta construcción se utilizaron bombas remolcadas hidráulicas

accionadas por aceite, cuyas especificaciones se mencionan a continuación:

- BOMBA SCHWING BP 550-15 .
- Capacidad: 66 m³/hr de descarga .
- Cilindro de transporte de 15 cms .
- Capacidad horizontal: 800 metros .
- Capacidad vertical: 240 metros .
- Motor Diesel Deutz de 6 cilindros .

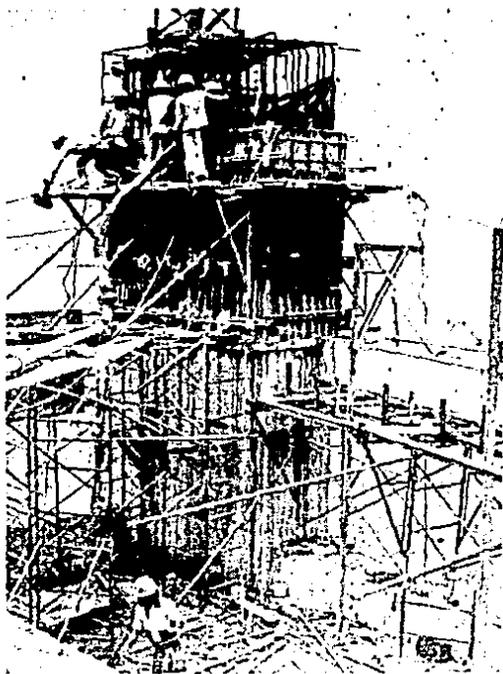
Las capacidades anteriormente citadas son al nivel del mar; a la altura de la ciudad de México, este equipo tiene una pérdida de aproximadamente el 20%.

El concreto bombeado se transporta a las áreas de colocación, por medio de tubos rígidos. El tubo rígido generalmente es de 3 metros de longitud, ya que esta es la longitud máxima que puede manejar un operario. El peso total de una unión y una sección de tubo de 3 m. llena de concreto aumenta rápidamente de acuerdo al diámetro. Una sección de 13 cms y 3 m de longitud lleno de concreto pesará aproximadamente 124 kgs. En el caso del concreto de peso normal, suele considerarse el tubo de 13 cms como el más práctico para el manejo por un solo hombre. Este tubo fue el utilizado en esta edificación, siendo el mismo, de acero especial para soportar las grandes presiones a que son sometidos. Un tubo de mayor calibre, o de secciones

mas largas,requerirá un mayor número de hombres ó más energía para su manejo,(Ref 13).

El último tramo de tubería suele ser un conducto flexible hecho de hule,metal flexible estriado y plásticos.Este conducto es facilmente maniobrado por los operadores,haciendo mas efectivo el vertido del concreto en las cimbras,(Fig.4.3).

Las uniones que se emplean tanto para conectar secciones de tubos rígidos como flexibles deben ser debidamente resistentes para soportar el manejo durante la instalación del sistema,la desalineación y el apoyo a lo largo de la línea. Las uniones deben estar diseñadas en forma tal que permitan el remplazo de cualquier sección de tubo sin mover otras secciones,y deben proveer una sección transversal interna sin contracciones o fisuras que impidan la libre circulación del concreto.Las uniones usadas en esta obra fueron a base de mordazas de fácil uso.



+ FIG 4.3 COLADOS CON BOMBA



CAPITULO 5

E S P E C I F I C A C I O N E S

Desde los tiempos antiguos las especificaciones han sido esenciales en la construcción. Antes de que el hombre supiera escribir, las especificaciones se transmitían en forma oral. Cuando por primera vez se introdujeron los dibujos, las especificaciones se detallaron en ellos. Conforme el hombre comenzó a usar herramientas y materiales cada vez mas complejos y la sociedad se hizo mas complicada, fué necesario proporcionar con gran detalle especificaciones escritas que cubrierón las múltiples facetas del trabajo de construcción.

Una de las primeras especificaciones escritas registradas en la historia se encuentra en la Biblia. En el libro del Génesis, capítulo 6, versículos 14-16, se leen las especificaciones que el señor dió a Noé para la construcción del arca: "Hazte un arca de maderas resinosas, divídela en compartimentos y la calafateas con brea por dentro y por fuera. Hazla así: trescientos codos de largo, cincuenta de ancho y treinta de alto; harás en ella un tragaluz y a un codo sobre éste acabarás el arca por arriba; la puerta - la haces a un costado harás en ella un primero, un segundo y un tercer piso". (Ref 11).

Con el paso del tiempo, el hombre ha hecho muchos planos y especificaciones, pero ninguno de estos ha servido tanto, como lo hicieron aquellos usados en el arca.

Las especificaciones utilizadas, en la ejecución constructiva de este edificio, fueron las que se recogen a continuación.

5.1 ESPECIFICACIONES GENERALES

-A) COMPLEMENTO

Estas especificaciones se complementan con los planos arquitectónicos y estructurales, considerándose requisitos obligatorios tanto las especificaciones de planos como las que aquí se indican, sin considerarse como trabajo adicional.

-B) DIRECCION TECNICA DE LA OBRA

La dirección técnica de la obra podrá delegar sus funciones de supervisión en las personas que esta designe para velar por el cumplimiento de estas especificaciones así como lo indicado en planos; esta gozará de plena autoridad para ordenar, cuando juzgue conveniente, sin someter a discusión sus decisiones, de ejecutar un resane, refuerzo adicional, prueba de carga, demolición y reconstrucción parcial o total de la obra si se han variado estas especificaciones o los planos constructivos.

-C) MEDICIONES Y ENSAYOS

Deberá informarse a la dirección de la obra de los resultados de toda medición de ensayos que se indiquen tanto en especificaciones como en los planos estructurales en un término inferior a 48 hrs a partir del mo—

mento en que se ejecuten.

Toda medición que se requiera llevar a cabo en la obra, así como su registro y representación serán efectuadas por el contratista por su cuenta y con el personal y equipos del mismo.

-D) NIVELACIONES

Deberá de correrse nivelaciones en los puntos indicados en planos estructurales con la siguiente frecuencia para las diferentes etapas de la construcción:

- a) Una cada semana durante el proceso de excavación.
- b) Una cada semana durante la construcción de la cimentación.
- c) Una cada semana durante la construcción en la estructura hasta la losa N-5 .
- d) Una cada 15 días hasta la terminación de la estructura.
- e) Una mensual durante 1 año posterior a la terminación de la estructura.

-E) REFERENCIAS

Las referencias se colocarán antes de iniciar las excavaciones; estas se fijarán a un dado de concreto de 25 x 25 x 100 cms de sección con un $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con una varilla con ϕ de $1\frac{1}{2}$ " ; protegida en su longitud libre con un tubo galvanizado de ϕ de 2" ahogado 25 cms en el concreto. Estos puntos se referirán a todos los que sean necesarios para lograr un registro continuo de nivelaciones.

- F) EJES DE COLUMNAS

Todos los ejes de columnas se trazarán y verificarán empleando tanto en su localización horizontal como vertical, los instrumentos que se requieran para satisfacer las tolerancias que en estas especificaciones se marcan. No se permitirá el colado de ninguna columna si no se ha verificado su posición y localización así como la de su refuerzo.

- G) EJES Y PAÑOS FIJOS

Para lograr un trazo continuo y preciso en todos estos elementos se verificará en cada una, su verticalidad respectiva a la cimentación.

- H) COLOCACION DEL REFUERZO

Se deberá colocar el refuerzo longitudinal en paquetes máximo de tres varillas tanto en columnas como en trabes alojados en las esquinas salvo donde se indique otra disposición de armado en los planos estructurales.

- I) ANCLAJES Y TRASLAPES DE REFUERZO

Todo el acero longitudinal corrido que en los planos estructurales se representa sin gancho deberá anclarse de acuerdo con dichos planos. Los traslapes y anclajes se indican en cada caso de acuerdo con la calidad del concreto y la posición de la varilla.

- J) COLADO DE COLUMNAS

Además de respetar las especificaciones generales referente

a colado, en columnas y muros debe iniciarse inmediatamente después de depositar en el fondo del elemento por colar, una capa de 4 cms de espesor de mortero de cemento y arena con proporcionamiento volumétrico 1:2 y reventamientos de 6 a 8 cms.

- K) SECCIONES Y DESPLONES

Se llevará un registro de dimensiones de la sección de cada una de las columnas, muros en su base, parte central y cabeza; así como sus desplomes. También se verificarán las secciones con que quedaron coladas las trabes de los niveles superior e inferior de las losas y del cumplimiento de las demás tolerancias que se marcan en las presentes especificaciones.

- L) LIMPIEZA ANTES DEL COLADO

Independientemente de lo que se indica en las presentes especificaciones no podrá efectuarse un colado cuando existan partículas de polvo o materiales de desperdicio, o la presencia de agua o cualquier elemento ajeno al concreto.

5.2 CIMENTACION

- A) RELLENOS

No se permitirá efectuar rellenos de tierra en el desplante de la cimentación ni en los cortes laterales; ya que la cimentación deberá quedar empotrada en el terreno natural.

- B) PLANTILLA

Se desplantará la cimentación sobre una plantilla de concreto con resistencia $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, de 7 cms de espesor. La plantilla se compactará con un mínimo de 200 golpes por metro cuadrado, con pisón de 25 kgs y 30 cms de caída libre, con área de $340-360 \text{ cm}^2$ o la compactación mecánica equivalente.

- C) APLANADOS EN CORTES LATERALES

Los cortes laterales del terreno se repellarán con mortero, cemento, plasto cemento y arena en proporción 1:2:6 en volumen. No se permitirá cimbrar con madera el perímetro exterior de la cimentación y muros de contención, estos deberán repellarse para lograr la unión adecuada de la cimentación con el terreno.

5.3 CONCRETO

- A) MATERIALES Y PROPORCIONAMIENTO

Todo el cemento será Portland tipos I normal o III fraguado rápido, salvo que el de cimentación deberá ser tipo I. El proporcionamiento y los agregados quedan a criterio del contratista siempre que cuente con la aprobación de la Dirección de la obra en cuanto a materiales y proporcionamiento, lo que no libera al contratista de responsabilidad respecto al cumplimiento de las especificaciones (según Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 401-10.3).

- B) REVOLVEDORA

Todo el concreto de la obra será preparado en revolvedora o premezclado.

- C) REVENIMIENTOS

Con el fin de evitar la colocación de concreto de resistencia o trabajabilidad insuficiente se llevará a cabo y registrará una prueba de revenimiento cada vez que se vacíe la revolvedora o el camión revolvedor y se descartará el material cuyo revenimiento esté fuera de los siguientes límites en cms :

F'c	Zapatas, losa cimentación y contratraves	muros y columnas	trabes y losas
350		8 - 10	
300	6 - 10	8 - 12	10 - 14
250		8 - 12	10 - 16
200			12 - 18

- NOTAS:

a) En elementos con altura de colado mayor de 2.5 m no se permitirá revenimientos mayores de 12 cms.

b) En caso de utilizar concreto premezclado se limitará el tiempo de vaciado del camión a la posición definitiva en el molde a un máximo de una hora a menos que se utilicen retardadores de fraguado, en cuyo caso la Dirección de la obra fijará el tiempo máximo de vaciado.

c) En caso de utilizar vibradores de frecuencia superior a 7,200 rpm, los valores de la tabla pueden reducirse de conformidad con la Dirección de la obra.

- D) ADITIVOS

Todo el concreto de losas de cimentación, muros de concreto y columnas deberá tener un tiempo mínimo de fraguado inicial de 1.5 hrs. que podrá lograrse mediante el uso de un aditivo retardador de fraguado, aprobado por la Dirección de la obra. Dicho aditivo deberá permitir una reducción del consumo de agua sin detrimento del revenimiento. En el resto de la estructura podrá emplearse un aditivo acelerante de fraguado, aprobado por la Dirección de la obra, pero en ningún caso se permitirá el empleo de acelerantes en concretos elaborados con cemento de fraguado rápido.

Se denominan aditivos a aquellas sustancias que se añaden al concreto para mejorar, aumentar o disminuir ciertas características como plasticidad, fluidez, tiempo de fraguado, impermeabilidad, resistencia al ataque de ciertas sustancias, segregación, etc.

Los aditivos que pueden utilizarse en esta obra son:

- a) Dispersantes o fluidizantes.
- b) Incluidores de aire.
- c) Impermeabilizantes integrales o repelentes al agua.
- d) Acelerantes de fraguado.
- e) Retrasadores de fraguado y para reducir el consumo de agua sin disminuir el revenimiento.
- f) Endurecedores para superficies expuestas a la abrasión.
- g) Aditivos que permitan controlar el calor del fraguado.
- h) Para curado.

- Notas:

1) Las funciones de los retardadores y acelerantes del fraguado - varían con la temperatura ambiente.

2) En todo caso, deberán tomarse precauciones especiales para temperaturas menores de 7 grados o mayores de 40 grados centígrados.

- E) RESISTENCIAS

Las resistencias del concreto en los diversos elementos de la estructura se especifican en los planos estructurales. En ellos cuando se emplea cemento de fraguado normal, el $f'c$ se refiere a la resistencia en compresión directa a los 28 días de cilindros estandar de 15 x 30 cms, fabricados, curados y ensayados de acuerdo con las normas de la American Society and Materials. Cuando se emplee cemento de fraguado rápido deberán alcanzarse estas resistencias a los 14 días.

- F) VIBRADO

Todo el concreto del edificio será vibrado a excepción de las plan_{til}las de cimentación. En el resto se empleará vibrador de chicote con cabeza de dimensiones adecuadas para que pueda penetrar hasta el fondo de todo elemento. Las varillas del lecho superior de traves, contra_{tr}aves, vigas y muros de concreto deberán estar en contacto con la cabeza del vibrador durante un mínimo de 15 seg. y a cada 50 cms. de longitud de dichas varillas; este paso tomará lugar inmediatamente después de haber introducido lenta_{men}te el vibrador hasta el fondo del miembro, permaneciendo ahí durante 5 seg. y haberlo extraído lentamente a los mismos intervalos de 50 cms.

En ningún caso se permitirá el exceso de vibrado que produzca segregación en el concreto. La cabeza del vibrador se introducirá vertical_{men}te, sin remover con ello el concreto y no se permitirá aplicarlo horiz_{on}tal_{men}te.

Para muros delgados, columnas de gran altura o posiciones inac_{ce}sibles de los moldes donde no llegue el vibrador, podrá vibrarse exterior_{men}te aplicando la cabeza del vibrador normal al plano del molde, a la vez que se hace un varillado por el interior. Se aconseja para estos elementos usar vibradores con cabeza de $1\frac{1}{2}$ ".

Al vibrar concreto se emplearán vibradores de 3,600 rpm por lo menos. En todo momento se conservará en la obra dos vibradores de chicote de repuesto en buenas condiciones de operación.

- G) CONTROL

La resistencia de concreto en compresión axial se determinará mediante ensayos en cilindros de 15 cms de \emptyset y 30 de altura, fabricados, curados y probados de acuerdo con los requisitos que fija la Dirección General de Normas, y en un laboratorio aprobado por la dirección de la obra.

Tratándose de concreto elaborado con cemento tipo III o que contenga acelerantes el ensayo se realizará a los 14 días, para cemento tipo I el ensayo se hará a los 28 días. Se permitirán ensayos a otras edades siempre que se empleen correlaciones fidedignas para cuantificar las resistencias probables a las edades específicas.

Para cada tipo de concreto se tomará un mínimo de tres cilindros por cada día de colado, pero no menos de tres por cada 40 m^3 de concreto, ni menos de uno por cada camión revolvedor, si se trata de concreto premezclado. Se formarán grupos de ensayos, cada uno con un mínimo de tres cilindros consecutivos de un mismo día de trabajo.

Las resistencias que arrojen los ensayos especificados deberán ser tales que el promedio de los cilindros de cada grupo indique una resistencia mayor que la especificada y que ningún cilindro falle con un esfuerzo menor que el 90% de dicha resistencia para el caso de columnas y 80% para el caso de losas y trabes. Tampoco se aceptará una resistencia mayor del — 30% de la resistencia especificada.

Deberán hacerse determinaciones de peso volumétrico, pudiéndose aprovechar los cilindros ya ensayados. Para ello las muestras se dejarán secar 7 días en condiciones ambiente. Ninguna muestra deberá tener un peso vo

lumétrico que difiera más de 10% respecto al especificado. (No menor de $2,000 \text{ kg/m}^3$ ni mayor de $2,400 \text{ kg/m}^3$).

