

01121
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
DE LA TORRE III SANTA FE”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

CELESTINO DE LA CRUZ SANCHEZ



MEXICO, D. F.

2003

9



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/069/97

Señor
CELESTINO DE LA CRUZ SÁNCHEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZÁRATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA TORRE III SANTA FE"

- I. INTRODUCCION**
- II. ANTECEDENTES Y PROYECTO**
- III. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**
- IV. PROCESO CONSTRUCTIVO**
- V. INSTALACIONES**
- VI. PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS**
- CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 14 de junio de 2001.
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

b

Quiero dar gracias a Dios por permitirme estar hoy aquí, por permitirme conocer todo esto y por permitirme avanzar un paso más cada día, Gracias Señor.

Quiero agradecer también, a la Universidad Nacional Autónoma de México, que abrió sus puertas para darme una oportunidad dentro de su espacio, tan solicitado y tan necesario para fortalecer nuestra formación en busca de un mejor futuro, Gracias.

Le doy gracias de igual manera, a todos mis profesores cuyas enseñanzas, quizá no muy valoradas en su momento, he sabido reconocer para aplicarlas en mi campo de trabajo, Gracias.

Agradezco, a todos los ingenieros, arquitectos y colaboradores que me guiaron, me orientaron, a los que me motivaron, o me criticaron, porque su indicación me ayudó a terminar mi trabajo, Gracias.

Deseo compartir este trabajo con mis amigos y compañeros, a los que no me atrevo a nombrar por temor de omitir a alguno, porque se que de alguna manera me estiman, sobre todo a los de la facultad, ya que ellos pueden comprender mejor el sentimiento que me invade en momentos tan deseados como este.

Agradezco a mis padres, Fructuoso E. y Ma. Reyna por su comprensión y apoyo, por sus ejemplos de humildad, nobleza, responsabilidad y honradez, quiero que sepan que estoy orgulloso de ser su hijo y que los quiero.

Dedico este libro a mis hermanos:

Genoveva, Ma. de la Paz, Miguel Ángel, Rosa Alma, Hugo Enrique e Israel, a ellos que al igual que yo tienen sueños y que se están esforzando por alcanzarlos, a pesar de las piedras que hay en el camino, deseo que vean esta obra como una muestra de que si podemos, cada quien en lo suyo y juntos a la vez, terminar bien cada obra comenzada.

A mis sobrinos Martín, Beatriz, Brandón Brayam, Lizbeth Yezabel y dos más que vienen en camino, les dedico también este trabajo, porque son y serán una alegría en mi vida y un motivo más para seguir avanzando, esperando ser, al menos en alguna pequeña parte, un buen ejemplo para ustedes.

Comparto este trabajo con Marvin, mi cuñado, con el que deseo seguir compartiendo también una convivencia sana junto con mi familia, de la cual ya eres parte.

Quiero hacer participe a la familia Sosa López del sentimiento que me que genera este proyecto, porque conmigo han sido..... Buena onda.

A ti Blanca Estela, te digo, que me da gusto haber finalizado este trabajo y poder compartirlo contigo, y deseo que en todos los proyectos por venir estemos juntos, complementándonos y ayudándonos, para llevarlos a buen término..... Te amo.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
I. 1.- ANTECEDENTES, 2	
I. 2.- LA CONSTRUCCIÓN EN NUESTRA SOCIEDAD, 2	
I. 3.- LA CONSTRUCCIÓN COMO INDUSTRIA, 4	
I. 4.- LA CONSTRUCCIÓN COMO UN PROCESO, 4	
I. 5.- FUNCIONALIDAD DE LA OBRA, 7	
I. 6.- EL COSTO DE UNA OBRA, 7	
CAPÍTULO II	
ANTECEDENTES Y PROYECTO	10
II. 1.- GENERALIDADES, 11	
II. 2.- NECESIDADES DE CONSTRUIR LA OBRA, 12	
II. 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA, 12	
II. 4.- DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA, 15	
II. 5.- CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN, 17	
II. 6.- UBICACIÓN DE LA OBRA, 17	
CAPÍTULO III	
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	19
III. 1.- UBICACIÓN DE LA OBRA DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRATIGRÁFICO, 20	
III. 2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA, 21	
III. 3.- EXPLORACIÓN Y MUESTREO, 27	
III. 4.- RESULTADOS Y ESTRATIGRAFÍA, 41	
III. 5.- DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN, 46	

**CAPÍTULO IV
PROCESO CONSTRUCTIVO 52**

- IV. 1.- LIMPIEZA DEL TERRENO, 53
- IV. 2.- TRAZO Y NIVELACIÓN, 53
- IV. 3.- EXCAVACIÓN Y OBRAS DE RETENCIÓN, 53
- IV. 4.- CIMENTACIÓN, 64
- IV. 5.- CISTERNA, 68
- IV. 6.- NIVELES DE SÓTANO, 69
- IV. 7.- RAMPAS VEHICULARES, 77
- IV. 8.- PLANTA BAJA Y MEZZANINE, 78
- IV. 9.- NIVEL 1 A NIVEL 6, 81
- IV.10.- PRECOLADOS EN FACHADA, 84
- IV. 11.- NIVEL 7 A PENT HOUSE, 85
- IV. 12.- NIVEL DE TRANSFER, 86
- IV. 13.- NIVEL HELIPUERTO, 87
- IV. 14.- CRISTALERÍA EN FACHADA, 87
- IV. 15.- MAQUINARIA Y EQUIPO, 88

**CAPÍTULO V
INSTALACIONES 93**

- V. 1.- GENERALIDADES, 94
- V. 2.- INSTALACIÓN HIDRÁULICA (AGUA), 95
- V. 3.- INSTALACIÓN SANITARIA, 97
- V. 4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA, 99
- V. 5.- INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS, 102
- V. 6.- INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO, 104
- V. 7.- OTRAS (SISTEMA DE ELEVADORES, TELEFÓNICA, GAS, PARARRAYOS), 107

**CAPÍTULO VI
PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS 112**

- VI. 1.- GENERALIDADES, 113

f

VI. 2.- CONCEPTO DE TRABAJO, 113

VI. 3.- DIAGRAMA DE BARRAS, 114

VI. 4.- COSTOS DE OBRA, 130

CONCLUSIONES 135

BIBLIOGRAFÍA 139

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I. 1.- ANTECEDENTES.

La construcción es una de las actividades que ha estado presente en todas las épocas de la humanidad, en México, es posible remontarla propiamente a los tiempos prehispánicos, en los que ya se tenía de alguna manera una cierta planeación en la distribución y urbanización de sus ciudades, ya que la humanidad siempre ha tenido necesidad de modificar su entorno para edificar construcciones que faciliten el desarrollo de sus actividades cotidianas, comenzando desde sus casas, para continuar con templos, observatorios, pirámides, fortalezas, calzadas, diques para aislar aguas y canales para conducirlos, creando con esto en cierta forma las bases para el funcionamiento de su vida social.

Los materiales de construcción que utilizaban en ese entonces, podrían reducirse a piedras, volcánicas o calizas, arcillas, diversas clases de madera, fibras vegetales y algún tipo de argamasa que funcionaba como aglutinante. Asimismo sus herramientas y utensilios eran rudimentarios, aunque su funcionamiento es análogo a los principios básicos de funcionamiento de muchos de los equipos que actualmente se utilizan, como es el caso de las palancas y poleas para levantar cuerpos pesados, transportación de grandes bloques sobre camas de rodillos para reducir el esfuerzo de empuje sobre ellos, etc.

Con el tiempo se fueron mejorando los materiales, los equipos y los procedimientos, surgiendo además algunas especializaciones que se vieron reflejadas siglos después en la época colonial, donde se construyeron edificaciones con alto grado de arquitectura e ingeniería estructural.

I. 2.- LA CONSTRUCCIÓN EN NUESTRA SOCIEDAD.

En nuestros tiempos y ya desde hace algunos años existe la necesidad de mejores vías de comunicación, ya sea nuevas o adecuando las actuales carreteras, puertos, aeropuertos, que nos permitan establecer medios de comunicación entre las diferentes zonas del país.

Vivienda suficiente en cantidad y calidad sobre todo en zonas donde existan planes de crecimiento poblacional, así como sistemas de financiamiento adecuados para que estén al alcance de la población.