Los resultados de estos ensayos serán suministrados por el laboratorio en el término de 24 hrs. tanto al contratista como al Director sin necesidad de que éstos lo soliciten explícitamente en cada ocasión.

Los cilindros se tomarán en la obra a pie de camión y estarán inequívocamente identificados de manera que se puedan relacionar a los miembros estructurales correspondientes.

- H) JUNTAS DE COLADO

En columnas las juntas de colado serán horizontales, localizadas en su extremo superior 2 cm arriba del lecho bajo de la trabe del nivel que soporten; deberán transcurrir cuando menos 24 hrs. después de efectuado el colado para recibir el colado de la siguiente losa. Salvo indicación contraria en planos estructurales el contratista deberá de apearse estrictamente a este párrafo.

Antes de reiniciar un colado la junta se limpiará con soplete de aire o de arena y cepillo de alambre y se saturará con agua pero no se lecnadeará.

En los cortes de colado en losas, trabes, muros, contratrabes, etc, se colocarán vitoras de varilla como se indica en la siguiente tabla:

- ELEMENTO	Nº de Víbora
De 12 cm	1 del 2.5
De 20 cm	2 del 3
De 50 cm	2 del 4
De 80 cm	2 del 5
De 120 cm	3 del 5
De 160 cm	4 del 5
De 200 cm	5 del 5
De 240 cm	6 del 5

- I) ASPECTO

Sin excepción, el concreto debe presentar un aspecto homogéneo. Se desechará todo el concreto cacarizo y aquel en que haya quedado visible el refuerzo o que presente oquedades u otros defectos objetables de colado a juicio del Director, a menos que este autorice explícitamente el resane local.

- J) TRANSPORTE DE COLOCACION

El concreto se manejará y colocará en los moldes con métodos que eviten la segregación o pérdida de los ingredientes y con la máxima rapidez posible.

El vaciado dentro de los moldes se hará tan cerca como sea posible de su posición final, evitando traspalearlo o transportarlo dentro del molde a base de vibración; no se permitirá dejarlo caer libremente desde al

turas mayores de 1.20 m.

Los elementos deberán limpiarse perfectamente antes de la colocación del concreto.

El colado deberá hacerse en forma continua, sin interrupciones y dejando únicamente las juntas que apruebe la Dirección de la obra. En ninguna circunstancia se permitirá el colado del concreto que haya comenzado a fraguar, ni la adición de agua a una mezcla ya hecha, ni se permitirá el tras paleo. Si el contratista incurriera en cualquiera de estas prácticas se exigirá el ensaye de corazones en compresión directa, como si se desconociera la resistencia o identificación de los cilindros correspondientes.

- K) CONCRETO PREMEZCLADO

Se exigirá que el concreto premezclado se surta en camiones mezcladores de tipo giratorio. El mezclado deberá hacerse en el transcurso de los 30 minutos subsecuentes a la adición del agua. El concreto se entregará a la obra antes de una hora después de haberse unido el cemento con el agua.

Cada camión mezclador deberá entregar junto con la revoltura, una boleta de tiempo de la planta mezcladora, indicando la hora de salida. Si al llegar a la obra el tiempo de mezclado hubiera expirado, se reanudará por corto tiempo antes del vaciado para asegurar que no haya segregación en la mezcla.

Las mezclas que no satisfagan los requisitos de revenimiento señalados en la tabla correspondiente, serán desechadas. No se permitirá la adición de agua en la obra para aumentar el revenimiento de una mezcla demasiado seca o endurecida. Se llevará un registro minucioso mediante marcas en un plano de las fechas de colado y la porción correspondiente a cada camión.

- L) BOMBEO DE CONCRETO

Se permitirá el bombeo de concreto para transporte horizontal o vertical siempre y cuando el concreto resulte de la resistencia especificada en pruebas de cilindro estándar del concreto en su posición final y que cumpla con la tabla de revenimiento, tomándose en cuenta que podrá aumentarse el revenimiento en 2 cms utilizando aditivos para esta finalidad sin detrimento de la resistencia; para la cual se tomará un cilindro adicional de cada olla en su posición final.

- M) RESANES

Todo defecto del concreto que no afecte la estabilidad del edificio ni aún localmente y cuyo resane no sea objetable arquitectónicamente, ambas limitaciones a juicio de la Dirección de la obra, será resanado según el siguiente procedimiento:

- a) Se quitará el volumen defectuoso de concreto.
- b) Se terminarán a escuadra las caras del hueco así formado.
- c) Se martelinará la superficie por resanar.
- d) Se cepillará dicha superficie hasta eliminar toda partícula de pol-

vo, agregados y cemento suelto.

- e) Se mantendrá saturada continuamente la superficie por resanar durante un mínimo de 16 horas mediante la aplicación de riegos frecuentes día y noche.
- f) Se resanará con mortero cuya proporción por peso sea 1:1:3 respectivamente de cemento Portland tipo I, estabilizador de volumen (embeco, Ferrolith G o propaque) y arena limpia, con el contenido de agua necesario para dar un revenimiento de 5 a 8 cm si el espesor mínimo del resane no excede de 4 cm. En lugar de este mortero podrá usarse 1-0.2-3 de cemento Portland tipo I, expansor de volumen (Duro Rock o similar) y arena limpia, dando el revenimiento especificado; para lo cual deberá de confinarse este resane mediante cimbra firmemente troquelada para evitar cualquier tipo de expansión en el resane.

- N) CURADO

Todas las superficies de concreto que no estén protegidas con moldes deberán mantenerse constantemente húmedas durante un mínimo de 7 días consecutivos si su cemento es de fraguado normal, 3 días si es de fraguado rápido o posee acelerantes. Con tal fin el contratista empleará el procedimiento que juzgue conveniente, incluso la utilización de membranas impermeables, riegos frecuentes interrumpidos, inundación con agua y capa de arena, recubrimientos con lonas. Estos lapsos se aumentarán adecuadamente si la temperatura desciende a menos de 5°C. El curado deberá iniciarse aproximada

mente tres horas después del colado para los concretos que no contengan aditivos retardadores del fraguado. Para otras alternativas deberá de proponerlo el contratista a la Dirección de la obra.

Para la losa de cimentación se aplicará un tirante de agua de 5 cm. de espesor sobre toda la superficie colada la cuál será retenida mediante chaflanes de mezcla pobre. Se deberá de curar esta losa por zonas de acuerdo al avance del colado; dicho tirante de agua se colocará a los 45 minutos de haber colado el tramo de losa correspondiente. No deberá esperarse a terminar la zona de losa para iniciar el curado; si no que a medida que avanza el colado deberá curarse por tramos.

- Ñ) TEMPERATURA

Cuando la temperatura ambiente durante el colado o poco después sea inferior a 5°C. se tomarán medidas especiales tendientes a contrarrestar el descenso de resistencia y el retardo en endurecimiento, verificándose se que éstos aspectos no hayan sido afectados desfavorablemente.

- O) RESISTENCIAS INSUFICIENTES

Cuando no se hayan cumplido los límites inferiores que fija el ar-

título "G" de estas especificaciones, será permisible extraer corazones del material en la zona a la que corresponde la muestra en cuestión.

Si el ensaye de los corazones suministra resultados superiores a los límites mencionados se aceptará la parte dudosa, en caso contrario será necesario reforzar o demolerla para su reposición.

El número mínimo de corazones será de cinco por cada 20 m³ de concreto, pero en ningún caso será menos de tres en total.

5.4 CIMBRA

- A) MATERIALES

Salvo que los planos arquitectónicos indiquen otra disposición, donde se especifica concreto aparente la cimbra podrá ser metálica, siempre y cuando no existan aberturas mayores de 2 mm que permitan el paso de la lechada. En caso de emplearse triplay no se usará la cimbra más de 9 veces de cada lado. Si se emplea duela cepillada su espesor no será menor de 2.5 cms, se limpiará antes de cada colado y no se permitirán más de 6 usos.

En el resto podrá emplearse cimbra metálica, triplay impermeable - de 19 mm o tarimas de duela de 2.5 a 5.0 cms de espesor y de 0.50 a 1.30 m por cada lado en el caso de triplay impermeable.

La calidad de la cimbra estará sujeta a la aprobación de la Dirección de la obra y el número de usos deberá de disminuirse si baja la calidad o el mal trato de la cimbra a juicio de dicha Dirección.

No se permitirá la iniciación de un colado si existen cuñas o taquetes sueltos, ni si el apoyo de la cimbra en el piso es tal que pueda ocasionar deformaciones apreciables.

Es indispensable que la cimbra no presente aberturas que permitan

el paso de la lechada. Los elementos verticales de apoyo de la cimbra podrán ser metálicos o de madera de primera, no se aceptará madera que presente nudos en su estructura.

- B) DISEÑO

Los moldes o formas deberán ajustarse a la configuración lineal, elevación y dimensiones que vaya a tener el concreto, según lo indiquen los planos respectivos.

No se autorizará un colado sin que antes el contratista haya presentado a la consideración del Director el diseño de la disposición de la cimbra que propone emplear, y éste haya aprobado dicho diseño. Esta revisión no será motivo de retraso en la ejecución de la obra, ni releva la responsabilidad del contratista para que la cimbra sea lo suficientemente resistente para soportar las cargas a que estará sometida.

Como norma general, los pies derechos irán sobre rastras y estarán colocados sobre dos cuñas de madera con las cuales se podrán corregir cualquier asentamiento. Los puntales del piso superior deberán coincidir con los del piso inferior en lo que se refiere a su eje vertical.

En el diseño deberá demostrarse que la resistencia y la rigidez de la cimbra son adecuadas, calculando con un factor de seguridad de 2.

Se contraventeará en ambas direcciones, para tomar como mínimo una fuerza horizontal de $1/10$ del peso total de la losa (cimbra, fierro y concreto).

Las uniones deberán ser capaces de desarrollar la resistencia calculada de los miembros; se deberá presentar el detalle y el cálculo de las mismas. Además del peso del concreto y del peso propio de la cimbra, ésta se diseñará para una carga uniformemente repartida de 50 kg/m^2 ; más una concentración de 300 kg. aplicada en cualquier punto de la cimbra.

La flecha máxima permisible será de $1/600$ del claro si se trata de concreto aparente, o de $1/400$ del claro en caso contrario.

- C) CONTRAFLECHA

Salvo indicación contraria en planos estructurales, en vigas y traveses interiores se dejará una contraflecha igual a $1/400$ del claro libre al menos que se especifique otra magnitud en planos. En tableros interiores de la losa, la contraflecha se medirá desde el centro de los apoyos largos hasta el centro del tablero, debiendo ser de $1/400$ del lado corto. En tramos discontinuos al menos en un apoyo y en tableros de esquina, estos valores aumentarán de $1/400$ a $1/300$; en voladizos se aumentarán de $1/400$ a $1/150$ -

desde el empotramiento hasta el extremo libre.

- D) OCHAVAMIENTO

Todas las aristas irán ochavadas. La sección del ochavamiento será un triángulo rectángulo con catetos de 2.5 cms.

- E) LUBRICACION, LIMPIEZA E IMPERMEABILIDAD

Antes de colocar el refuerzo se barnizará la cimbra con una capa de aceite u otro lubricante que no manche el concreto; previa autorización de la Dirección de la obra.

Al iniciar el colado la cimbra deberá estar limpia y exenta de toda partícula suelta. La limpieza está sujeta a la inspección de la Dirección de la obra, sin cuya aprobación no podrá iniciarse un colado.

Se saturará con agua la cimbra antes de colar durante 30 minutos como mínimo.

Todas las juntas de la cimbra serán de tal forma que garanticen la retención absoluta de la lechada.

- F) ABERTURAS

La parte inferior de la cimbra de columna o muros estará provista de aberturas que permitan la inspección del fondo para ejecutar y verifi—

car su limpieza antes del colado.

En miembros de gran peralte se suministrarán aberturas para facilitar el colado con una altura de caída máxima de 2,5 m.

- G) DESCIMBRADO

El descimbrado podrá hacerse en forma parcial del tiempo correspondiente a descimbrado total dejando puntales de acuerdo con las indicaciones de la Dirección de la Obra. Como dato general, para el descimbrado se respetarán los siguientes plazos mínimos.

Tipo de Cemento	Fraguado Normal (Tipo I)	Resistencia rápida(III) o con aditivos acelerantes.
Columnas, muros y costados de trabes.	24 hrs.	12 hrs.
Losas y fondos de trabes.	12 días.	6 días.
Voladizos	18 días	9 días.

5.5 ACERO DE REFUERZO

- A) GRADOS DEL ACERO.

Los grados del acero se especifican en los planos estructurales y notas generales. El número que sigue al grado se refiere al límite de fluencia cuando se trata de acero estructural o al límite elástico aparente en los demás casos (0.2%) de deformación permanente, de cualquier manera expresado en kg/cm^2 .

Todo el acero deberá satisfacer, además, los requisitos de la Dirección General de normas en lo referente a doblado y alargamiento mínimo a la ruptura de conformidad con el grado de acero de que se trate.

- B) CORRUGACIONES

Todo el acero con diámetro superior a un cuarto de pulgada deberá satisfacer los requisitos de la Dirección General de Normas (o los equivalentes ASTM A305-56), en cuanto a corrugado.

- C) SUSTITUCION DEL ACERO

Sólo se permitirá sustitución del diámetro o grado del acero de refuerzo con autorización escrita de la Dirección.

- D) CONTROL

El laminador del acero presentará pruebas de la calidad de su producto. Además se efectuará el ensaye de un espécimen por cada grado de acero en cada partida de 10 ton. o fracción de cada diámetro de varilla, con el fin de verificar el diámetro de las varillas, su límite de fluencia o límite elástico aparente, alargamiento a la ruptura y características del doblado. Los ensayes se efectuarán en un laboratorio seleccionado con el mismo criterio que el que se utilice para ensayes del concreto y bajo las mismas condiciones que estos.

- E) DOBLECES

Los dobleces se harán en frío alrededor de un perno (giratorio) - con diámetro no menor que 4 veces la varilla (se deberá utilizar dobladoras de varilla).

5.6 SOLDADURA EN VARILLAS DE REFUERZO

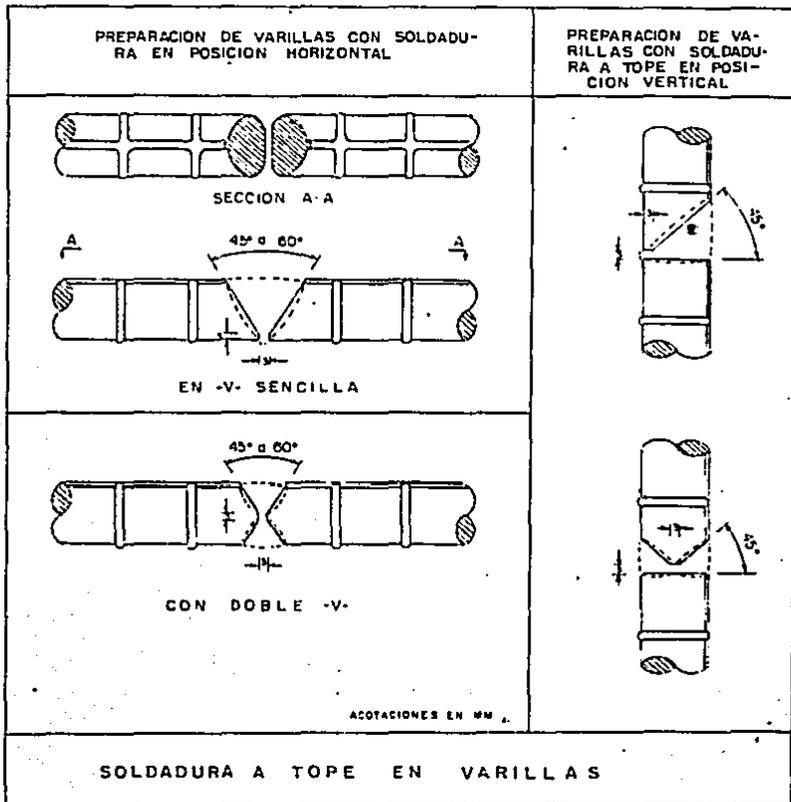
En caso de emplear soldadura en varillas en lugar de traslapar, — sólo se permitirá para aquellas que tengan un diámetro de 1" o mayor, y se tomarán las precauciones necesarias para evitar sobrecalentamiento de las varillas; a continuación se indican los requisitos que se deben cumplir para lograr una soldadura adecuada.