Abastecimiento de agua potable a prácticamente todas las regiones del país, pero sobre todo a las grandes ciudades que siguen padeciendo de asentamientos humanos irregulares y que con el tiempo obligan a las autoridades a brindarles el servicio para que queden integrados al área urbana ya establecida.

Desarrollo de obras hidráulicas que permitan generar energía eléctrica además de mejorar y mantener en todo lo posible el buen estado de las que ya existen, aprovechando de manera inteligente y planificada parte de las aguas para su utilización en actividades agropecuarias, ya que este es un rubro que se ha descuidado enormemente y sus consecuencias se ven reflejadas sobre todo, en la migración poblacional hacia las zonas urbanas, generando a su vez un déficit crítico en toda la infraestructura que se requiere para dar un desarrollo adecuado a nuestra sociedad, que no ha sabido sobrepasar esa línea de subdesarrollo.

La participación del ingeniero civil esta implícita en la planeación, diseño, construcción operación y mantenimiento de proyectos que tengan a bien facilitar el desarrollo sustentable que se requiere, siendo este por una parte, a través de edificaciones que son necesarias para el albergue, la educación, el abasto, la seguridad, la recreación y el trabajo de la población.

Todo esto debido a que la población de México continua creciendo desordenadamente, por lo que aumenta aún más esta necesidad de renovar y sobretodo de crear nuevos espacios para desempeñar dichas actividades.

De acuerdo a una planeación integral a largo plazo, pero sobretodo de descentralización, fomentando proyectos locales a corto plazo, sobre la base de un plan global, en el que, conforme se vayan poniendo en operación, se este completando un gran rompecabezas que permita el beneficio local, regional y social, entendiéndose como social, aquel que se

requiere para que nuestra sociedad se dé paso en términos actuales de globalización, al desarrollo pleno de sus actividades productivas y creativas.

I. 3.- LA CONSTRUCCIÓN COMO INDUSTRIA.

Considerando que la construcción es una conceptualización que engloba a un gran número de actividades complementarias de las que depende para su realización, que al impulsarla, promoverla y llevarla a cabo, implícitamente se está poniendo en marcha una gran maquinaria, cuyos componentes, mecanismos e insumos están representados por todas las subindustrias, constructoras, subcontratistas, tiendas de materiales, personal calificado y obrero, equipos de construcción, profesionistas, despachos de ingeniería, distribuidores de materiales y todo aquello que de alguna manera contribuye con esta industria.

La realización de un proyecto de ingeniería, inclusive desde antes de comenzar propiamente su construcción genera una reacción en cadena que va activando todos aquellos componentes con los que está conectado generándoles oportunidades que se traducen concretamente en empleos y movimientos monetarios que a su vez genera un beneficio para las comunidades involucradas, por lo anterior es posible aceptar que esta industria es un parámetro que nos permite medir el estado económico de un país, considerando también que al presentar fluctuaciones, estas afectan a todas aquellas actividades con las que se retroalimenta.

I. 4.- LA CONSTRUCCIÓN COMO UN PROCESO.

Para llevar a cabo un proyecto en general y particularizando uno de carácter urbano, se tiene que realizar un estudio de factibilidad técnica y de necesidad socio-económica, dentro de este estudio se recopila información entre otras cosas, del lugar donde se va a realizar el proyecto, para conocer vías de comunicación, servicios existentes (drenaje, agua, luz, gas, etc.), clima, construcciones, costos y todo aquello que de alguna manera pueda repercutir en la decisión de ubicación del proyecto, y en su futura planeación y realización.

En el caso de una edificación se trabaja en el proyecto arquitectónico y estructural para definir las áreas de utilización, su distribución planimétrica y altimétrica, haciendo anteproyectos antes de definir las características definitivas del nuevo edificio, todo esto dentro del marco normativo legal y constructivo que es rector del desarrollo local, delegacional o regional.

Habiendo decidido la ubicación de la obra, es necesario realizar un estudio de mecánica de suelos, para conocer la capacidad de carga del suelo en el que se va a desplantar la construcción, esto se logra por medio de sondeos al subsuelo, extrayendo varias muestras representativas, las cuales se analizan en un laboratorio a través de pruebas que nos ayudan a definir sus características y sobre todo su compacidad.

Existen varios métodos para obtener las muestras y dependiendo de la experiencia del ejecutor, así como de la magnitud de la obra, es el método que emplea, y de igual forma el número de muestras que decida obtener.

Considerando los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos, la bajada de cargas, así como las acciones estáticas y dinámicas a las que esta expuesta, se realiza el diseño de los elementos estructurales que darán soporte a la edificación, considerando siempre factores de seguridad que garanticen su estabilidad, aún en las condiciones más críticas.

En el caso de la cimentación existen diversos tipos, para los que dependiendo de la superficie de contacto requerida, para dar el soporte necesario, es el tipo de cimentación que se propondrá y se diseñará.

Para la estructura se tienen alternativas en cuanto al tipo de materiales o la combinación de ellos, la forma de la sección de los elementos que la integran así como su distribución.

La ejecución propiamente de la obra, es decir la construcción se lleva a cabo en base a la planeación y logística que se definieron desde sus inicios, aunque en muchas ocasiones se

presentan situaciones que mueven a los ejecutores a modificar algún proceso, inclusive se pueden presentar cambios en el diseño que obligan a reestructurar el plan de trabajo, para dar cumplimiento a los nuevos requerimientos y necesidades del proyecto, conservándose siempre dentro de los reglamentos aplicables en la zona.

El proceso o la metodología de construcción depende en gran medida de la experiencia de los ejecutores, los cuales deben contar además con los conocimientos integrales que les permitan hacer frente a los retos que se les presentan, para los cuales deben administrar los insumos que necesitan, buscando siempre la economía en los resultados, sin permitir que los servicios sobre todo de ingeniería pierdan seriedad o se devalúen, esto debido a una competencia ingenua en la que muchas veces no suele triunfar el que hace las cosas correctamente, sino el que cobra menos, soslayando las más de las veces la calidad del servicio realizado.

En esta obra se presentan varias formas de metodología, debido a que los tipos de materiales variaban un poco en la forma como se iban empleando en el desarrollo de la construcción, como en el caso de los sótanos en los que se emplearon elementos prefabricados en las trabes y en las losas, pero las columnas fueron coladas en el lugar, entonces se utilizaron elementos de unión entre las partes, estas preparaciones hicieron posible una estructura monolítica.

Para algunos niveles superiores se utilizó como cubierta losa reticular aligerada con casetones y para otros fue losacero, aunque las columnas de ambos son de concreto reforzado, en este caso por ejemplo, para la cimbra de la losa reticular, se utilizaron andamios metálicos que soportaban una cama de triplay y sobre esta los casetones de fibra de vidrio que proporcionarían las formas para el aligeramiento, en cambio en la losacero, la misma lámina roma era la cimbra de contacto, que además quedaría como parte integral de la losa, colocando sólo un apuntalamiento intercalado para su estabilidad durante el colado.

En el caso de las columnas, unas se colaban con cimbra totalmente metálica y otras con cimbra de madera soportada por bastidores metálicos.

También se utilizaron una gran variedad de equipos mecánicos, que son una enorme ayuda para el desempeño de los trabajos, al echar mano de estas máquinas se facilitan una gran cantidad de maniobras y actividades, lo que representa un ahorro de tiempo y mano de obra, siempre y cuando su ponderación sea la adecuada.

I. 5.- FUNCIONALIDAD DE LA OBRA.

El diseño arquitectónico y estructural de un edificio no son suficientes para considerarlo una buena inversión, ya que dependiendo de la función que va a desempeñar, es el número y tipo de instalaciones con las que va a contar, entendiéndose con esto a todos aquellos accesorios, medios y sistemas que proporcionarán comodidad y seguridad en el interior y en su entorno próximo, tal es el caso de las instalaciones de agua, drenaje, sistema contra incendio, elevadores, telefonía, electricidad, aire acondicionado entre otras.

Para alojar a estas instalaciones se van dejando ductos o preparaciones que ya están indicadas en los planos y especificaciones para facilitar su instalación, la colocación de estas instalaciones se va realizando durante la construcción ya avanzada, pero en zonas y/o etapas que no interfieran con el desarrollo de la misma.