- 1.- Biseles en ambas caras a 45° para posición horizontal
- 2.- Biseles en cara inferior plana, y para la cara superior a 45° para posición vertical.
- 3.- Utilizar placa de respaldo de 1/8" x 1" x 1".
- 4.- Electrodo de 1/8" para fondear y para rellenar.
- 5.- Electrodo AWS-E10018 como mínimo.
- 6.- Cuidados de los electrodos:
 - a) Al abrir un envase deberá distribuirse entre el personal y utilizarse en un lapso no mayor de 45 minutos.
 - b) Los electrodos sobrantes deberán almacenarse en hornos o cajas ca-
lientes a una temperatura de 120°C.
 - c) Si existe viento fuerte, o llovizna no se permitirá soldar.
 - d) No se permitirá soldar con temperatura inferior a 0°C.

- 7.- Abertura de la raíz 1/8" (3 mm).
- 8.- Se deberá limpiar las superficies por soldar eliminando toda partícula ajena a la varilla.
- 9.- Se dejará fijar (puntear) la placa de respaldo por dentro de la raíz.
- 10.- No se permitirá que el soldador provoque puntazos o flamazos a las varillas.
- 11.- Las tierras deberán estar fijas al material base para evitar los falsos contactos.
- 12.- Los cables deberán tener completa su cubierta para evitar los falsos contactos.
- 13.- Los porta-electrodos o manerales deberán estar en perfecto estado (completos),checando que hagan una presión correcta sobre los electrodos.
- 14.- Deberá de contarse con cinceles,cepillos de alambre y martillos en buen estado.
- 15.- El equipo del soldador (guantes,caretas,petos) deberá estar en buen estado.
- 16.- La soldadora tendrá una capacidad no menor de 300 ampers y tendrán que estar completas y en buen estado de funcionamiento.
- 17.- Se deberá contar con equipo de corte (oxi-gas u oxi-acetileno) completo

y en buen estado así como esmeril.

- 18.- Las preparaciones de las superficies por soldar deberán de quedar lisas (sin muescas ni rebabas), con los ángulos de los biseles especificados.
- 19.- Se dejará una abertura de la raíz de $1/8''$.
- 20.- Se utilizará una placa de respaldo de $1/8''$ de espesor, la cual se fijará con puntos por la parte interior de la raíz.
- 21.- Se aplicarán cordones de fusión en las caras y luego se colocarán los cordones de relleno.
- 22.- El tiempo entre pasadas de los cordones deberá ser no menor de 4 minutos.
- 23.- Se deberá remover la escoria y limpiar perfectamente bien después de aplicar cada cordón, utilizando el cincel y luego el cepillo de alambre.
- 24.- Se sugiere trabajar en 3 juntas al mismo tiempo para alternar las soldaduras y evitar, de este modo, sobrecalentamiento de las juntas.
- 25.- El bulbo terminado deberá presentar una superficie tersa, libre de porosidades y discontinuidades con una sobremonta máxima o refuerzo de 3 mm, con un traslape sobre el bisel máximo de 2 mm.
- 26.- Se evitará que la varilla presente socavados en el cuello de la junta soldada.



- A) PRUEBA DE HABILIDAD PARA CALIFICACION DE SOLDADORES Y PRUEBA
DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO

- a) Se ejecutarán 2 probetas en posición vertical de acuerdo a lo especificado.
- b) La calificación será a criterio de la Dirección de la obra y esta podrá ser visual, con radiografías y con pruebas destructivas.
- c) Se llevará un registro tanto en la calificación así como de las soldaduras ejecutadas por cada soldador y la localización de las mismas.
- d) Se podrá exigir una recalificación del personal en caso de observarse una deficiencia en las juntas soldadas en cualquier etapa de la obra.
- e) Se tendrá un control radiográfico inicial de un 10% y se harán pruebas destructivas en un 3% de las soldaduras, estos porcentajes podrán variar de acuerdo con los resultados obtenidos.

5.7 ALBAÑILERIA

- A) FIRMES

El espesor máximo permisible de firmes de mortero sobre las losas será de 3.0 cm. Si localmente se requiere mayor espesor se recurrirá al empleo de concreto ligero o mortero de carlita.

- B) MUROS

Todas las divisiones irán con tabla roca excepto donde específicamente se indique otra cosa en planos.

En el caso de muro de tabique, las características se verificarán mediante ensayos en un mínimo de 5 muestras representativas por cada partida de 10,000 tabiques o menos, satisfaciendo los requisitos especificados para cilindros de concreto.

En los casos en que se necesite muro que no sea de tabla roca, el material de estos muros se indicará por la Dirección de la Obra, así como su colocación y anclaje.

- C) MORTERO PARA MUROS

El mortero será de cemento, cal y arena en proporción tal que la resistencia en compresión directa a los 28 días no resulte inferior a los

70 kg/cm², según determinación en cubos elaborados y ensayados de acuerdo con especificaciones ASTM en condiciones análogas que para cilindros de concreto.

5.8 TOLERANCIAS

- A) TOLERANCIAS EN COLOCACION Y DIMENSIONES

- a) En posición del eje de columnas, 1.0 cm.
- b) En posición de trabes con respecto columnas, 0.5 cm.
- c) En dimensiones de la sección operante de los miembros, + 1.0 cm a - 0.3 cm.
- d) En colocación de refuerzo en losas, 0.2 cm verticalmente, 3.0 cm horizontalmente, pero respetando el número de varillas por metro.
- e) En colocación del refuerzo en los demás elementos, 0.5 cm.
- f) En longitudes de bastones, corte de varillas, traslapes y dimensiones de ganchos, - 1.0 cm.
- g) En localización del doblaje de columnas, 2.0 cm.
- h) El desplome de columnas o de refuerzo, 0.6 cm.
- i) En niveles de losas, 0.5 cm.

- j) En espesores de firmes, 0.5 cm.
- k) En dimensiones exteriores de tabique o bloque, 0.5 cm.
- l) En espesores de rellenos, 1.0 cm.
- m) En área transversal del acero de refuerzo, -3% .

- B) TOLERANCIAS EN RESISTENCIAS

Para el acero, el 80% de las muestras ensayadas de cada partida debe de resistir no menos que los esfuerzos especificados, y ninguna muestra debe fallar con menos de 90% de dichos esfuerzos. La misma especificación rige en cuanto a los límites de fluencia y elástico aparente.

El concreto se rige según el apartado 5.3.E de estas referencias.

- C) TOLERANCIA EN PESO VOLUMÉTRICO

Ninguna muestra diferirá en cuanto al peso volumétrico en $\pm 10\%$ respecto al especificado.

- D) INCUMPLIMIENTO DE LAS TOLERANCIAS

Cualquier elemento estructural o de albañilería que no cumpla con las especificaciones relativas será demolido y reconstruido por el contratista con las precauciones que fije la dirección de la obra. Se exceptuarán

los siguientes casos:

- a) Si con un resane o refuerzo adecuado se garantiza la estabilidad y buen comportamiento estructural del edificio a juicio de la dirección de la obra, sin que, también a su juicio, se afecte el aspecto arquitectónico y el funcionamiento.

- b) En el concreto con resistencia que esté escasa 10% ó menos y se satisfagan estrictamente las demás tolerancias, el contratista podrá curar la zona en cuestión durante 28 días adicionales y pedir en un laboratorio de resistencia de materiales, fijado de común acuerdo con la dirección de la obra, la extracción y ensayo de corazonces de concreto. Si las muestras ensayadas, a razón de tres por cada 20 m³ o fracción, pasan la tolerancia de resistencias, se aceptará el colado en cuestión. Si después de colar se presentan dudas en cuanto a cumplimiento de las tolerancias relativas a la colocación del refuerzo, la dirección de la obra pedirá al contratista que abra las ranuras pertinentes para la inspección del refuerzo.

CAPITULO 6

C I M E N T A C I O N6.1 INTRODUCCION

Una cimentación es aquella parte de una estructura que está en contacto con el suelo, transmitiendo sus cargas.

Las cimentaciones pueden dividirse en dos grupos: (Ref 15)

+ Cimentaciones superficiales

- Zapatas aisladas.
- Zapatas corridas
- Retícula de zapatas.
- Losas.
- Cajones superficiales.

+ Cimentaciones profundas

- Cajones profundos.
- Pilotes de fricción.
- Pilotes de punta.
- Cilindros.
- Cajones + pilotes (mixta).

La selección del tipo de cimentación obedece esencialmente a la capacidad de carga y a la deformabilidad del suelo, bajo las cargas impuestas. Interviene también, la geometría de la estructura y el valor de las cargas que bajan a la cimentación, (Ref 15).

Sin embargo, ciertas cimentaciones que pueden ser aceptables desde los aspectos anteriores, pueden también ser extremadamente difíciles ó impo

sibles de construir.

En este edificio una cimentación sobre pilas resultaba satisfactoria desde el punto de vista del diseño, pero representaba grandes problemas constructivos, por no existir en México el equipo necesario que pudiera hacer las perforaciones de las pilas, debido a la gran dureza del subsuelo.

El tipo de cimentación elegido fué el de losa maciza rigidizada por contratraves para la zona de la torre, y zapatas aisladas y corridas para la zona de edificios bajos.

En la Fig. 6.1 se aprecia la distribución de las contratraves dentro de la zona correspondiente a la losa de cimentación.

Por otra parte, en la Fig. 6.2 se representan las zapatas correspondiente a los edificios bajos. Estos, como ya se mencionó en el primer capítulo están formados por seis sótanos.

Previo a la ejecución de estos elementos estructurales se trazaron todos los ejes, verificandolos cuantas veces fué necesario, ya que de esto dependía en gran parte, el correcto desplante de toda la construcción.

Los trazos se realizaron con teodolito y cinta metálica. Las nivelaciones se efectuaron con nivel.

Una vez definidos con precisión los trazos, se procedió a realizar la cimentación, como se menciona a continuación.

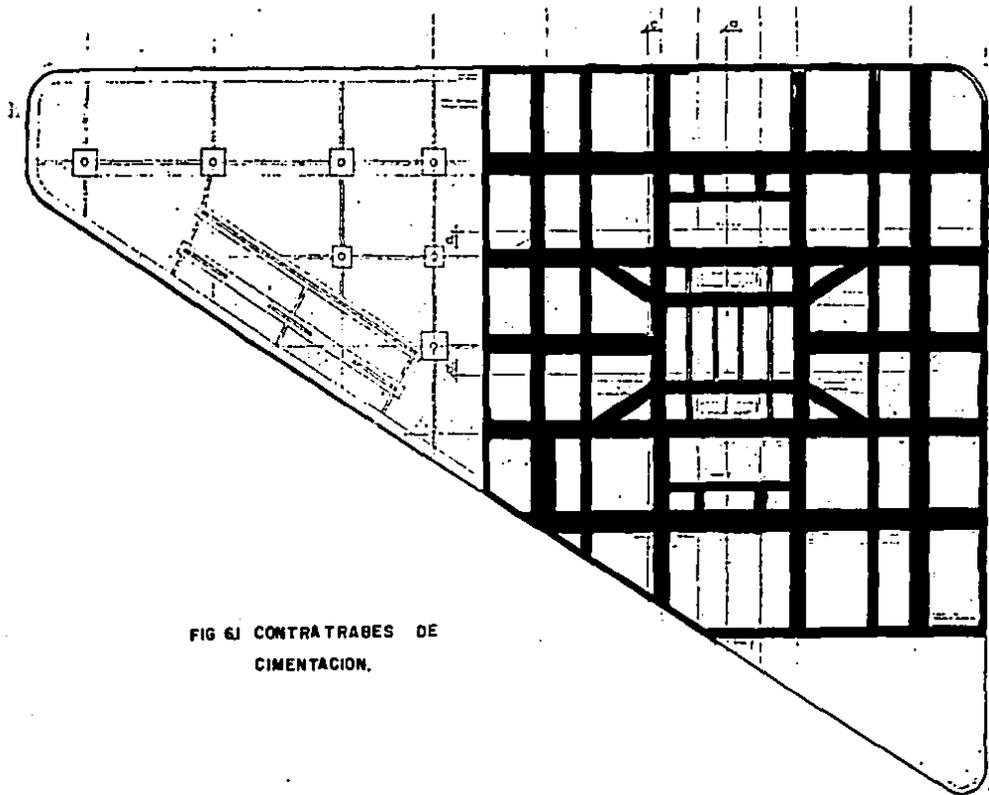


FIG 6J CONTRA TRABES DE
CIMENTACION.

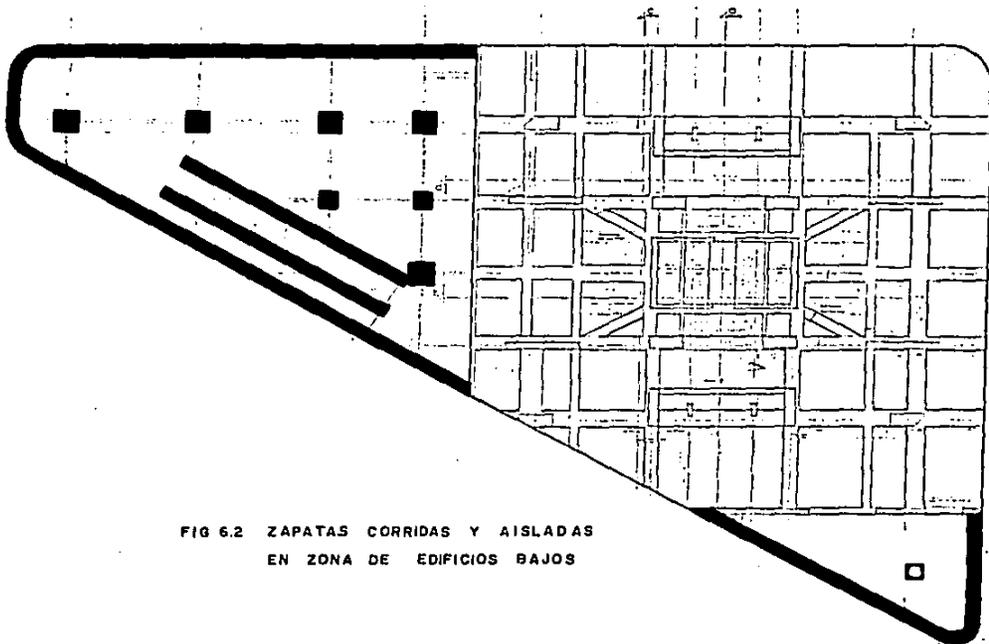


FIG 6.2 ZAPATAS CORRIDAS Y AISLADAS
EN ZONA DE EDIFICIOS BAJOS

6.2 CIMENTACION DE LA TORRE

El primer trabajo consistió en la realización de la plantilla. Esta, en cualquier construcción, proporciona una superficie limpia y rígida que sirve de apoyo a la cimentación.

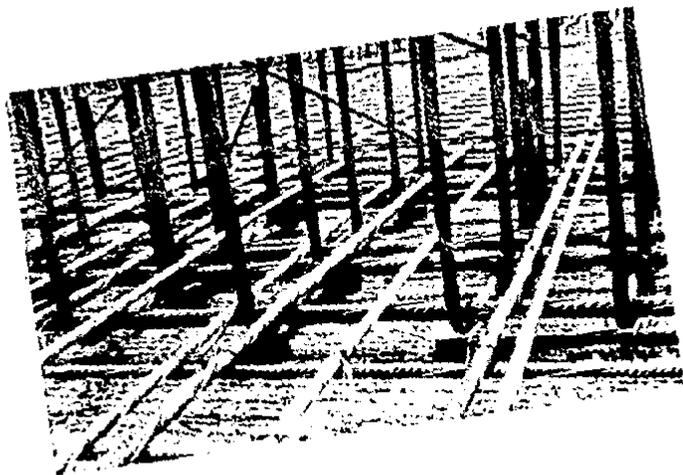
La plantilla impide que el concreto se mezcle con el suelo, evitando así, que éste absorba agua de la masa del concreto, lo que provocaría que la resistencia de este último material se afectara desfavorablemente.

En nuestro caso, tuvo la plantilla un espesor de 7 cms, con una resistencia de 150 kg/cm^2 , dandosele un acabado final por medio de reglado y apisonado.