Estas instalaciones cuentan con tuberías y ductos que se extienden por todo el edificio en zonas estratégicas, también cuentan con un diseño basado en normas y reglamentos con los que tienen que cumplir para garantizar la funcionalidad del espacio que ha sido modificado para proporcionar un servicio adecuado a la sociedad.

I. 6.- EL COSTO DE UNA OBRA.

El costo de realización de un proyecto, es una de las partes más relevantes en su estudio, no sólo es importante el tiempo que nos llevará realizarlo y la calidad de cada uno de sus componentes, sino que esto debe realizarse al más bajo costo posible, conservando esa

calidad impresa en sus especificaciones y cumpliendo con el programa de ejecución establecido.

Como ya se ha comentado, en todo proyecto, es indispensable contar con una programación en la ejecución de las actividades que integran su realización.

Lo aconsejable es dividir la ejecución en rubros o partidas que agrupen conjuntos de actividades o conceptos para facilitar su control y poder programar el tiempo de realización de cada una de ellas y consecuentemente el de la obra en su totalidad.

De cada uno de los conceptos de obra involucrados, se hace un análisis de precio unitario, para que multiplicándolo por la cantidad de obra correspondiente a ese concepto, se pueda conocer su importe, y que al englobarlo a todo el proyecto se obtenga un presupuesto total.

El análisis de ese precio unitario involucra los costos de todos los elementos que participan en la realización del concepto de trabajo, estando presentes el costo directo, que es el que más peso tiene; el costo indirecto, expresado como un porcentaje del costo directo; el financiamiento que siempre es muy necesario al inicio de los trabajos y que está expresado como un porcentaje de la suma de los dos anteriores; la utilidad que representa la ganancia propuesta por el ejecutor, expresada también como un porcentaje en términos de la suma de costo directo, costo indirecto y financiamiento; en algunos casos se tienen también cargos adicionales, que al igual que los anteriores se expresan como un porcentaje pero del costo directo únicamente.

Al programar y presupuestar un proyecto se debe tratar de ser lo más congruente y realista posible, procurando utilizar algunos factores de seguridad que nos permitan garantizar los trabajos a ejecutar, así como sus medios de control, deben de considerarse todos los factores que más influyen en la realización de la obra, como son; los tipos, cantidades y tiempos de entrega de los insumos (materiales y equipo); clasificación, período de utilización y no. de obreros necesarios; la cantidad de financiamiento requerido en su caso, porque nuestra realidad social, nos dice que desgraciadamente en este tipo de proyectos,

casí nunca cuestan lo que se presupone, la mayoría de las veces no se terminan en los tiempos programados muchas de las veces no cuentan con la calidad requerida.

Por lo anterior, debemos generar una mentalidad de evolución, pero conservando una ética de compromiso hacia la sociedad, manteniéndonos como profesionistas dinámicos competitivos y contemporáneos a las necesidades prioritarias de nuestro entorno.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES Y PROYECTO

II. 1.- GENERALIDADES.

El constante desarrollo socioeconómico de una nación obliga a esta a promover y llevar a cabo obras que estén a la altura de sus grandes necesidades logrando con esto crear las bases de una estabilidad socio-económica que le permita poder competir con los mercados mundiales.

Día a día se vuelve más evidente el hecho de que se tiene que contar con una modernidad en infraestructura urbana, complejos industriales, unidades habitacionales, corredores turísticos, edificaciones de servicio, etc., los cuales además de cumplir con las normas y lineamientos de construcción que la ley marca para tal efecto, deben proporcionar condiciones de funcionalidad, seguridad, comodidad, higiene, y estética, todo esto desde luego cuidando que los recursos económicos sean los más bajos posibles sin que esto se haga en detrimento de la calidad de los materiales o procesos que intervienen en la realización de una obra.

Edificar es utilizar inteligentemente los conocimientos y los recursos elegidos, con el fin de poner a disposición del hombre, como especie, sobre cimientos estables una porción de espacio bien distribuida y acondicionada a su conveniencia y con un elevado grado de seguridad.

El edificio ha de estar distribuido en función de la naturaleza y de las necesidades del cliente, dotado además de buenas condiciones de aireación, luz, temperatura, y de silencio, cualesquiera que sean el clima y ambiente en general en el que se levante la construcción. De este modo se crean el ambiente y la seguridad para que el hombre realice sus labores de familia, negocios, trabajo, escuela, iglesia, hospital, comercio, diversiones, etc.

Ante tal situación al llevar a cabo una obra de construcción se deben contemplar todos los factores que intervienen en su realización, en la diferentes etapas de su desarrollo, desde la planeación y el diseño, en la construcción, así como en la operación y en su futuro

mantenimiento, para que pueda dársele la solución más adecuada en base a los objetivos que se pretendan alcanzar.

II. 2.- NECESIDADES DE CONSTRUIR LA OBRA.

Se tiene la necesidad de crear centros comerciales y negocios que cuenten con la aplicación del avance tecnológico para tener una mejor formación y organización en el desarrollo empresarial que combinado con un personal más calificado proporciona al cliente una amplia atención de servicio-tiempo, comodidad y eficacia que requieren los tiempos actuales.

Una vez que se ha determinado la zona general, se presenta el problema de seleccionar el lugar específico para la ubicación, que debe sujetarse a restricciones como son la existencia de otras estructuras, reglamentación de la zona, espacio disponible, facilidades de transporte, disposiciones de política comercial, etc.

La construcción de este edificio generaría un gran número de empleos directos e indirectos, desde su concepción, estudio y planeación hasta su operación, además de ayudar a ordenar y planificar los asentamientos irregulares de toda índole que se han dado en zonas de creciente formación comercial, al definir el uso de suelo y vialidades que en este caso tiene como vías de acceso la prolongación de la Av. Reforma y la lateral de la autopista México-Toluca, así como también la avenida Tamaulipas.

II. 3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.

Siempre debemos considerar un conjunto de disposiciones convenientes para la ejecución de la obra la cual debe estar prevista en las mejores condiciones posibles. Esto con el fin de coordinar los medios necesarios para cumplir con las directrices generales y los requerimientos del cliente de los cuales se concretan en:

RAPIDEZ; si la rapidez se traduce en economía en el momento de financiación de la obra, no sucede siempre lo propio durante su realización, una ejecución excesivamente rápida exige, con frecuencia el empleo de procedimientos con tecnología más avanzada que resultarían más costosos si no se administran adecuadamente.

ECONOMIA; dentro de los factores que intervienen están; la sincronización de la actuación de las distintas empresas y especialidades que colaboran en la obra, la reducción de movimientos innecesarios, la elección acertada de procedimientos, maquinaria y personal durante las distintas etapas de la construcción, la pulcritud y el orden, disminución de tiempos muertos y disminución de maniobras equivocadas para evitar gastos adicionales.

CALIDAD; Esto se consigue mediante la selección de mano de obra, equipo y materiales adecuados, además de una eficiente supervisión de los procesos constructivos, siempre apegada a las especificaciones del proyecto, leyes y normas que lo rijan.

Todo esto para llegar al objetivo general que es la obra terminada.

Las condiciones que presenta el sitio de interés y la zona de influencia se caracteriza por ser una zona que fue inminentemente de extracción de materiales, trayendo como consecuencia un aspecto semiárido del lugar, con la construcción de este y otros inmuebles habitacionales y de oficinas con nuevas formas arquitectónicas dará al lugar una imagen agradable del paisaje, ya que este tipo de proyectos promueven la reforestación, así como la colocación de pasto y flores generando un entorno de vialidades, plazas y avenidas más ecológicas. Esto considerando que el sitio de la obra se encuentra en cierta forma descentralizado de la densa mancha urbana, cumpliendo una de las necesidades primordiales de la ciudad de México, que es la descentralización de sus actividades, de acuerdo a planes de desarrollo generales y parciales, generando al mismo tiempo, infraestructura empresarial y comercial que atraiga inversiones a la zona y desahoguen poco a poco las aglomeraciones céntricas que existen.

La obra de interés es una edificación diseñada para oficinas corporativas, que cuenta con dos torres independientes cuyos sótanos son comunes a ambas y que cubren la totalidad de la superficie del predio descontando las restricciones perimetrales.