Una vez terminada la plantilla, se procedió a colocar el acero. Debido a que las contratraves de cimentación tuvieron 6.85 metros de altura, y estaban armadas en su mayoría con varillas del N° 8 y del N° 12, el peso de estos elementos era sumamente grande lo que dificultó el calzado de los mismos sobre la plantilla. Este problema se solucionó, relleno de concreto poliducto de 3 pulgadas de \emptyset , que previamente había sido cortado en trozos con longitud igual a 5 cms, que era el recubrimiento especificado.

La camisa del poliducto evitaba que el concreto que se encontraba en su interior reventara. Ver Fig. 6.3 .

En la Fig. 6.4 se aprecia el armado de una de las contratraves. Se puede apreciar la gran magnitud de estos elementos al compararlos con los hombres que aparecen en ellas.



+ FIG 6.3 DETALLE DE CALZADO EN LOSA
DE CIMENTACION

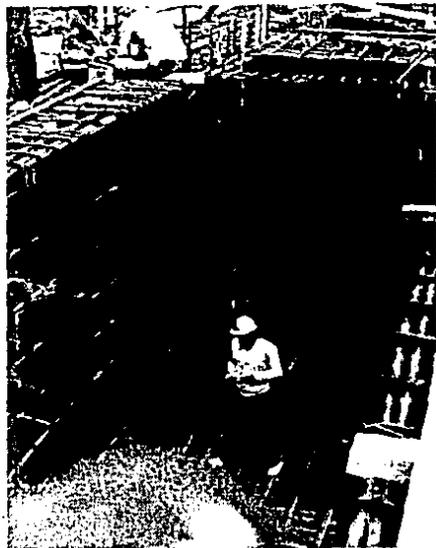
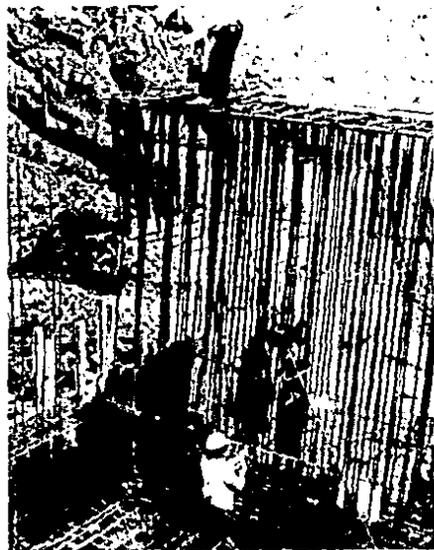


FIG 6.4 ARNADO EN CONTRATRABES

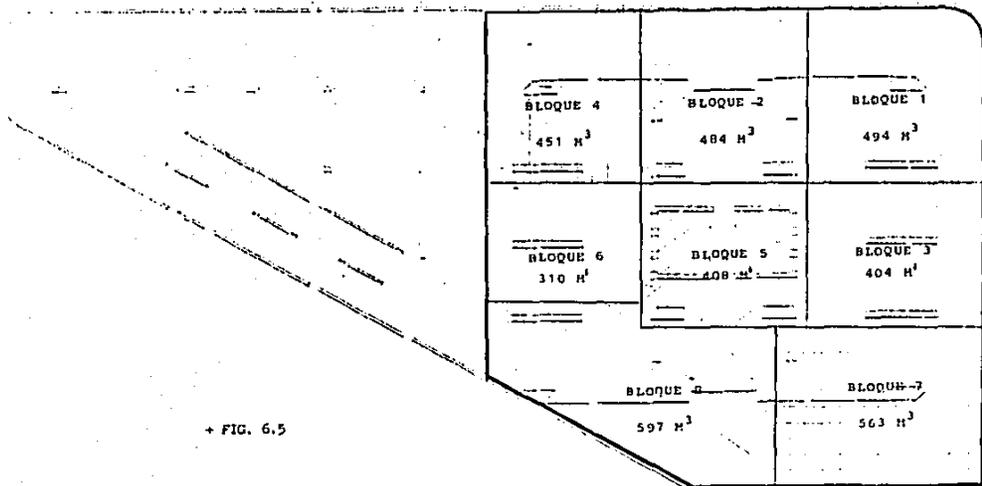
La cimbra utilizada fué a base de madera, la cual cumplió con todas las normas en cuanto: lubricación, limpieza, ochavamiento, impermeabilidad aberturas y descimbrado que fueron mencionadas en el capítulo cinco.

Antes de iniciar los colados se verificó que el refuerzo estuviera limpio y cepillado, libre de partículas sueltas y oxidación exagerada.

Se utilizó concreto premezclado con resistencia de 300 kg/cm^2 , revenimiento de 10 cms y, tamaño máximo de agregado de 30 mm. Los colados se efectuaron en la noche, lo que ocasionó un mejor flujo de las ollas al no existir el problema del tráfico. Los vertidos fueron continuos y mediante bombeo, teniendo algunas duraciones superiores a las 12 horas. Lo anterior fué debido a los grandes volúmenes manejados en los ocho bloques en que se dividió la losa. En la Fig 6.5 se aprecia la secuencia seguida en la ejecución, así como las cantidades de concreto vertidas. El tiempo transcurrido entre el primer bloque colado y el último fué de 30 días.

La altura de la losa fué de 1.50 metros, colándose el concreto en capas de unos 40 cms, vibrándose posteriormente. Al vibrar una nueva capa de concreto, se introducía el vibrador quince centímetros en la capa precedente, con el fin de lograr una buena unión entre las diferentes capas.

El curado de éste elemento se realizó por medio de rociado continuo de agua.



+ FIG. 6.5

Las contratraves empezaron a colarse una semana después de haber hecho lo mismo con el primer bloque de losa. Al igual que la losa de cimentación, en el turno matutino y vespertino se armaba y cimbraba, colándose en las noches. El tiempo tomado en estas actividades resultó de aproximadamente 50 días.

El curado de las contratraves se efectuó por medio de "curacreto", que es un compuesto líquido viscoso hecho a base de parafina, cuyo objeto es tapar los poros del concreto, evitando de este modo la pérdida de agua.

El curacreto se aplicó por medio de aspersores.

Una vez concluidos los elementos anteriores, se cimbró, armó y se coló una "losa tapa" de 15 cms de espesor. Parte de los huecos formados entre la losa, las contratraves y la losa de cimentación, se aprovecharon como depósitos de agua.

Las siguientes dos tablas resumen las cantidades de acero, cimbra y concreto utilizadas en la cimentación de la zona de la torre.

Número de varilla.	3	4	5	8	10	12
Losa maciza		2,869	13,730	105,072	83,998	
Contratraves	2,870	20,048	95,535	168,058	13,305	216,084
Losa tapa	12,274	73	164	3,931		

++ Cantidades de acero en kgs, por Nº de varilla ++

Elemento	CIMBRA (m ²)	ACERO (kg)	CONCRETO (m ³)
Losa cimentación	287.56	205,669	3,711
Contratraves	4,371.55	519,900	3,663
Losa tapa	1,600.00	16,442	616

++ Resumen general de cimbra, acero y concreto. ++

6.3 CIMENTACION DE EDIFICIOS BAJOS

Las dos zonas correspondiente a edificios bajos, (Fig.1.2), se cimentaron a base de zapatas aisladas y corridas, las cuales se representaron en la Fig.6.2 .

La excavación de las zapatas se realizó con herramientas manuales. El fondo de estas excavaciones alojó una fina plantilla; no utilizándose cimbra en estos elementos.

Las zapatas corridas tuvieron un ancho de 1.50 metros. Por su parte, las zapatas aisladas tuvieron secciones variables, que oscilaron de los 2.70 x 2.70 metros, hasta la mayor de 4.10 x 2.20 metros.

La cantidad total de concreto que se necesitaron en las zapatas fueron 199 m³.

El acero utilizado en kgs, por número de varilla, se muestra en la siguiente tabla.

Número de varilla	3	4	5	8	12	TOTAL
ZONA 2	9,536	1,713	6,104	8,014	429	25,796
ZONA 3	2,251	756	520	2,913		6,440

CAPITULO 7

SUPERESTRUCTURA7.1 CIMBRADO

Esta fase se caracteriza por el uso de las cimbras. Estos elementos retienen el concreto hasta que éste ha fraguado, produciendo la conformación deseada y, a veces también, los acabados de superficie deseados.

Las cimbras en las estructuras de concreto deben ser:

1) Resistentes y estables para soportar las cargas y los esfuerzos a los que serán sometidas. Estos esfuerzos no son solamente estáticos, sino que la técnica misma de los trabajos pone en juego, muy a menudo, esfuerzos dinámicos importantes.

Estos esfuerzos son los que resultan de la circulación del personal y los que se producen en el momento del vertido y del vibrado.

2) Herméticas, pues de lo contrario se escurrirá el mortero durante la vibración y ocasionará franjas de arena y cavidades indeseables.

3) De bajo costo y, a menudo, desmontables con facilidad para volver a usarlas con rapidez.

Las superficies tan importantes a cimbrar en esta construcción ocasionaron la necesidad de encontrar procedimientos que aumentasen notablemente los rendimientos convencionales, tanto de cimbrado como descimbrado. Las superficies que se necesitaron cimbrar fueron las siguientes:

- 106,300 m² en losas y trabes.
- 40,500 m² en columnas.
- 11,125 m² en muros.
- 1,000 m² en escaleras.

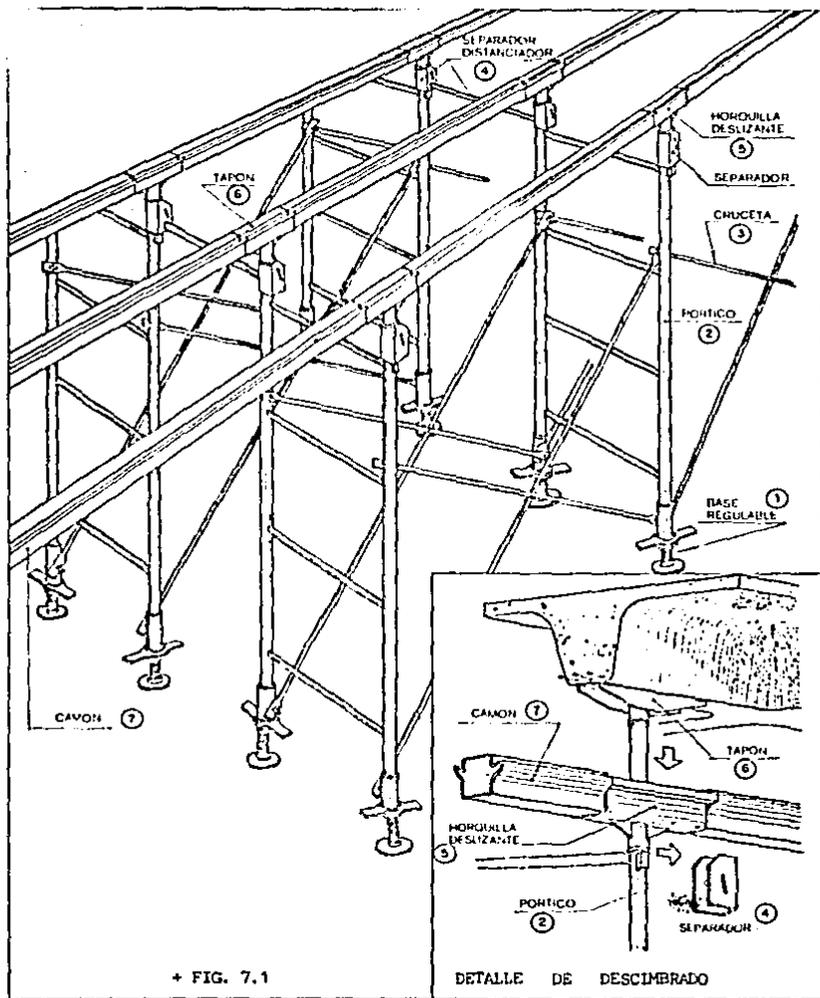
Excluyendo las escaleras, las denas cantidades son verdaderamente importantes. El uso de cimbra convencional de madera hubiera aumentado notablemente el costo y, retardado mucho la ejecución de la obra, no pudiendo cumplir con el programa de trabajo, el cual permitía solamente 14 meses para la terminación de esta actividad.

Los sistemas utilizados fueron a base de cimbras metálicas.

Estas cimbras representan un costo inicial elevado, pero esta inversión se justifica por la gran cantidad de usos que se le pueden dar. Además cuentan con las ventajas de ahorros de mano de obra y tiempo en los procesos de cimbrado y descimbrado.

Para los distintos elementos estructurales (losas, columnas y muros), se usaron diferentes sistemas.

En el cimbrado de las losas se utilizó uno consistente en una serie de marcos ó porticos, unidos mediante crucetas como se muestra en la Fig. 7.1. En su parte inferior tiene unas bases regulables que permiten una fácil nivelación de la superficie terminada. La parte superior, consta de un sistema formado por: tapón, horquilla deslizante, separador, camón ó vigueta y el marco. (Ver recuadro de la Fig. 7.1).



+ FIG. 7.1

DETALLE DE DESCIMBRADO

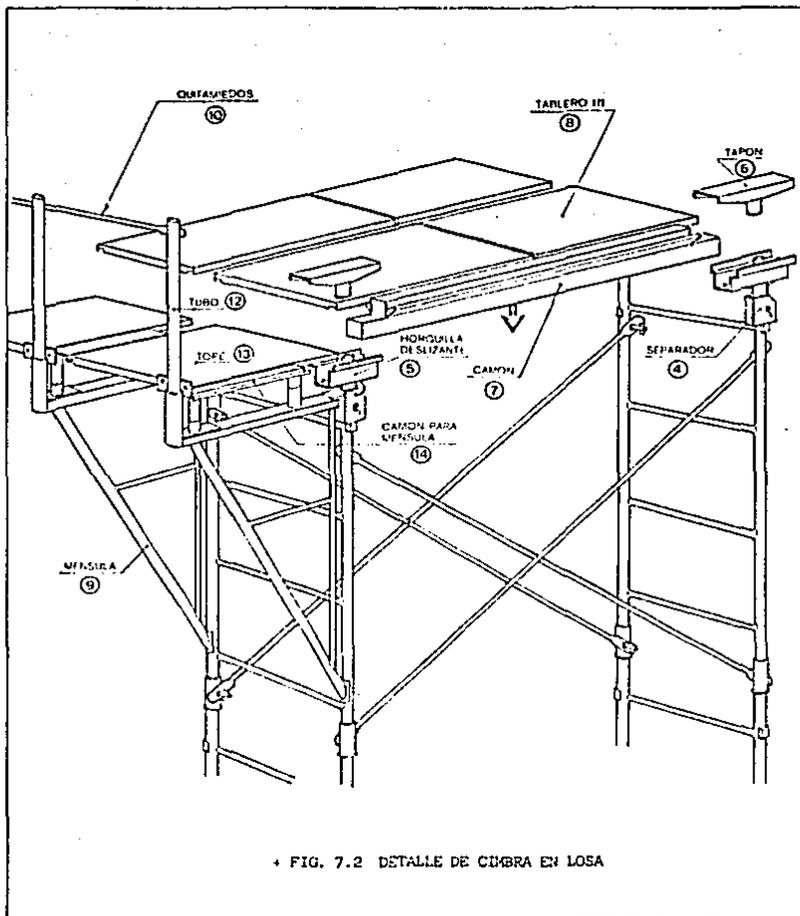
En la parte final del marco se coloca una horquilla, que queda a una distancia fija del lecho bajo de la losa por medio de un separador que se apoya en unas cejas con que cuenta el marco.

Este separador es una pieza que puede retirarse en cualquier momento, quitando el pasador que impide su salida. La horquilla tiene dos salientes en las que entran una vigueta o canón de cada lado, y sobre las que se apoyan las charolas en la ceja dejada para tal efecto. (Ver Fig 7.2).

El pórtico remata en su parte superior con un tapón que queda en contacto con la losa.

Lo verdaderamente importante de este sistema es que permite retirar la cimbra de contacto al día siguiente del colado, dejando las torres como puntales. El procedimiento consiste en quitar los separadores del lugar. Con ello baja la horquilla que sujeta las viguetas y los tableros ó charolas a su vez. Lo único que queda en su misma posición son los tapones y los marcos o pórticos; ver recuadro de la Fig. 7.1. Esto nos permite retirar toda la cimbra de contacto, manteniendo los marcos, los cuales quedan a manera de puntales hasta que la losa haya adquirido la resistencia de diseño.

Este sistema, además de obtener un gran rendimiento, superior a los 30 m² diarios por pareja, requiere de una menor cantidad de equipo al no tener que esperar a que el concreto adquiriera la resistencia necesaria para iniciar el proceso de descimbrado.



• FIG. 7.2 DETALLE DE CIMBRA EN LOSA

Para las trabes se usó también el mismo dispositivo sustituyendo los tableros superiores de las losas, por cimbra también metálica, como se aprecia en la Fig.7.3.

En las columnas y núcleos de servicio se utilizó cimbra metálica - por diversas razones. La principal fue la de aprovechar la simetría estructural del edificio, lo que provocaba secciones iguales de columnas en un mismo nivel.

Otra razón importante fue que las secciones se mantenían casi - constante en todos los niveles del edificio.

Debido a lo anterior, los moldes se pudieron usar durante toda la construcción dos veces por planta, lo que hizo un total de más de 80 puestas.

Periódicamente, los moldes recibían mantenimiento en el taller de la obra para una mayor duración.

El estudio y diseño de estas cimbras se realizó en un taller especializado en estos elementos. En este lugar se tomaron en cuenta tanto las secciones como las reducciones a que se deberían de someter los moldes, según avanzase la ejecución de la obra.

Las uniones de los diferentes paneles que conformaban cada cimbra, se realizaban por medio de pernos de fácil colocación. Para contrarrestar - empujes, pernos de acero pasaban a través de los paneles y del concreto. Los pernos se protegían con poliducto, lo que evitaba que el concreto se adheriera a estos, pudiéndose recuperar para usos posteriores.

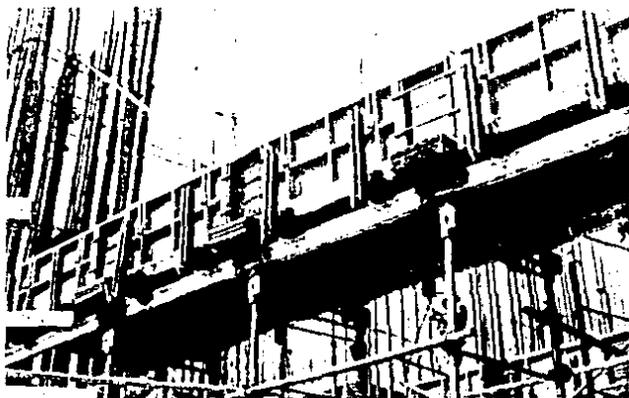
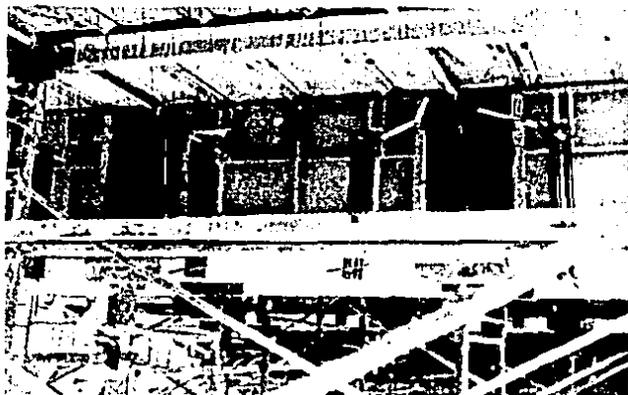
La instalación de los moldes era sumamente rápida. Las grúas torre tomaban los paneles y los acomodaban en el lugar donde eran requeridos. (Ver Fig. 7.4). Una vez depositados, dos o tres operadores los colocaban en su posición final como se muestra en la Fig. 7.5 .

El descimbrado fué también rápido y sencillo. Bastaba quitar los - pernos, para que posteriormente la grúa torre izara y trasladara los paneles a una nueva zona de cimbrado.

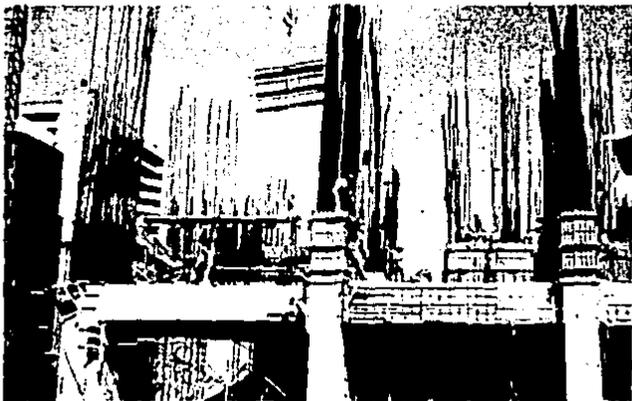
Por último, el sistema utilizado para los muros y las columnas de los edificios bajos, fué a base de marcos metálicos. Estos funcionan como - bastidor para una hoja de madera tratada especialmente para estar en contacto con el concreto. El número de usos que se le puede dar a esa cimbra - es superior a los 60.

Los marcos se suministran en diferentes tamaños, pudiéndose ensamblar entre ellos fácilmente lo que ocasiona el conseguir las superficies - requeridas combinando los diferentes tamaños.

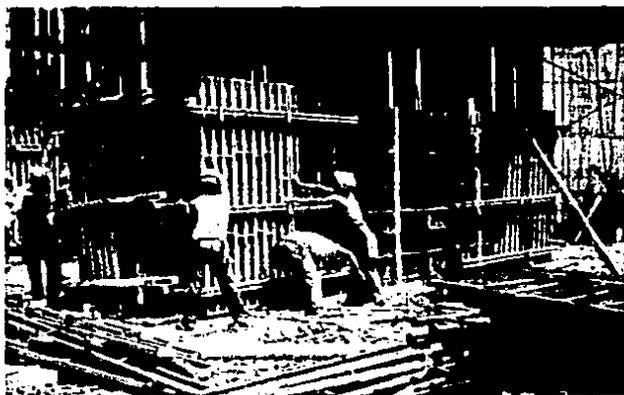
En la Fig. 7.6 se muestra el uso de esta cimbra en la ejecución de esta obra.



+ FIG 7.3 CIMBRA METALICA EN TRABES



+ FIG 7.4 GRUA TORRE TRANSPORTANDO . CIMBRA



+ FIG 7.5 CIMBRANDO COLUMNA



+ FIG 7.6 CIBRA EN MUROS

7.2 COLOCACION DE ACERO

Debido a la baja resistencia del concreto a la tensión, se ahoga - acero en él para resistir dicho esfuerzo. En el concreto reforzado, el acero también es utilizado para otros fines como: el recibir compresiones en columnas y trabes, permitiendo el uso de elementos mas pequeños y, el controlar deformaciones debidas a la temperatura, (Ref 14).

En el concreto reforzado el acero mas utilizado es la varilla corrugada. Las corrugaciones facilitan la adherencia con el concreto debido a las rugosidades y salientes de la varilla.

En esta construcción las cantidades totales de varilla corrugada, fueron las siguientes:

- Diámetros de 3/8" a 3/4"	2,483 Ton.
- Diámetro de 1"	1,360 Ton.
- Diámetros de 1 $\frac{1}{4}$ " a 1 $\frac{1}{2}$ "	3,184 Ton.
<u>TOTAL</u>	<u>7,027 Ton.</u>

El esfuerzo de fluencia varió según el diámetro de la varilla, de la forma como se menciona a continuación:

- $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ para en N° 2.5.
- $F_y = 6,000 \text{ kg/cm}^2$ del N° 3 al 12.

La colocación se dividió en habilitado y armado. En el habilitado

se usaron máquinas para el cortado, doblado de varilla, y para la elaboración de estribos. Lo anterior se realizó en un taller ubicado en la misma obra. El acero se acumulaba a un lado del taller y, separados por diámetros para una mayor eficacia. De aquí se transportaba al lugar definitivo de colocación por medio de las grúas torre. Estas izaban las varillas por medio de estrobos y eslingas que pendían de sus ganchos y enlazaban el acero.

Las eslingas son unos cables provistos en sus extremos de unos ojales, llamados gazas, en los cuales se puede colocar diversos accesorios apropiados a la utilización que se quiera dar.

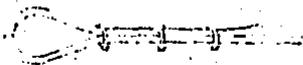
Por su parte, los estrobos son unos cables unidos por sus extremos, (como una pescadilla que se muerde la cola).

Estos elementos son fundamentales en el movimiento de cargas en general, pero si se emplean con despreocupación, pueden ocasionar accidentes debido a la ruptura de estos elementos o al desenganche de la carga.

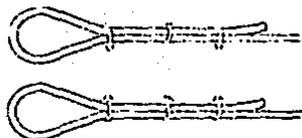
En general estos accidentes pueden estar ocasionados por: mala ejecución, mala utilización ó mala elección de la eslinga ó el estrobo.

La Fig 7.7 muestra algunas recomendaciones y advertencias para el buen uso de estos dos elementos.

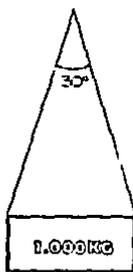
La cantidad de acero por planta fué disminuyendo notablemente según iba avanzando la construcción, (en la tabla 7.1 se muestra lo anterior - en las columnas C-1 y C-4, las cuales se detallan en las Figs. 7.8 y 7.9).



METODO CORRECTO



METODOS INCORRECTOS

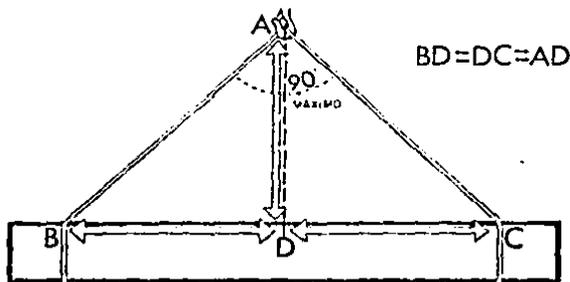


MANEJO DE MATERIALES
LA MISMA ESLINGA

ángulo 30° 1000 kg
ángulo 60° 850 kg
ángulo 90° 750 kg
ángulo 120° 500 kg.

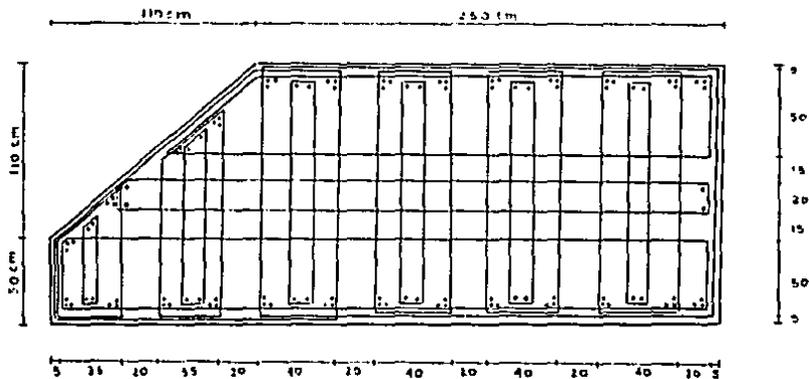


Relación entre el ángulo del estrobo y su capacidad de carga.

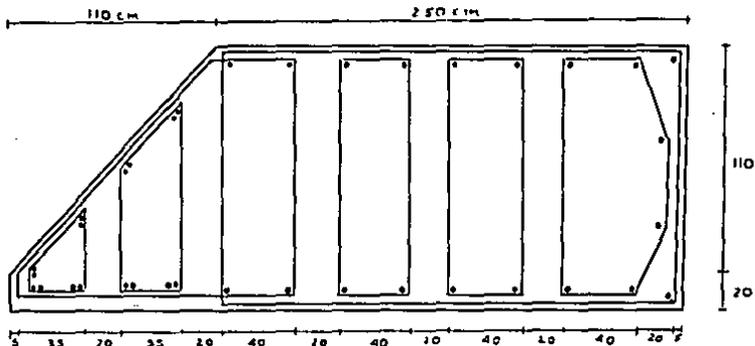


La carga debe ir bien centrada y el estrobo no debe trabajar con ángulos superiores a 90°.

- COLUMNA C-1 DEL NIVEL 1 AL 6



- COLUMNA C-1 DEL NIVEL 39 al 44



+ FIG 7.8

+ TABLA N° 7.1 +

<u>DEL NIVEL 1 AL NIVEL 6</u>			
Columna	Sección. (cm)	Rfzo vertical	Estribos
C-1	160 x 360	112 N° 12	10 E N°4 25 6 E N°3 25
C-4	110 x 750	216 N° 12	14 E N°5 30 12 E N°3 30
<u>DEL NIVEL 39 AL NIVEL 44</u>			
C-1	130 x 360	36 N° 12	7 E N°4 25
C-4	2 de 90 x 160 Muro de 15	26 N° 12 4 N° 4	6 E N°3 30 E N°3 30

Uno de los aspectos de mayor importancia en la ejecución de este edificio, fueron las uniones de las varillas. El acero con diámetro menor o igual a 1", fué traslapado de acuerdo a la tabla 7.2, en donde también se recoge las longitudes de anclaje. En la Fig 7.10 se puede observar a un — fierrero en la labor de traslape.

Las varillas mayores de 1" fueron soldadas. Se realizaron 35,195 - soldaduras verticales y 5,152 horizontales. En esta actividad se tuvo especial cuidado en seguir las especificaciones del apartado 5.6.

La Fig. 7.11 muestra la terminación de armado de una columna correspondiente al sótano 1.

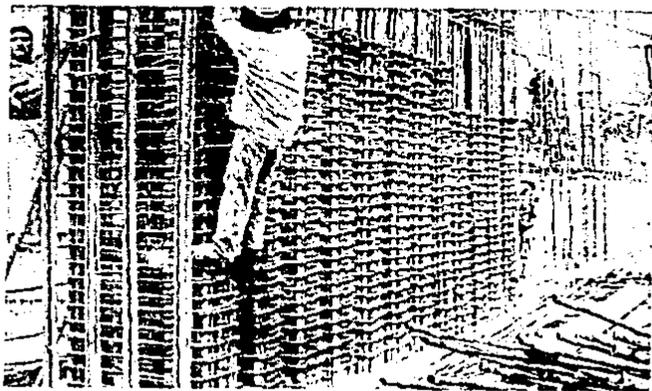
+ TABLA 7.2 +

TABLA DE EQUIVALENCIAS

Nº de varilla	Ø	Long. de anclaje.	Long. de traslape
2.5	5/16"	15 cm	30 cm
3	3/8"	20 cm	40 cm
4	1/2"	30 cm	50 cm
5	5/8"	40 cm	70 cm
6	3/4"	70 cm	90 cm
8	1"	100 cm	F'c=200 — 185 cm F'c=250 — 165 cm F'c=300 — 150 cm
12	1 1/2"	160 cm	220 cm



+ FIG 7.10 TRASLAPANDO ACERO



+ FIG 7.11 TERMINANDO DE ARMAR UNA
COLUMNA

7.3 COLADO

El colado resultó de suma importancia debido a los grandes volúmenes que se manejaron y la altura a la que se tuvo que elevar el concreto - a partir de cierto estado de avance de la obra.

En este edificio se resolvió el problema de la altura gracias a - las bombas especiales utilizadas, las cuales se mencionaron en el apartado 4.2.3. Pero además de las bombas es de vital importancia contar con otra - opción que nos permita elevar el concreto a las zonas requeridas. Esto se logra con la ayuda de las grúas con bachas. (Ver Fig. 7.12).

En los colados con bomba debe existir una perfecta comunicación - entre el operador de las mismas y la cuadrilla que se ocupa de la colocación final del concreto. Lo anterior se logró mediante radiotransmisores, y en otras ocasiones por medio de señales. Estas eran a base de colores que cambiaban al accionar un mando electrónico. Las señales se recibían en una bombillas instaladas en las bombas. La señal roja le indicaba al operador de la bomba que debía de parar la máquina. Cuando la bombilla verde estaba prendida significaba que se podía seguir bombeando.

Antes del inicio del colado se debe bombear un mortero ó una lechada a través de la línea a fin de proporcionar, mas tarde, lubricación al concreto; si embargo, el mortero no se debe usar en el colado, excepto cuando se llegue a necesitar para el asentamiento en las juntas de construcción.

También es necesario el uso de aditivos superfluidizantes, los cua

les proporcionan lubricación adicional, reduciendo la segregación y el sangrado.