En el presente trabajo sólo se estudiará una de las torres, ya que su construcción es independiente y de hecho se construyó primero una en su totalidad antes de comenzar la otra.

Esta torre tiene 6 niveles de estacionamientos que se encuentran bajo el nivel de banqueta, continuando con planta baja y mezzanine, siguiendo con trece niveles, donde se incluyen un nivel de pent-house y otro de transfer o cuarto de máquinas, teniendo además en la azotea un helipuerto.

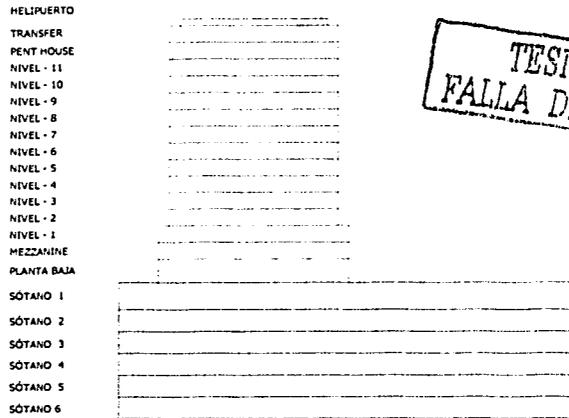


Fig. 1 Corte esquemático.

II. 4.- DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA.

Para la construcción de este proyecto se contempló la ejecución en dos etapas denominadas subestructura y superestructura.

Antes de iniciar con la construcción de la subestructura, se tuvo necesidad de realizar una excavación del terreno, para poder contar con una superficie resistente de suelo que pudiera soportar la presión del peso de la obra que se llevaría a cabo.

La subestructura; la cual integra una cimentación de zapatas aisladas hechas a base de concreto armado en la zona interior del predio, es decir bajo las columnas; y zapatas corridas en zona perimetral, que darán soporte al muro perimetral, así como contratraves que unen los dados de las zapatas para darles rigidez y hacerla monolítica, para continuar después con seis niveles de estacionamiento subterráneos a base de elementos de concreto armado con acabado aparente en columnas y en muro perimetral, las losas de estos estacionamientos fueron con elementos prefabricados de losas doble T apoyadas sobre traves portantes en un sentido y traves de rigidez en el otro, ambas igualmente prefabricadas, desde luego estos elementos contaban con piezas de unión que una vez acopladas y ajustadas se trataban para dejar una estructura monolíticamente resistente. Una vez montadas y ajustadas las losas doble T se les coloca una capa de compresión de concreto con pulido integral. Los estacionamientos cuentan con escaleras peatonales y elevadores, así como rampas vehiculares para acceder a los diferentes niveles, con una distribución de cajones de estacionamiento y señalización que cumple con las normas establecidas.

La superestructura, considerada a partir del nivel de banquetta, contempla para las columnas, elementos de concreto armado de sección cuadrangular en cuya planta baja al igual que en el mezzanine, se resolvieron con un entrepiso de losacero que se integra con vigas IPR para las traves, lámina romsa y una capa de compresión con malla electrosoldada. Para los niveles del uno al seis se tiene una losa reticular de concreto armado la cual es aligerada por el uso de casetones de fibra de vidrio. Para los niveles del siete al once se volvió a emplear losacero al igual que en el pent-house y la losa de transfer

o azotea, teniendo trabes perimetrales de concreto armado y trabes interiores de estructura metálica. En la parte superior se cuenta con helipuerto.

La edificación tiene dos cuerpos de escaleras metálicas de emergencia y dos sistemas de elevadores, uno para personal y montacargas, tanto en sótanos como en niveles superiores, además de las instalaciones necesarias para su buen funcionamiento entre las que se pueden contar las hidrosanitarias, eléctricas, telefónicas, aire acondicionado y sistema contra incendio.

La fachada en su parte superior, es decir a partir del nivel 2, esta cubierta por cristales modulares, solo en la zona baja esta cubierta por elementos precolados de concreto armado con color integrado, para cuya colocación se dejaron preparaciones en las trabes y columnas de la estructura durante su desarrollo. El acceso principal cuenta con áreas verdes y jardines que proporcionan una imagen agradable al paisaje.

Las columnas centrales tienen una distancia entre ejes de 10.98 m en ambos sentidos, con dimensiones en secciones que van de 1.22 X 1.22 m a 0.70 X 0.70 m, pasando por las de 1.00 X 1.00 y 0.75 X 0.75 m.

Las alturas de entrepiso en sótanos son de 3.66 m del seis al dos y para el uno es de 5.85 m, en el caso de niveles superiores es de 4.88 m exceptuando la planta baja que es de 5.19 m. La altura total de la edificación con respecto al nivel de banquetta es de 73.81 m.

Se tienen dos accesos para el estacionamiento; uno por la prolongación de la Av. Reforma, que es el acceso principal y el otro por Cruz Manca que se encuentra en la parte posterior de la edificación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II.5.- CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.

Este edificio se encuentra clasificado en el grupo B, de acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, que corresponde a las edificaciones destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, asimismo dentro del subgrupo B1 correspondiente a edificaciones de más de 30 m de altura con más de 6000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II, que en este caso es la I, considerando el área a un solo cuerpo de edificio que cuenta además con medios propios de desalojo.

II.6.-UBICACIÓN DE LA OBRA.

Esta edificación se localiza en la prolongación de Av. Reforma No. 1236, haciendo casi esquina con Av. Tamaulipas en la colonia Santa Fe, correspondiente a la delegación Cuajimalpa, en México D.F.

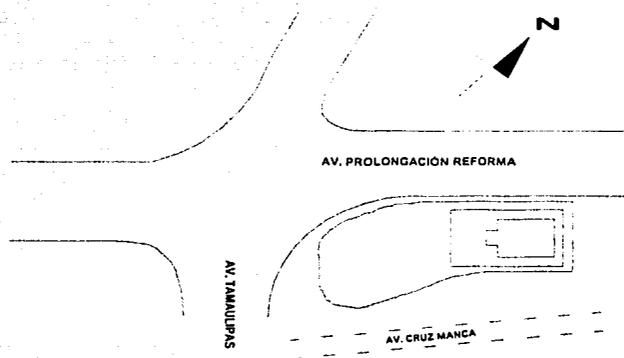


Fig. 2 Croquis de localización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

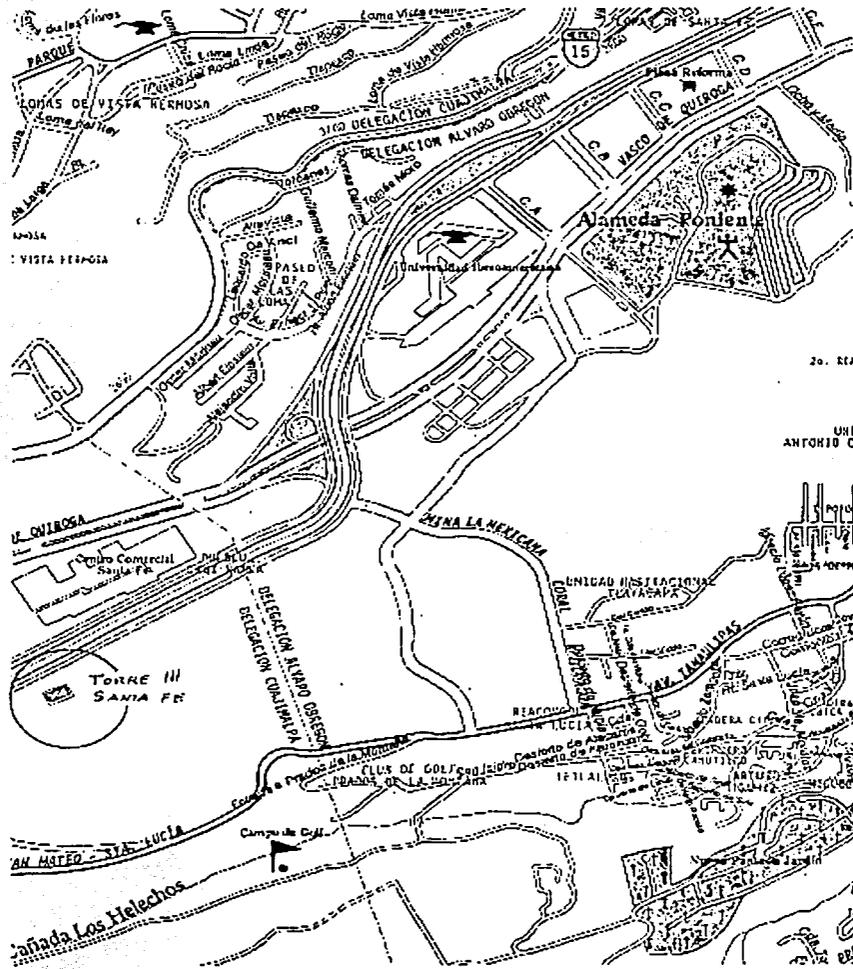
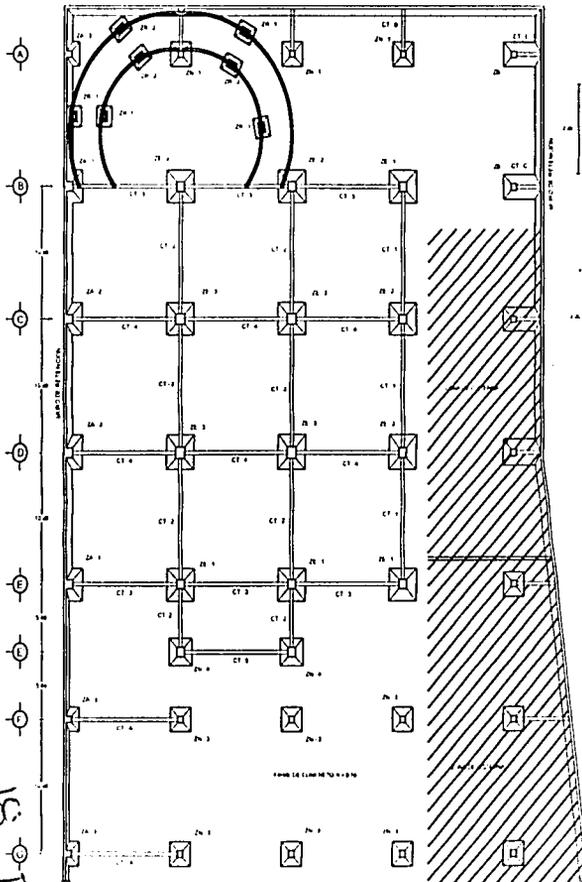
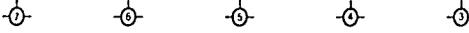
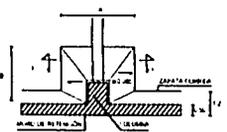


Fig. 3 Plano de localización.

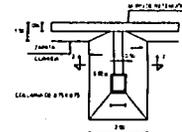
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



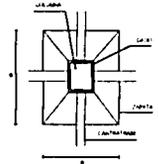
PLANTA DE CIMENTACION



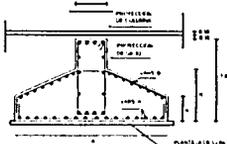
PLANTA DE ZAPATAS ZA



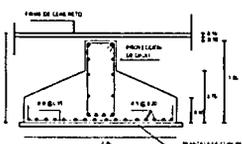
PLANTA DE ZAPATAS ZAB



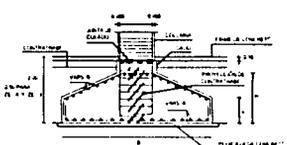
PLANTA DE ZAPATAS ZE Y ZZ



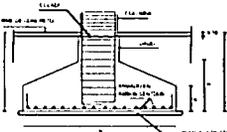
CORTE 1-1



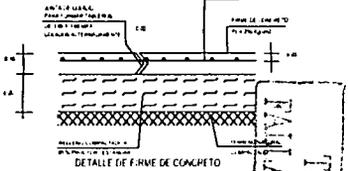
CORTE 2-2



ELEVACION DE ZAPATAS ZE



ELEVACION DE ZAPATAS ZN



REQUISITOS PARA EL ACERQUE

ACERQUE	SECCION	DIAMETRO	ESPESOR	LONGITUD
1	1	10	10	10
2	2	12	12	12
3	3	14	14	14
4	4	16	16	16
5	5	18	18	18
6	6	20	20	20
7	7	22	22	22
8	8	24	24	24
9	9	26	26	26
10	10	28	28	28
11	11	30	30	30
12	12	32	32	32

ACERQUE	SECCION	DIAMETRO	ESPESOR	LONGITUD
1	1	10	10	10
2	2	12	12	12
3	3	14	14	14
4	4	16	16	16
5	5	18	18	18
6	6	20	20	20
7	7	22	22	22
8	8	24	24	24
9	9	26	26	26
10	10	28	28	28
11	11	30	30	30
12	12	32	32	32

ACERQUE	SECCION	DIAMETRO	ESPESOR	LONGITUD
1	1	10	10	10
2	2	12	12	12
3	3	14	14	14
4	4	16	16	16
5	5	18	18	18
6	6	20	20	20
7	7	22	22	22
8	8	24	24	24
9	9	26	26	26
10	10	28	28	28
11	11	30	30	30
12	12	32	32	32

**TESIS CON
FAMILIA DE ORIGEN**

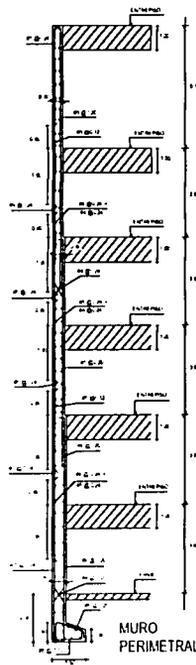
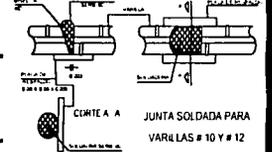


Tabla de Armados

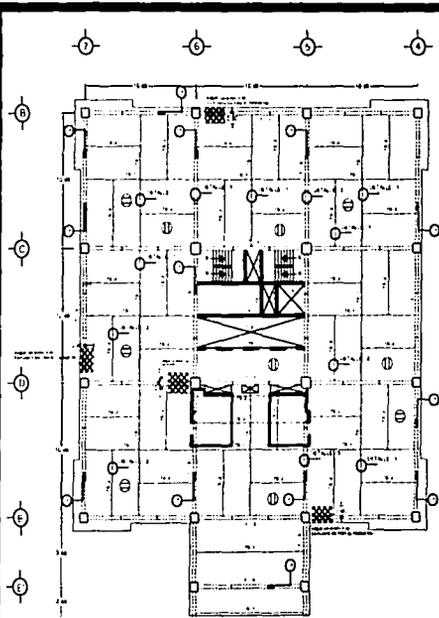
ACERQUE	SECCION	DIAMETRO	ESPESOR	LONGITUD
1	1	10	10	10
2	2	12	12	12
3	3	14	14	14
4	4	16	16	16
5	5	18	18	18
6	6	20	20	20
7	7	22	22	22
8	8	24	24	24
9	9	26	26	26
10	10	28	28	28
11	11	30	30	30
12	12	32	32	32