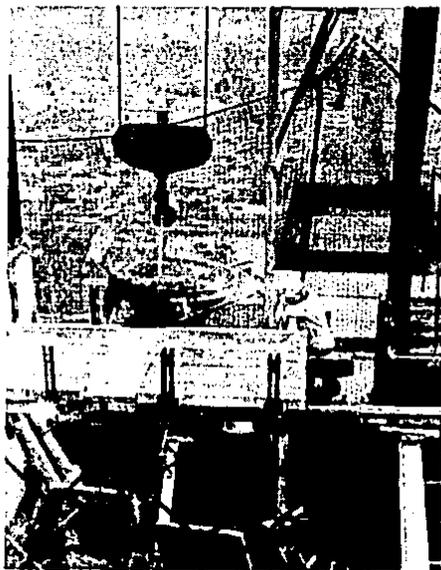
A pesar de la lubricación, con relativa frecuencia, suceden taponamientos en algunas secciones de la tubería, como consecuencia de la pérdida de lechada en la unión de cada tramo y el rozamiento, que reseca la mezcla.

Cuando ocurre lo anterior, hay que localizar el tramo donde se produjo el tapón y limpiarlo, operación que puede llevar mucho tiempo.

Es por ello que es imprescindible contar con un sistema de apoyo sobre todo cuando existen elementos estructurales cuyo proceso de colado no puede interrumpirse. En nuestro caso, como ya se mencionó anteriormente, se contó con grúas equipadas con bachas.

Este último procedimiento no se emplea siempre, debido a que es mucho más lento dado el poco volumen que maneja por ciclo, y las grandes distancias que generalmente existe entre la olla revolvedora y el sitio del colado. Estas distancias en la última etapa de la construcción fueron superiores a los 130 metros.

Todo el concreto vertido en las cimbras, fué vibrado. Se utilizaron vibradores de 12,000 revoluciones por minuto, con rendimientos variables según el diámetro del cabezal. (A mayor diámetro mayor rendimiento). En las losas y columnas se utilizaron cabezales de 56 mm, los cuales no entraban en las trabes. Para estos últimos elementos se usaron cabezales de 36 mm. Los rendimientos respectivos fueron de $25 \text{ m}^3/\text{h}$ y $15 \text{ m}^3/\text{h}$.



+ FIG 7.12 COLANDO CON BACHA

Bajo la acción de los vibradores, la masa de concreto es sometida a un estado de gran movilidad y fluidez. Los granos de los áridos vibran y disminuyen su rozamiento interno y, por efecto de la fuerza de gravedad, -tienden a reasentarse y acomodarse a una mas íntima disposición, en la que desaparecen totalmente o se reducen al máximo los huecos intersticiales. Con ello se logra una mayor densidad del concreto. Pero al mismo tiempo, éste rodea el armado y puede también penetrar y rellenar incluso partes angostas y de difícil alcance de una cimbra, (Ref 10).

Un aspecto muy importante en los colados es el control de calidad, ya que un problema de resistencia nos traerá repercusiones estructurales -siendo motivo de retrasos.

El control seguido fué el mencionado en el apartado 5.3.7. En la Fig. 7.13 se muestra uno de los informes de la resistencia del concreto a la compresión; los resultados se obtuvieron de cilindros de prueba tomados de las ollas revolvedoras. Dicho reporte pertenece al nivel 41.

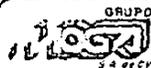
Las resistencias del concreto, al igual que los revenimientos fueron variando según iba avanzando la construcción, y según el elemento estructural a colar. Las columnas en un principio tuvieron una resistencia de 350 kg/cm^2 , finalizando la estructura con 250 kg/cm^2 .

Las losas variaron entre los 300 y los 200 kg/cm^2 . Los revenimientos oscilaron entre los 10, de la cimentación, y los 20 cms de los últimos -colados. Este último revenimiento era necesario para que pudiera ser bombeado, sin dificultad, el concreto grandes alturas.

El curado de las losas fué mediante rociado continuo de agua. El agua se tomaba de una celda de la cimentación, siendo bombeada hasta el lugar requerido. Los demás elementos estructurales se curaron mediante rociado de "curacreto". Este era colocado por medio de aspersores.

La siguiente tabla muestra, los volúmenes totales vertidos en todo el edificio, incluida la cimentación.

- Cimentación	8,189 M ³
- Losas	19,600 M ³
- Muros y núcleos de elevadores	2,600 M ³
- Columnas	12,830 M ³
- Escaleras	225 M ³
- Varios	610 M ³
<u>TOTAL</u>	44,054 M ³



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO

OBRA: TORRE LEONARDO LITAVICHES, S.P.A.
 UBICACION: LAS PALMIRAS
 CONSTRUCTORA O PROPIETARIO: MOUSA
 DIRECCION: _____

REPORTE NO: _____ CLAVE OBRA: _____
 FECHA DE MUESTREO: 12 DE ENERO DE 1985
 OBSERVACIONES: _____

SERVICIO C.A.	TIP. MSA	REV. CM	C.I.A. PREMIO- CLASIFICACION	NOVA		DULCE	REVISION	REV. CM	NO MUESTRA	RESISTENCIA A COMPRESION				ELEMENTOS		COLADOS		
				SP	DD					A	B	ESPECIFICACION	CONCEPTO	CON	MOSE	ESPE		
250	II	20	20	METANO LITAVICHES	0:50	71	44	499	20	FE-3090	102	108	245	290	L O S A	I-42	L A - C	B-W-E
					0:45	28	46	501	21.5	3872-IE								
					0:13	72	46	503	20	3873-IE								
					0:40	8	46	505	21	3874-IE								
					1:00	28	46	506	20	FE-3097	167	174	277	253	"	"	"	"
					11:17	72	46	507	20	3875-IE								
					11:52	71	46	509	19	3876-IE								
					12:13	8	46	510	20	3877-IE								
					12:27	72	46	511	19	FE-3098	104	151	250	201	"	"	"	"
					12:48	28	46	512	20	3878-IE								
					13:14	25	46	513	19	3879-IE								
					14:35	71	46	514	20	3880-IE								
					15:45	72	46	515	20	3881-IE								
					16:03	23	46	517	20	FE-3100	140	244	255	258	"	"	"	"
					16:20	72	46	519	14	3882-IE								
					16:31	25	46	527	20	3883-IE								

GRUPO MOGA 548 (434,550213)

MIEMBRO DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS
 INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION A. C.
 ANALISEC

COMENTARIOS _____

+ FIG. 7.13

CAPITULO 8

SEGURIDAD

Debido a la importante pérdida de vidas y bienes y, a la poca atención que normalmente se le presta a la seguridad en la mayoría de las obras es que consideré importante el detallar este tema, dentro de la construcción de este edificio.

8.1 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

El trabajo de la industria de la construcción es uno de los más arriegados, siendo la causa fundamental de estos, un fallo en la ejecución del trabajo.

Los orígenes de este fallo pueden ser de tipo sociológico, psicológico, fisiológico ó técnico, (Ref 16).

La variedad y complejidad de estos fallos nos hablan de la dificultad de erradicar los accidentes, dada la diversidad e iteracción de sus causas, siendo estas las siguientes:

- 1) El cambio continuo de los centros de trabajo (obras). Los plazos de permanencia de éstos centros son cada vez más reducidos, debido a que los plazos de ejecución, son cada vez más cortos.
Es mucho más difícil planificar la seguridad en una obra que tiene un período de vida breve, que en una fábrica con emplazamiento fijo durante muchos años y con una actividad poco cambiante.

- 2) Trabajo muy variado. En un reducido plazo, el de ejecución de la obra, se han de hacer trabajos variadísimos, que van desde excavar una cimentación, hasta impermeabilizar una azotea, pasando por la habilitación y colocación de acero y cimbra, vertido del concreto, trabajos de electricidad, soldadura, etc.
- 3) Continua rotación de la mano de obra. Muchos hombres, sólo usan la industria de la construcción como etapa de tránsito en su vida laboral ó trabajo-puente entre su procedencia, en general de la agricultura.
Conciencia de inestabilidad laboral, que padecen sabiendo que su trabajo termina al término de la obra.
- 4) El medio-ambiente donde se desarrolla el trabajo, casi siempre al aire libre y expuesto por lo tanto a las inclemencias del tiempo.
- 5) La continua evolución de los medios de trabajo, con empleos de equipos y herramientas cada vez más variados; existiendo como contrapartida la baja calificación técnica, que en general tienen los trabajadores de la construcción, y que no deja de ser motivo creciente de peligrosidad al manejar los citados medios mecánicos.
- 6) Las dificultades de capitalización que afecta a muchas empresas constructoras, ésto en cierto modo obstaculiza la necesaria financiación de medios de seguridad que las empresas generalmente tienen que cubrir a sus expensas.

Debido a las causas anteriores, es imprescindible tomar el mayor número de medidas de seguridad posibles, pero éstas, no son de gran ayuda sin la cooperación del trabajador.

La cooperación sólo se consigue motivando a los hombres. Podría parecer a primera vista que no hay necesidad de motivar a los hombres, para que no se corten las manos, machaquen los pies, hieran sus ojos, etc, pero sin embargo así es.

La tarea de convencer a los trabajadores de que deben evitar el accidente fué sin lugar a dudas uno de los trabajos mas difíciles del mando. Algunos hombres, por ejemplo, piensan que llevar una ropa de trabajo ó utilizar un equipo de seguridad es un signo de cursilería, poca virilidad ó afeminamiento.

El convencimiento, en este caso, se logró diciendo a los trabajadores porqué funcionan los equipos de seguridad y porqué se necesitan, inculcándoles la idea de que la seguridad es una parte integrante del trabajo y que éste no se hace bien, si no se hace en condiciones seguras.

Durante el período que duró la realización de esta obra, al trabajador se le dieron: protecciones personales, protecciones colectivas, curso de primeros auxilios, llevándose una estadística de accidentes con el fin de que la información obtenida, sirviera para abatir el número de accidentes en etapas posteriores de construcción.

8.2 PROTECCIONES PERSONALES

Estas consistieron de:

- + Uso obligatorio del casco dentro del recinto de la obra.
- + Uso del equipo necesario bajo condiciones de trabajo que así lo requiriesen. Dentro de este equipo se destacaron:
 - Guantes.
 - Gafas.
 - Casco anti-ruido.
 - Impermeables.
 - Botas.
 - Mascarillas.
 - Cinturón de seguridad.

Es este último equipo de protección —el cinturón de seguridad—, cuya eficacia se demuestra más concretamente, debido a que una caída, incluso no superior a un metro, existe un gran riesgo de fractura de columna vertebral, cuando la caída es hacia atrás, (Ref 16).

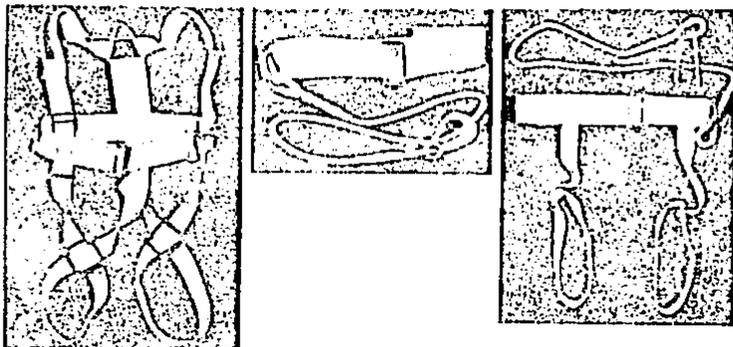
El cinturón de seguridad puede estar compuesto por los siguientes elementos: (Ref 16); ver Fig. 8.1 .

- Una banda o correa (horizontal).
- Un arnés para el tronco (tirantes que pasan por los hombros).
- Un arnés de asiento (correa unida a los tirantes que permite descansar en ella, la región glútea).

- Un arnés para los muslos (correas unidas a los tirantes que rodean los muslos en su zona de unión con el tronco).

La cuerda de retención tiene en su extremo un mosquetón de anclaje cuya longitud no debe sobrepasar el metro y medio.

Durante toda la obra, el Comité de Seguridad e Higiene, realizó una lucha tenaz para su total utilización. En la siguiente figura podemos ver diferentes tipos de cinturones de seguridad.



+ FIG. 8.1

8.3 PROTECCIONES COLECTIVAS

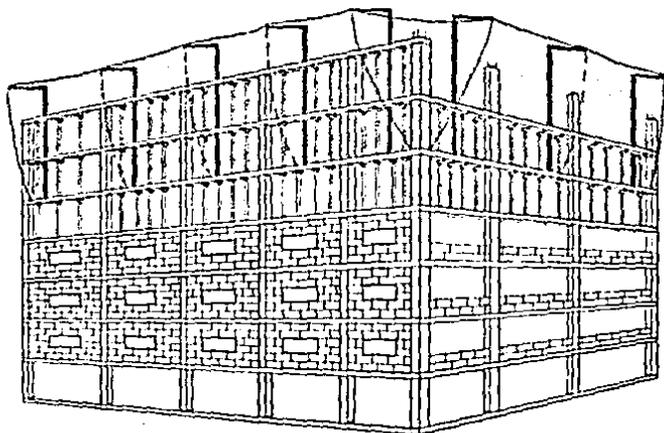
Estas consistieron de: red y tapial de madera perimetrales al edificio, redes horizontales en huecos de elevadores y escaleras, barandales, escaleras metálicas, protección de huecos, limpieza de obra, iluminación, andamios colgantes, instalación eléctrica adecuada, verificaciones y medidas generales, y señalización.

Para evitar que los trabajadores cayesen al vacío, y que las personas y vehículos que circundaban el edificio sufrieran daños, se implantó un dispositivo de seguridad consistente en dos sistemas perimetrales a la torre, uno a base de ménsulas y redes, y otro consistente en un tapial de madera.

El primer sistema, -ménsulas y redes-, tenía como finalidad el evitar la caída de objetos grandes al vacío, así como el de retener a los hombres que por cualquier causa se hubieran resbalado y no llevaban puesto el cinturón de seguridad obligatorio.

Este sistema tiene la gran ventaja de que permite el trabajo simultáneo en dos plantas, izándose cada vez que se labora en una nueva planta superior. (Ver Fig. 8.2).

Por debajo de este equipo se instaló un tapial perimetral y homogéneo de madera, que volaba dos metros de la torre, con la misión de retener todos los objetos, que habían librado la red. (Ver Fig. 8.3).



+ FIG. 8.2



+ FIG 8.3 TAPIAL PERIMETRAL



El tapial de madera era elevado cada cinco o seis niveles, para una mejor efectividad.

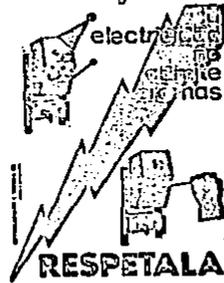
Los huecos de elevadores y escaleras se protegieron mediante redes horizontales, las cuales se izaban cada nivel.

La señalización se realizó mediante carteles y señales de obra. Parte de la señalización anterior se muestra en las Figs. 8.4 a 8.7 .

CARTELES DE OBRA

SERVICIO DE SEGURIDAD

**MANTEN
LIMPIA
LA OBRA
USA LOS
RECIPIENTES
DE BASURA**



ORDEN Y LIMPIEZA



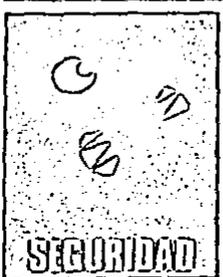
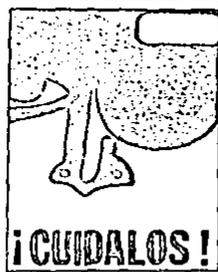
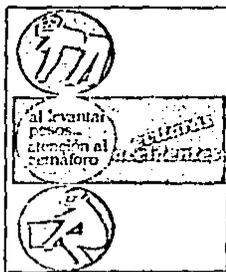
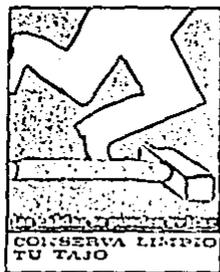
EVITAN ACCIDENTES



**UNA
OBRA
MAS
LIMPIA
ES
UNA
OBRA
MAS
SEGURA**

CARTELES DE OBRA

SERVICIO DE SEGURIDAD



+ FIG. 8.5

CARTELES DE OBRA

SERVICIO DE SEGURIDAD



+ FIG. 8.5

SEÑALES DE OBRA
SERVICIO DE SEGURIDAD



• FIG. 8.6

SEÑALES DE OBRA

SERVICIO DE SEGURIDAD



+ FIG. 8.7

8.4 VERIFICACIONES GENERALES PARA EVITAR ACCIDENTES

Además de las protecciones anteriormente mencionadas, es imprescindible el seguir ciertas normas para una mayor seguridad.