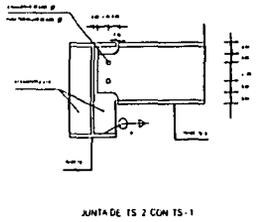
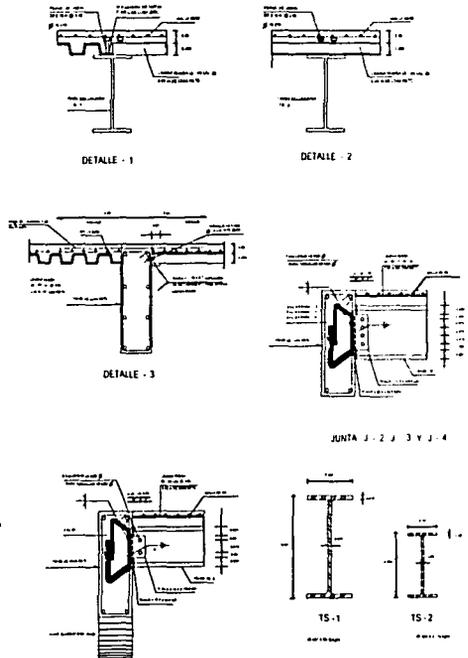
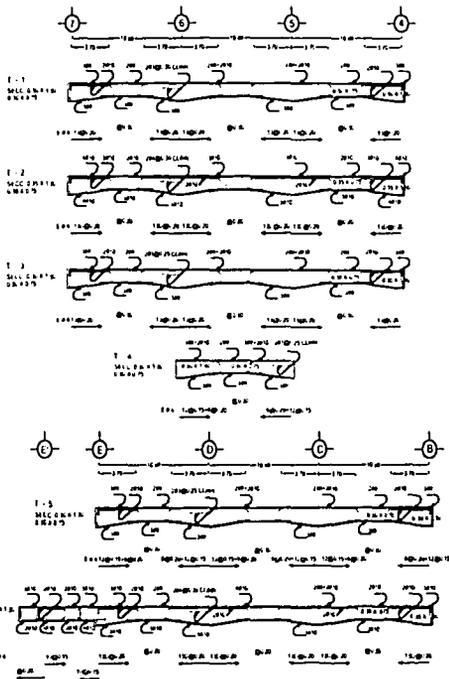
Simbología

- ACERQUE CONCRETO
- PUNTO DE CORTES DE HERRAJE EN LOS ACERQUES

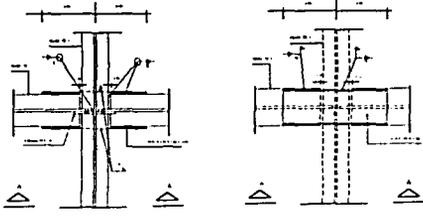
PLANO CIMENTACION	ESCALA: C
PROYECTO: TESIS	ESCALA: S E
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA TORRE III SANTA FE	ESCALA: S E



PLANTA TIPO NIVELES 7 - 11 Y PENT-HOUSE

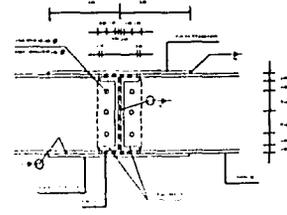


JUNTA DE TS 2 CON TS-1



PLANTA INTERIOR

PLANTA SUPERIOR



COLUMA A-A

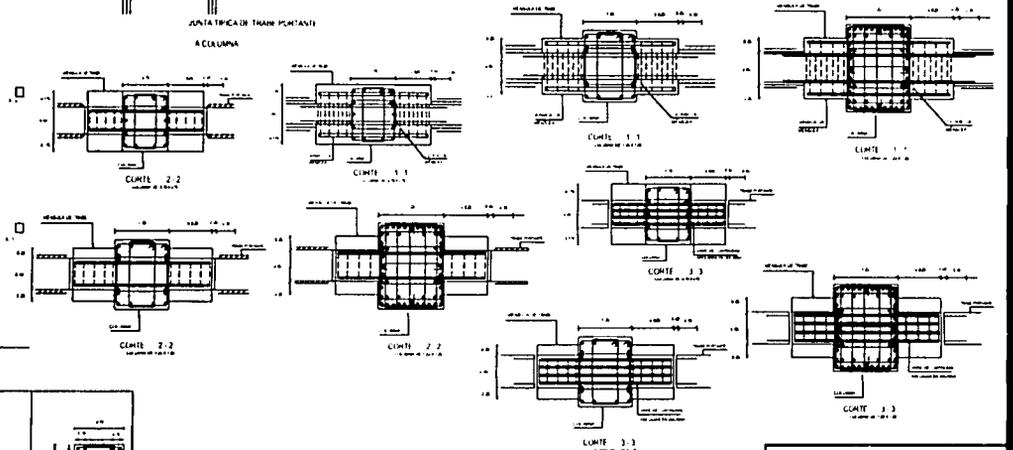
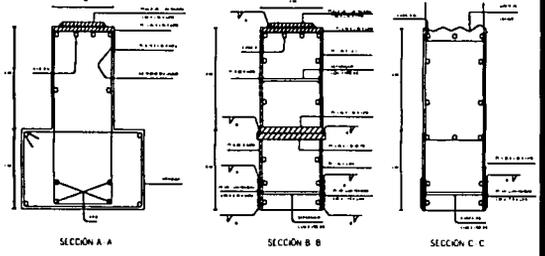
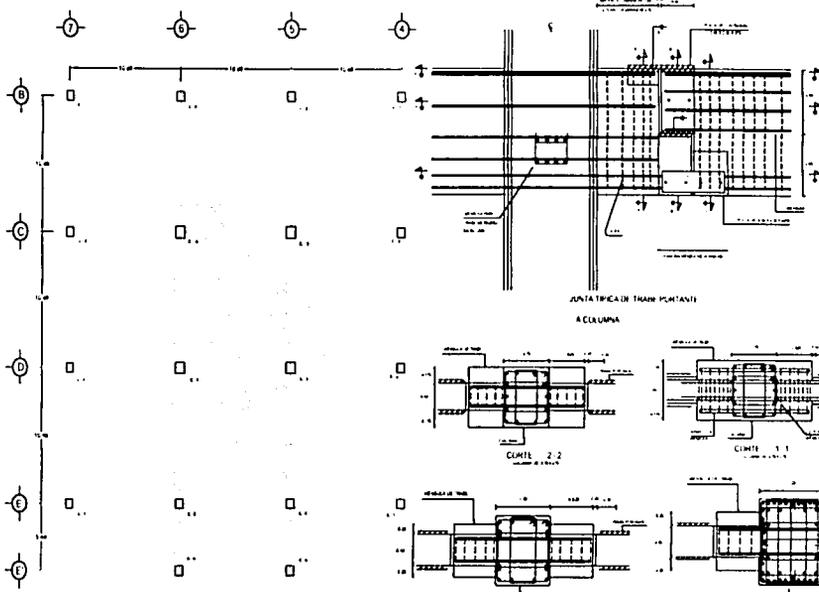
NOTAS:
 ACERDOSTRUCTURAL A 20 Fy 200 MPa
 ELECTRODOS SERIE E 70
 TERMINALOS A 32

SIMBOLOGIA	
	COLUMA DE CONCRETO
	TRABE DE CONCRETO
	REINFORZAMIENTO
	LOSABO DE CONCRETO
	REINFORZAMIENTO DE LOSABO
	BASE
	REINFORZAMIENTO DE LOSABO
	REINFORZAMIENTO DE LOSABO

PLANTA TIPO LOSACERO PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA TORRE III SANTA FE	FECHA	E-1
	ESCALA	S/ES
	CONJUNTO	133

TESIS CON FALLA DE ORDEN

180



C-1					
C-2					
C-3					

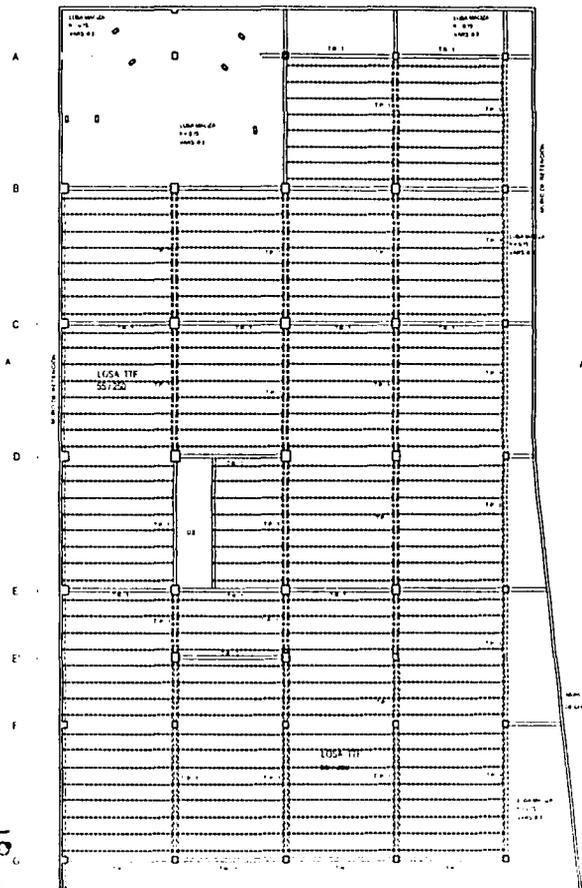
C-4				
-----	--	--	--	--

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

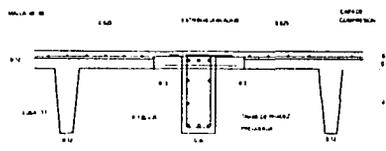
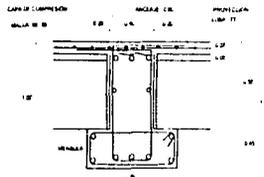
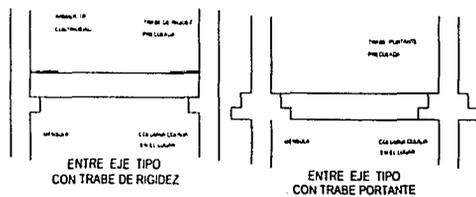
SIMBOLOGIA	
<input type="checkbox"/>	COLUMNA DE CONCRETO ARMADO

ARMADOS EN COLUMNAS	TRAZO
MURDO TESIS	ESCALA
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA TORRE III SANTA FE	S E
	ORDEN
	111

7 6 5 4 3

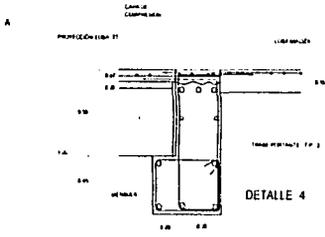


PLANTA TIPO DE ESTACIONAMIENTOS



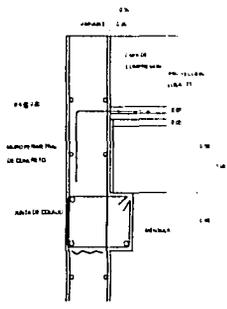
DETALLE 1

DETALLE 2



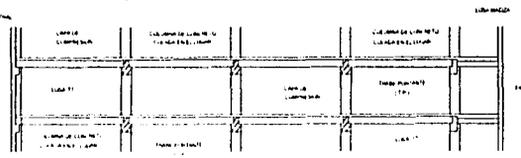
DETALLE 4

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



DETALLE 3

7 6 5 4 3



CORTE ESQUEMATICO A-A

SIMBOLOGIA	
	COLUMNA DE CONCRETO
	TRABE DE RIGIDEZ
	TRABE CON TRABE PORTANTE
	TRABE PORTANTE
	TRABE PORTANTE
	TRABE PORTANTE

PLANTA TIPO SOTANOS		ESCALA:
PROYECTO:	TESIS	1:50
PROCESO CONSTRUCTIVO:	DE LA TORRE III SANTA FE	1:50
FECHA:		1971

la f

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TESIS C. I.
FALLA DE ORIGEN

III.1.- UBICACIÓN DE LA OBRA DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRATIGRÁFICO.

El sitio de estudio se localiza en la llamada zona de Lomas, de acuerdo a la zonificación de la ciudad desde el punto de vista estratigráfico, y al occidente de la cuenca del valle de México, como se muestra en la siguiente figura.

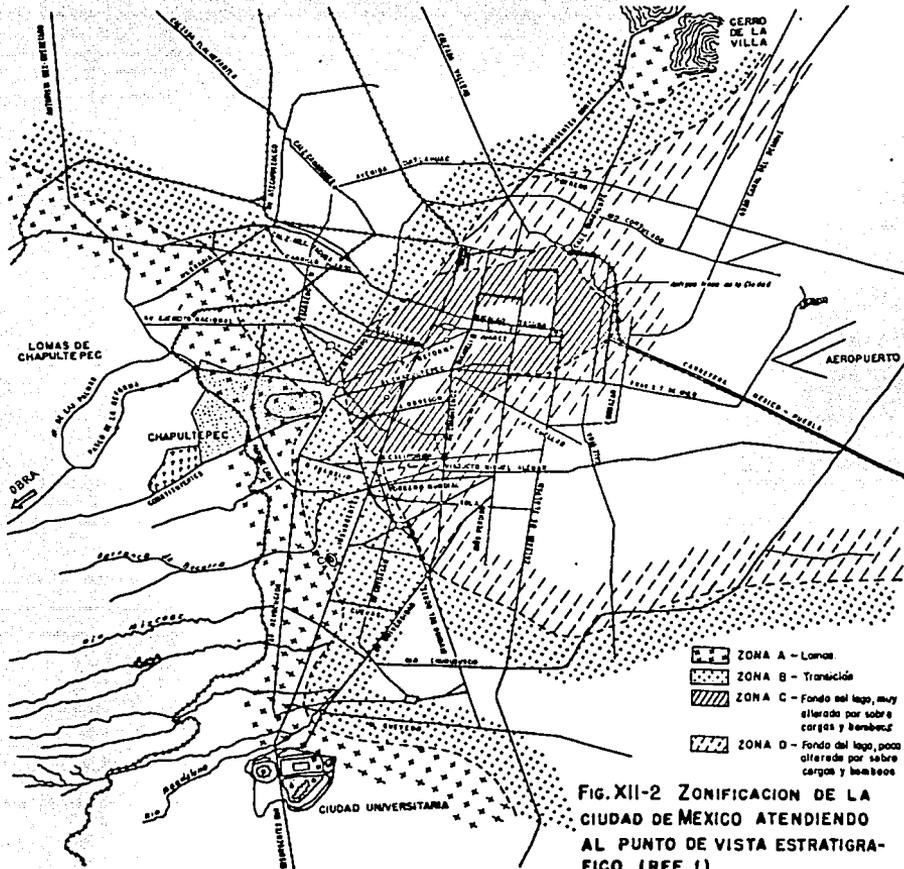


Fig. 4 Plano de zonificación estratigráfica de la ciudad de México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III. 2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA.

Clasificación de los suelos

El sistema de clasificación de suelos que es el más usado en la actualidad divide a los suelos en dos grandes fracciones: la gruesa formada por partículas mayores que la malla No. 200 (0.074 mm) y menores que la malla 3" (7.62) y la fina, formada por partículas que pasan la malla No. 200.

La fracción gruesa se subdivide en gravas y arenas, teniendo como frontera la malla No.4 (4.76 mm).

La fracción fina se subdivide en grupos, tomando en cuenta sus características de plasticidad, las cuales están relacionadas con las propiedades mecánicas e hidráulicas. La plasticidad de un material se debe a la forma laminar de las partículas coloidales que lo constituyen, así las características de plasticidad son una medida indirecta de la compresibilidad del mismo.

Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas en peso son finas.

Los diferentes grupos de suelos gruesos son:

- a) Gravas y suelos en los que predominen éstas, símbolo G (gravel)
- b) Arenas y suelos arenosos, símbolo S (sand)

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro grupos:

- 1.- Material prácticamente limpio de finos, bien graduado. Símbolo W (well graded).
- 2.- Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (poorly graded).
- 3.- Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M (del sueco mo y mjala).
- 4.- Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C (clay)

La subdivisión de los finos da lugar a :

- a) Limos inorgánicos, de símbolo genérico M (del sueco mo y mjala)
- b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C (clay)
- c) Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O (organic)

Así mismo estos tres tipos de suelos se subdividen, de acuerdo a su límite líquido en dos grupos; Si éste es menor del 50%, son suelos de compresibilidad baja o media, se les añade la letra L (low compressibility), si el límite líquido es mayor del 50% se les añade el símbolo H (high compressibility).

Relaciones volumétricas gravimétricas de los suelos.

Fases del suelo.

Un suelo está constituido por tres fases: la sólida, la líquida y la gaseosa. La fase sólida está formada por partículas minerales del suelo; la líquida por el agua, aunque en los suelos pueden existir otros líquidos de menor significación; la fase gaseosa comprende sobre todo el aire, aunque pueden estar presentes otros gases.

Se considera que el volumen de vacíos está formado por las fases líquida y gaseosa, mientras que el volumen de los sólidos lo constituye la fase sólida.

Se considera que un suelo totalmente saturado es aquel en el que todos sus vacíos están ocupados por agua.