A continuación se mencionan las verificaciones mas importantes - que se siguieron, y que se deberían de tomar en cualquier edificación de - concreto. (Ref 17).

- 1) Orden, limpieza e higiene.

- a) Limpieza general de áreas de trabajo.
- b) Desecho regular de basura y desperdicios.
- c) Pasillos y andadores libres de obstáculos.
- d) Iluminación adecuada.
- e) Eliminación de partes salientes de clavos.
- f) Limpieza de manchas de grasa y aceite.
- g) Existencia y uso de depósitos de desperdicios.
- h) Sanitarios adecuados y limpios.
- i) Agua potable aprobada.
- j) Abastecimiento de agua adecuado.
- k) Recipientes para beber agua.

- 2) Primeros Auxilios.

- a) Puestos de primeros auxilios.
- b) Material de primeros auxilios.
- c) Adiestramiento de primeros auxilios en el trabajo.

- d) Número telefónico y dirección de médicos cercanos.
 - e) Número telefónico y dirección de los servicios médicos más cercanos.
 - f) Pronto reporte de accidentes a las personas apropiadas.
- 3) Prevención de incendios.
- a) Instrucciones al personal en caso de incendio.
 - b) Extinguidores identificados, revisados y situados en áreas con suficiente iluminación.
 - c) Indicar en lugares apropiados el número telefónico del Departamento de Protección contra incendios.
 - d) Accesos a equipos contra incendios despejados.
 - e) Buenas condiciones de orden y limpieza.
 - f) Letreros de " NO FUMAR ", colocados en donde se requieran.
- 4) Instalaciones eléctricas.
- a) Alambrado adecuado y bien aislado.
 - b) Existencia de fusibles adecuados.
 - c) Detección de riesgos de incendio.
 - d) Existencia de letreros que indiquen los lugares o áreas en donde puede haber peligros eléctricos.
 - e) Existencia de extinguidores de incendios adecuados.
- 5) Herramientas manuales.
- a) Uso de herramientas adecuadas para cada trabajo.
 - b) Almacenamiento ordenado y, acarreo seguro.

- c) Inspección y mantenimiento.
- d) Herramientas en mal estado prontamente reparadas o reemplazadas.

- 6) Herramientas Energizadas.

- a) Buenas condiciones de orden limpieza en donde se usen.
- b) Herramientas y cordones eléctricos en buen estado.
- c) Conexión a tierra adecuada y en buen estado.
- d) Uso del procedimiento adecuado.
- e) Todas las guardas mecánicas en uso.
- f) Herramientas almacenadas ordenadamente, cuando no esten en uso.
- g) Uso de las herramientas adecuadas para cada trabajo.
- h) Conductores eléctricos instalados adecuadamente.
- i) Suficientes personas para el manejo del material.

- 7) Escaleras de mano

- a) Todas inspeccionadas y en buen estado.
- b) Ninguna con empalmes o uniones.
- c) Aseguradas adecuadamente, tanto en el extremo superior como en el inferior.
- d) En las escaleras de mano fija, los pasamanos laterales sobrepasarán la superficie superior.
- e) Escaleras de extensión construidas de materiales sólidos.
- f) Altura entre peldaños no mayor de 30.5 cms.
- g) Escaleras de tijera totalmente abiertas cuando estén en uso.

h) Almacenamiento y mantenimiento adecuados.

- 8) Andamios.

a) Construidos o ensamblados bajo supervisión adecuada.

b) Todos los elementos estructurales adecuados para su uso.

c) Todas las conexiones adecuadas.

d) Estructura acoplada seguramente.

e) Escaleras y áreas de trabajo libres de desechos, grasa y aceite.

f) Superficie de trabajo apropiada.

g) Protección a transeúntes contra caída de objetos.

h) Soportes rectos y provistos de abrazaderas transversales adecuadas.

i) Barandales y ángulos inferiores de protección.

j) Equipo de levantamiento de plataforma y/o materiales en buenas condiciones de trabajo.

k) Cuerdas y cables en buenas condiciones.

l) Inspección frecuente.

- 9) Elevadores y Grúas.

a) Inspección de cables y poleas.

b) Verificación del estado de cabestillos, cadenas, ganchos y argollas.

c) Equipo firmemente apoyado.

d) Uso de arriostramientos en caso necesario.

e) Las líneas de fuerza hay que: desactivarlas, quitarlas o ponerlas a distancia segura.

f) Carga apropiada para la capacidad, a un ángulo de elevación de—
terminado.

g) Todo el equipo mantenido y lubricado adecuadamente.

h) Ayudantes de grúa, cuándo y donde se requieran.

j) Al término de la jornada, la grúa debe dejarse en "veleta".

-10) Manejo y Almacenamiento de Materiales.

a) Area de almacenaje limpia, pasillos despejados.

b) Materiales apilados en orden.

c) Pilas sobre bases firmes, no muy altas.

d) Número de personas adecuado para cada operación.

e) Cargas levantadas ordenadamente y en forma correcta.

f) Materiales protegidos del calor y de la humedad.

g) Protección continua contra caídas en tolvas.

h) Observancia de las reglas de protección contra polvos.

i) Extintidores y otras protecciones contra incendios.

j) Control de rutas y tráfico.

-11) Excavaciones y Apuntalamientos.

a) Apuntalamiento de estructuras adyacentes.

b) Apuntalamiento necesario para el tipo de suelo y para la profun-
didad.

c) Los materiales no estarán muy cerca del borde de las excavacio-
nes.

d) Iluminación nocturna.

e) Control de aguas.

f) Equipo a distancia segura de los bordes.

g) Rampas adecuadas para movimiento de equipos y con pendientes no muy grandes.

h) Inspección frecuente.

-12) Demolición.

a) Operación planeada de antemano.

b) Apuntalamiento de estructuras adyacentes.

c) Tolvas de descarga de materiales.

d) Protección para aceras y otros lugares donde pueda haber personas o equipo.

e) Espacios de operación para camiones y otros vehículos, despejados.

f) Escaleras de acceso adecuadas.

g) Inspección frecuente.

-13) Soldando y Cortando.

a) Operadores calificados.

b) Mallas y escudos protectores.

c) Uso de goggles, guantes y ropa adecuada.

d) Equipo en condiciones de operación.

e) Equipo eléctrico conectado a tierra.

f) Cables de potencia debidamente protegidos y en buen estado.

g) Tipo apropiado de extinguidores a la mano.

h) Inspección de riesgos de incendio.

i) Protección de materiales inflamables.

j) Cilindros de gas encadenados verticalmente.

k) Línea de gas protegidas y en buen estado.

-14) Construcciones de Concreto.

a) Cimbra instaladas y reforzadas de manera adecuada.

b) Cimbras apuntaladas, a plomo y con refuerzos transversales apropiados.

c) Permanencia del apuntalamiento de las mismas, hasta la consolidación del concreto.

d) Período y procedimiento de curado apropiados.

e) Equipo de mezclado y de transporte con rutas planeadas.

f) Rampas adecuadas.

g) Protección contra polvos.

h) Uso de las protecciones personales.

i) Eliminación de clavos y desechos de cimbra.

j) Cumplimiento de todas las normas anteriormente expuestas.

8.5 CURSO DE PRIMEROS AUXILIOS

Los primeros auxilios son las medidas provisionales que deben aplicarse a los accidentados antes de que puedan someterse a tratamiento médico.

Ante la presencia de un herido debemos actuar tal y como desearíamos que actuasen con nosotros en esa situación, guardando calma y teniendo serenidad. Los pasos a seguir cuando se socorre a una persona son los siguientes:

- 1) Separar a la víctima del peligro, con cuidado.
- 2) Llamar al médico, practicante o socorrista.
- 3) Despejar el lugar, manteniendo solamente a aquellas personas que nos sean útiles.
- 4) Calmar al accidentado, reconfortarlo.
- 5) Abrigarlo con lo que sea; no debe enfriarse.
- 6) No se le dará de beber. Nunca se le proporcionará alcohol.
- 7) Mientras llega la ayuda especializada, debemos comenzar con los primeros auxilios.

Debido a la importancia y trascendencia que éste último paso tiene, es que debe enseñarse al trabajador como realizarlos. En esta obra, y por este motivo, se impartió al inicio de la misma, un curso sobre primeros auxilios, contando con la asistencia de todo el personal. Los temas expuestos fueron los siguientes:

- 1) GENERALIDADES
 - a) Definición.
 - b) Beneficios de los primeros auxilios.
 - c) Qué hacer.
 - d) Cómo hacerlo.

- 2) HERIDAS
 - a) Definición.
 - b) Clasificación.
 - c) Tratamiento.

- 3) VENDAJES
 - a) Tipos de vendas
 - b) Uso de la venda.
 - c) Vendas triángulas.

- 4) HEMORRAGIAS
 - a) Clasificación
 - b) Control
 - 1.- Puntos de control
 - 2.- Torniquete.
 - 3.- Ejemplos

- 5) SHOCK
 - a) Definición.
 - b) Mecanismo del shock.
 - c) Circulación de la sangre.
 - d) Clasificación.

- e) Causas.
 - f) Síntomas.
 - g) Prevención.
 - h) Control.
- 6) ENVENENAMIENTO.
- a) Clasificación.
 - b) Atenciones.
 - 1.- Ingestión.
 - 2.- Inhalación.
 - 3.- Inyección.
 - 4.- Contacto.
- 7) QUEMADURAS
- a) Clasificación por daños a los tejidos.
 - b) Atención de quemaduras por:
 - Temperatura.
 - Químicas.
 - Radiación.
 - Eléctricas.
- 8) FRACTURAS
- a) Clasificación: - simples.
 - compuestas.
 - b) Síntomas.
 - c) Atención de fracturas y ejemplos.
- 9) RESPIRACION ARTIFICIAL.
- a) Definición.

- b) Casos en que se requiere
- c) Recomendaciones generales.
- d) Métodos: - De boca a boca.
- Presión en la espalda y tracción en los brazos.
- e) Ejemplos.

-10) MASAJE AL CORAZON A PECHO CERRADO.

- a) Definición.
- b) Casos en que se requiere.
- c) Mecanismo.
- d) Método.

-11) TRANSPORTACION

- a) Necesidad de una buena transportación.
- b) Recomendaciones generales.
- c) Uso de la camilla.

Al mismo tiempo en que se impartieron los temas anteriores, se — proyectaron películas como material de apoyo en los apartados de: Shock, fracturas, respiración artificial y masaje al corazón así como teoría y práctica sobre: aplicación de primeros auxilios, aplicación de respiración artificial y, vendajes y entablillados.

Este curso se impartió en cinco exposiciones, con una duración de 20 horas. Al final del mismo, se realizó un examen al personal que la compañía constructora determinó.

8.6 ESTADÍSTICA

La estadística de accidentes nos dá una información importantísima, la cual tiene una doble utilidad. Por un lado, facilitar la labor preventiva al poder conocer las causas, riesgos, etc..., más característicos en la misma; igualmente es posible comparar los riesgos detectados, por las inspecciones de seguridad, y los siniestros ocurridos, con lo que es posible evaluar, de manera aproximada, la actuación en materia de prevención. Por otro lado, la publicación de los datos elaborados cumplen, de cara al trabajador, una función mentalizadora y divulgadora, al señalar cuales son las causas, agentes, riesgos, lesiones, etc... con mayor incidencia.

Por esta razón conviene presentar las estadísticas de una manera sencilla, que facilite su comprensión y permita comparaciones inmediatas, siendo el uso de gráficas una solución inmejorable.

Durante esta construcción se elaboraron gráficas para representar los totales de los accidentes registrados cada seis meses, presentandose mes a mes las estadísticas. Las Figs. 8.8 a 8.14 recogen los datos del periodo de septiembre de 1983 a febrero de 1984, durante el cual se construyeron seis sótanos y cinco plantas.

La Fig. 8.8, muestra el número de accidentados por herida cortante, las cuales en su mayoría fueron sufridas en las manos por no querer usar - guantes de protección.

GRAFICA DE ACCIDENTADOS POR

Heridas cortantes

SEP 83 A FEB 84

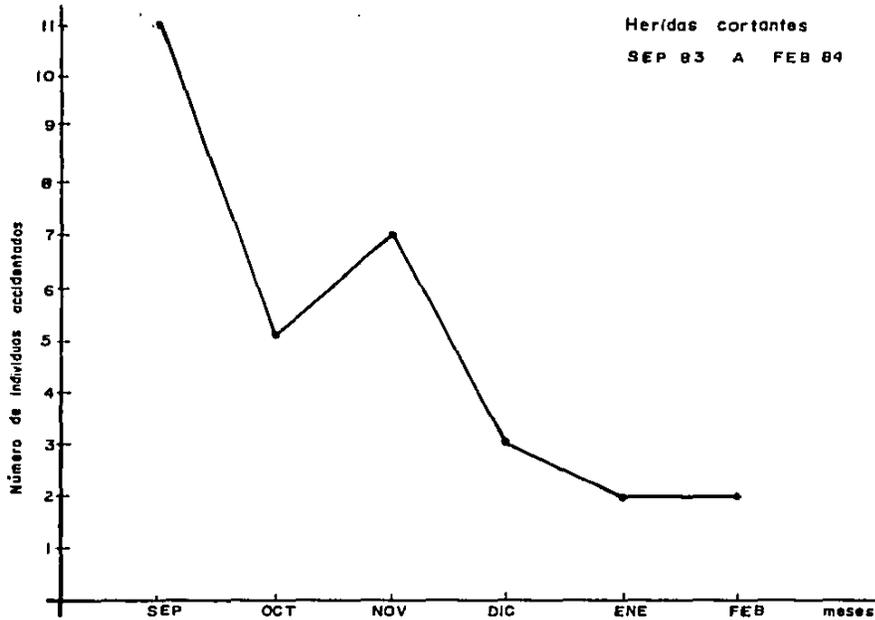


FIG. 8.8

La cantidad de lesionados con heridas punzantes se indican en la Fig. 8.9. Estas lesiones se localizaron en su totalidad en las plantas de los pies, siendo ocasionadas por clavos.

En las gráficas de la Fig 8.10 y 8.11 se muestra respectivamente, el número de accidentados por heridas contusas y, los lesionados de fracturas, luxaciones y esguinces. Las primeras ocurrieron en su mayoría en los miembros superiores, debido a descuidos al manipular acero o cimbras. Las segundas se originaron principalmente, al habilitar acero.

Las lesiones oculares (Fig. 8.12), fueron ocasionadas en su mayor parte por rebabas de concreto, y por la negativa del trabajador al uso de anteojos de seguridad.

Quizás la gráfica mas representativa sea la que recoge la Fig. 8.13 en la que se muestra el total de los accidentados debido a todas las causas anteriores.

La distribución de los lesionados, entre la población de trabajadores, fué como sigue:

- Ferreros	31
- Carpinteros	24
- Albañiles	23
+ TOTAL	<u>78</u>

GRAFICA DE ACCIDENTADOS POR

Picaduras de clavo

SEP 83 A FEB 84

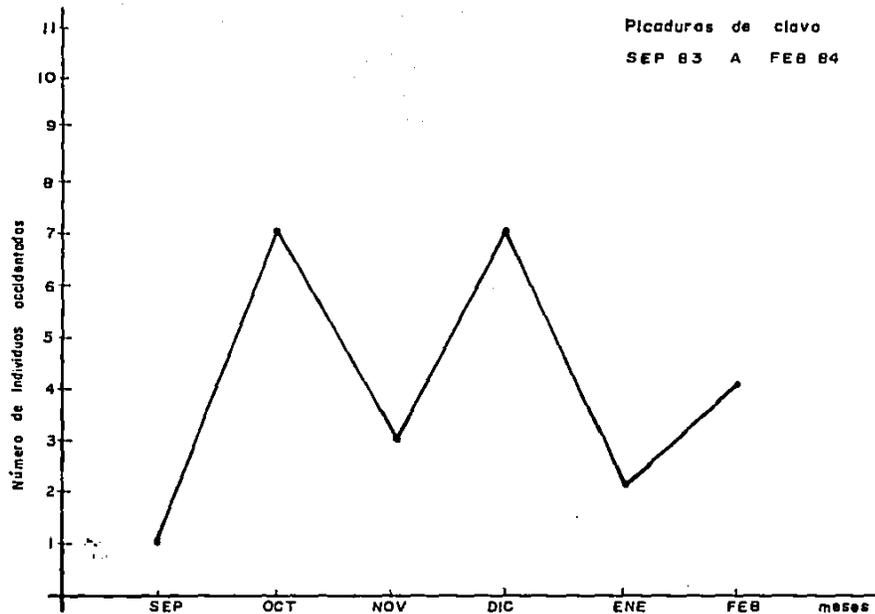


FIG. 8.9

GRAFICA DE ACCIDENTADOS POR

Contusiones y avulsiones

SEP 83 A FEB 84

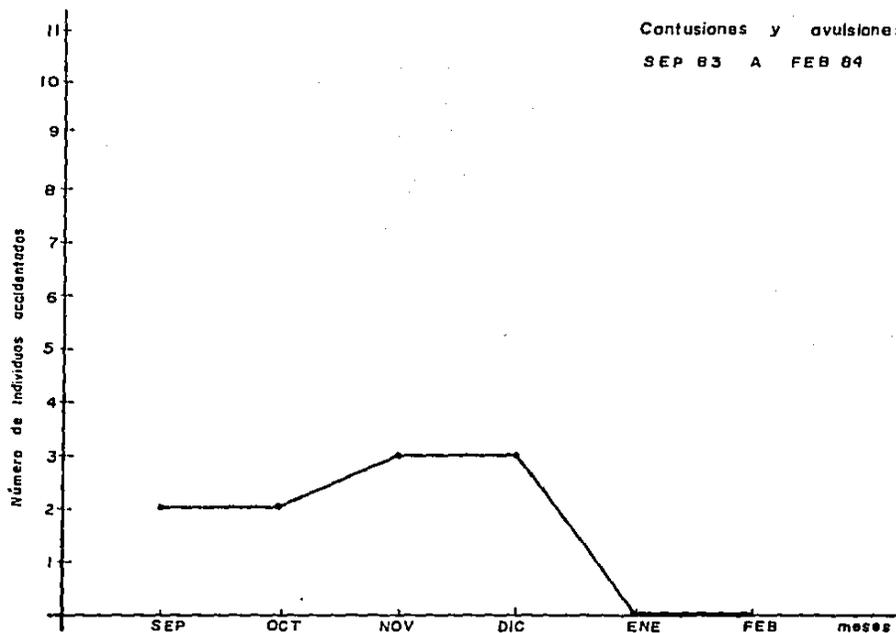


FIG. 8.10

GRAFICA DE ACCIDENTADOS POR

Fracturas, luxaciones y esguinces

SEP 83 A FEB 84

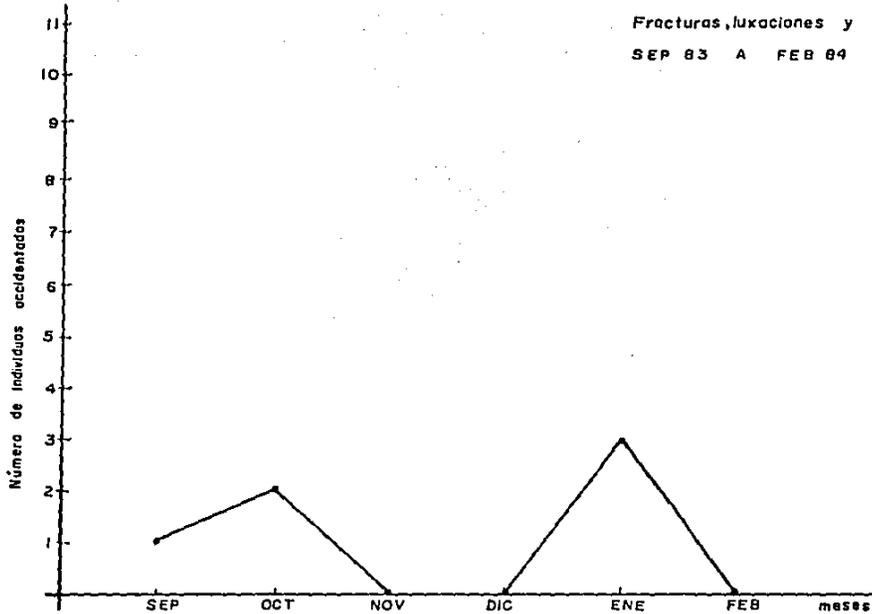


FIG. 8.11

GRAFICA DE ACCIDENTADOS POR

Lesiones oculares

SEP 83 A FEB 84

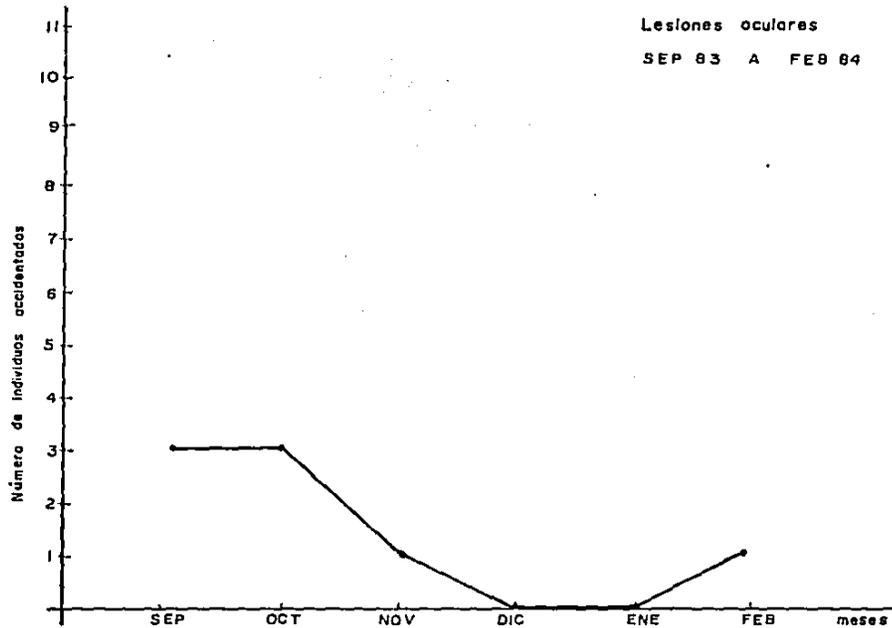


FIG. 8.12

GRAFICA TOTAL DE ACCIDENTADOS

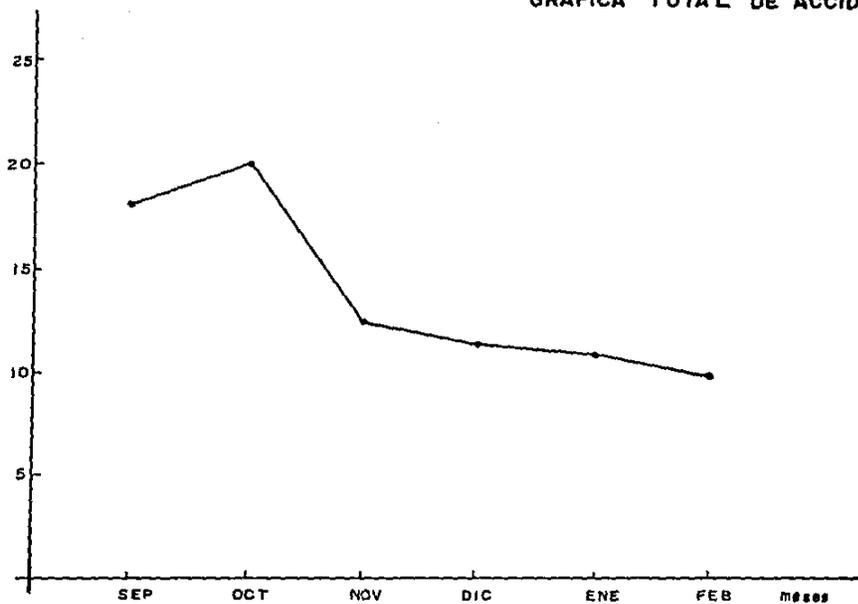


FIG. 8.13

La Fig. 8.14, recoge el número de trabajadores que sufrieron enfermedades en general.

Una de las formas de mas fácil visualización y comprensión para el trabajador, es el uso de una gráfica que represente a una persona humana en la cual, localicemos en porcentajes las lesiones producidas. Lo anterior se muestra en la Fig.8.15 .

GRAFICA DE ENFERMOS

SEP 83 A FEB 84

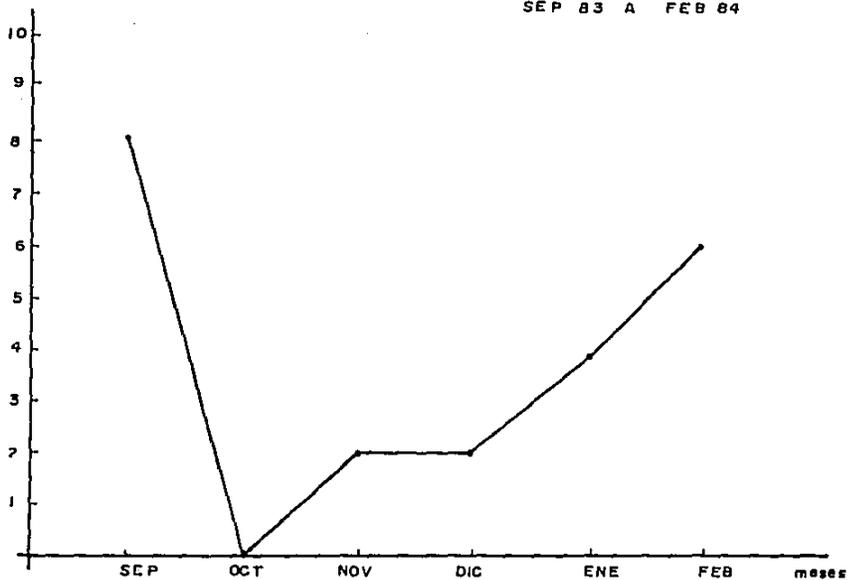
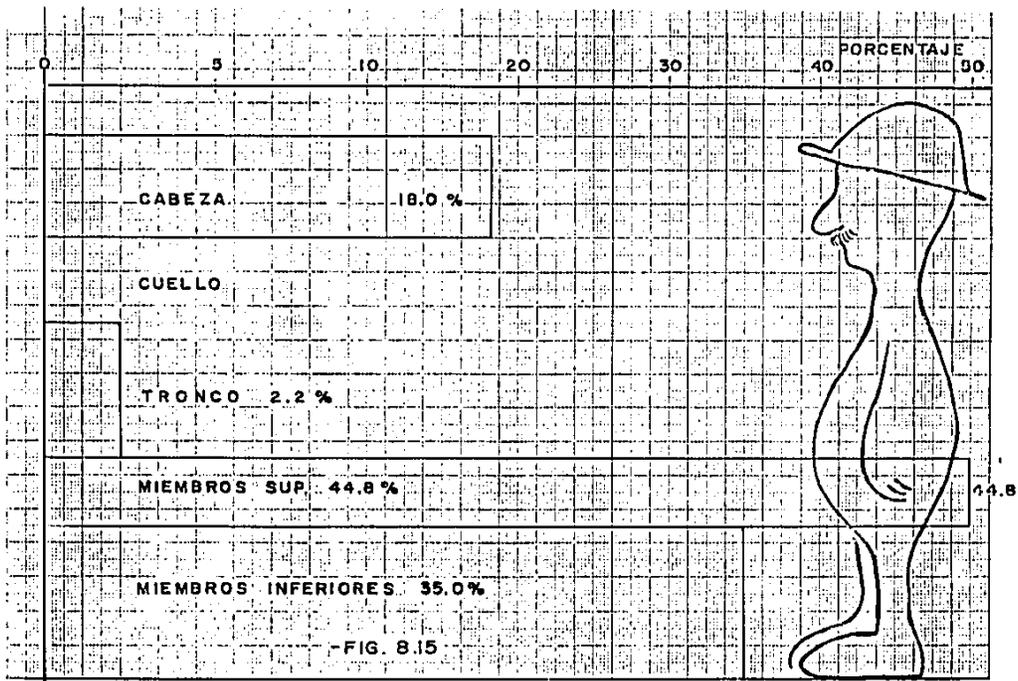


FIG. 8.14



CAPITULO 9

CONCLUSIONES

Como consecuencia de cambios tecnológicos, económicos y sociales, los edificios son cada vez mas complejos y costosos pero, al mismo tiempo, se requieren un número mayor de ellos, bien construídos y económicos. Para responder a este desafío los diseñadores y constructores deben mejorar sus conocimientos y habilidades, desarrollando nuevos y mejores procedimientos de construcción, al mismo tiempo que han de ser mas creativos e ingeniosos en la aplicación de sus conocimientos.

En la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de un edificio alto intervienen la mayor parte de las disciplinas que constituyen la ingeniería civil, en estrecha relación con la arquitectura, el urbanismo, y con varias áreas de la ingeniería mecánica y eléctrica.

Esta tesis quiso recoger el procedimiento seguido en la construcción de la estructura de concreto de uno de los edificios mas altos realizados en la Ciudad de México, haciendo énfasis en la seguridad seguida en el mismo, la cual previno gran cantidad de accidentes mortales.

Un aspecto de suma importancia a considerar en la ejecución de este tipo de obras, es la necesidad de contar con equipo especializado en la elevación y transporte de los materiales como: grúas torre, equipo de bombeo

de concreto, y elevador de personal y materiales.

Estos equipos ayudan a eliminar los costosos y difíciles trabajos que suponen el llevar los insumos requeridos, desde el pie de obra, hasta el lugar donde son requeridos.

Es indispensable un control de calidad de los materiales, que en obras de este tipo se refiere principalmente a acero y concreto.

Un problema de resistencia puede tener repercusiones estructurales y ser motivo de retrasos, con las consiguientes pérdidas económicas.

Por último recalcar que la fase constructiva siempre debe adelantarse a los hechos, tratando de evitar medidas correctivas.

Sin embargo esto es difícil, requiriéndose un conocimiento profundo del proyecto y una gran visión, una experiencia que sólo da el tiempo y el estudio.

+ REFERENCIAS +

- 1.- Cincuenta Aniversario de la Empresa Entrecanales y Tavora S.A .
Empresa Entrecanales y Tavora S.A ,España (1981) .
- 2.- Edificios Altos.Aspectos Generales sobre Proyecto,Diseño y Construcción.
Autores Varios ,U.N.A.M (1983) .
- 3.- Engineering News-Record .
The Mc Graw-Hill Construction Weekly ,January 2,1986 .
- 4.- El Subsuelo de la Ciudad de México .
Raúl J. Marsal y Marcos Mazari ,U.N.A.M (1959) .
- 5.- Apuntes de Tierra y Terracerías para la Dirección de Caminos Rurales.
Autores Varios ,Xalapa (Veracruz,1983) .
- 6.- Caterpillar Perfomance Handbook .
Caterpillar Tractor Co ,Peoria,Illinois,USA Edición décima .
- 7.- Ejemplo para un Caso de Estudio.Proyecto de Ingeniería Aplicado a un
Edificio Alto .
Francisco Javier de Pablo Serra ,Tesis Profesional,U.N.A.M (1982) .
- 8.- Apuntes de Movimiento de Tierras:Excavaciones y Terracerías .
Autores Varios ,U.N.A.M (1985) .

- 9.- Estudios de Suelos y Cimentaciones en la Industria de la Construcción .
Gordon A.Fletcher y Vernon A.Smoots ,Limusa (1978) .
- 10.- Maquinaria para la Construcción y Obras Públicas .
Juan de Cusa ,Ediciones CEAC (1976) .
- 11.- Maquinaria para Construcción.
David A.Day ,Editorial Limusa (1978) .
- 12.- Cauce 2000 .
Revista de los Ingenieros de Caminos,Canales y Puertos ,Marzo-Abril 1986 .
- 13.- Colocación de Concreto por medio de Bombeo .
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C ,(1974) .
- 14.- Manual del Ingeniero Civil .
Frederick S.Merritt ,McGraw-Hill (1976) .
- 15.- Residentes de Construcción .
Autores Varios ,U.N.A.M (1985) .
- 16.- Manual Técnico de Prevención de Riesgos Personales en la Construcción .
SEOPAN,Comisión de Seguridad e Higiene en el Trabajo ,España (1981) .
- 17.- Sistema Constructivo de la Estructura del Edificio INCE .
Jose Flores Ocampo ,Tesis Profesional U.N.A.M (1977) .