En el siguiente esquema se representa una muestra de suelo en el que se aprecian sus fases principales, así como el significado de sus símbolos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

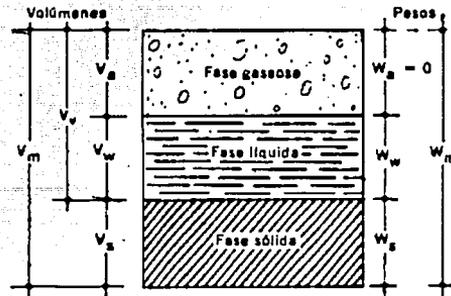


Fig. 5 Esquema de una muestra de suelo.

V_m = Volumen de la muestra de suelo (volumen de la masa)

V_s = Volumen de la fase sólida de la muestra (volumen de sólidos)

V_v = Volumen de los vacíos de la muestra del suelo (volumen de vacíos)

V_w = Volumen de la fase líquida contenida en la muestra (volumen de agua)

V_a = Volumen de la fase gaseosa de la muestra (volumen de aire)

W_m = Peso total de la muestra de suelo (peso de la masa)

W_s = Peso de la fase sólida de la muestra de suelo (peso de los sólidos)

W_w = Peso de la fase líquida de la muestra (peso del agua)

W_a = Peso de la fase gaseosa de la muestra, usualmente usado como nulo en la Mecánica de Suelos

Relaciones de pesos y volúmenes

En Mecánica de Suelos se relaciona el peso de las distintas fases con sus volúmenes correspondientes, por medio del concepto de peso específico, es decir, de la relación entre el peso de la sustancia y su volumen.

Teniéndose los siguientes pesos específicos:

γ_0 = Peso específico del agua destilada, a 4° C de temperatura y a la presión atmosférica correspondiente al nivel del mar. En sistemas derivados del métrico es igual a 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

γ_w = Peso específico del agua en condiciones reales de trabajo, su valor difiere poco del de γ_o y, en muchas cuestiones prácticas ambos son tomados como iguales.

γ_m = Peso específico de la masa del suelo. Por definición se tiene:

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m} = \frac{W_s + W_w}{V_m}$$

γ_s = Peso específico de la fase sólida del suelo

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

El peso específico relativo queda definido como la relación entre el peso específico de una sustancia y el peso específico del agua, a 4° C, destilada y sujeta a una atmósfera de presión, distinguiéndose los siguientes pesos específicos relativos:

S_m = Peso específico relativo de la masa de suelo.

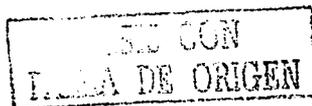
$$S_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_o} = \frac{W_m}{V_m \gamma_o}$$

S_s = Peso específico relativo de la fase sólida del suelo.

$$S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_o} = \frac{W_s}{V_s \gamma_o}$$

Relaciones fundamentales

Para un mejor manejo de las propiedades mecánicas de los suelos y de su significado y sentido físico, se presentan las relaciones utilizadas en la Mecánica de Suelos.



- a) Relación de vacíos, oquedad o índice de poros, es la relación entre el volumen de los vacíos y el de los sólidos de un suelo.

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

En la práctica no suelen hallarse valores menores de 0.25 (arenas muy compactas con finos) ni mayores de 15, en el caso de algunas arcillas altamente compresibles.

- b) Porosidad del suelo, es la relación entre su volumen de vacíos y el volumen de su masa. Está expresado como un porcentaje:

$$n(\%) = \frac{V_v}{V_m} \times 100$$

Los valores reales oscilan entre 20% y 95%.

- c) Grado de saturación, es la relación entre su volumen de agua y el volumen de sus vacíos, de igual forma se expresa como un porcentaje:

$$G_w(\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100$$

Varía de 0 (suelo seco) a 100% (suelo totalmente saturado).

- d) Contenido de agua o de humedad, es la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida, igualmente se expresa como un porcentaje:

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La humedad de los suelos varía entre límites muy amplios, en México existen valores de 1,000% en arcillas procedentes de la región sureste del país. En el valle de México existen humedades de 500 a 600%.

- e) Grado de saturación de aire, es una relación de poca importancia práctica con relación a las anteriores y queda definida como sigue:

$$G_a(\%) = \frac{V_a}{V_v} \times 100$$

Características físicas del predio de interés.

El predio en el que se realizó el proyecto de edificación se localiza en un área que ocupaban las antiguas minas de Santa Fe, en las que los depósitos naturales del subsuelo fueron explotadas a cielo abierto, con esto se modificó la topografía superficial del subsuelo, se presume que esto se realizó sin un orden preestablecido, lo cual ocasionó excavaciones con profundidad y extensión variable.

Posteriormente con el propósito de que la superficie del terreno tuviera los niveles de banqueta para el proyecto urbanístico de la zona, se colocaron en esta área a volteo, materiales de relleno, constituidos en parte por gravas y boleos empacados en arena poco arcillosa, en algunas zonas estaban contaminados por basura o cascajo, llevándose a cabo sin un control tanto en el tipo de materiales como en su acomodo, dando como resultado una gran heterogeneidad en la constitución y compacidad de los rellenos. Los materiales que subyacían correspondían a depósitos volcánicos de tipo lahar, correspondientes a materiales resistentes de depósito natural.

Los depósitos que constituyen esta formación presentan una estratificación regular en algunas zonas, en otras irregular y hasta lenticular, están constituidos por materiales producto de erupciones violentas, formando tobas arcillosas y lahares sobre todo. Estas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

estructuras están formadas por la superposición de varios abanicos volcánicos, surcadas superficialmente por barrancas y cañadas que son producto de la erosión debida al escurrimiento del agua de lluvias, estos escurrimientos transportaron materiales que se redepositaron constituidos principalmente por gravillas, gravas y boleos con poca arena. En esta zona hubo depósitos naturales de lahares de origen volcánico formados por materiales andesíticos con grava, arena, limos y boleos en porcentajes variables y con un estado de compactación muy alto, que subyacen a los rellenos a volteo.

III. 3.- EXPLORACIÓN Y MUESTREO.

Para poder diseñar adecuadamente la cimentación de una edificación se deben llevar a cabo trabajos de exploración del subsuelo, obteniendo muestras para llevarlas al laboratorio donde se les harán las pruebas y ensayos correspondientes, con la finalidad de determinar las propiedades de los materiales que forman las capas y conocer sus características de resistencia y deformación, determinando así junto con otros elementos el tipo de cimentación más adecuado.

El comportamiento de la cimentación depende primordialmente de las propiedades mecánicas que tengan los depósitos de suelo y/o roca subyacente del lugar en el que se va a cimentar, por ser este un material natural, sus propiedades no son controlables y son más difíciles de determinar con precisión que los materiales de la estructura, por ello es importante que las muestras sean representativas, para que, de los resultados obtenidos el ingeniero se forme una idea razonable del estado, disposición y posible comportamiento de los depósitos naturales sobre los que se pretende trabajar.

Dentro de los trabajos geotécnicos iniciales se realizan visitas al sitio seleccionado, con el fin de elaborar un reconocimiento de la zona y conocer los posibles accidentes topográficos y geotécnicos superficiales existentes, ubicando de esta manera, el lugar donde se obtendrán las muestras.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la Mecánica de suelos, es imprescindible contar con información del suelo donde se llevará a cabo una construcción tanto en la etapa de proyecto como en la ejecución de la obra. Ya que darán un mejor conocimiento de las propiedades del suelo pudiendo así diseñar el desarrollo de la misma.

En lo que se refiere al sondeo, se tienen dos tipos de sondeos: los preliminares y los definitivos.

La programación de muestreo correcto (número, tipo y profundidad de los sondeos) depende fundamentalmente de la experiencia del ingeniero, así como del tipo de subsuelo y de la importancia de la obra.

Tipos de sondeos

Para fines de muestreo y conocimiento del subsuelo se tienen los siguientes tipos de sondeos.

Métodos de exploración de carácter preliminar.

- a) Pozos a cielo abierto con muestreo alterado o inalterado.
- b) Perforaciones con posteadora, barrenos helicoidales o métodos similares.
- c) Métodos de lavado
- d) Método de penetración estándar.
- e) Método de penetración cónica.
- f) Perforaciones en boleos y gravas.

Métodos de sondeo definitivo.

- a) Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado.
- b) Métodos con tubo de pared delgada.
- c) Métodos rotatorios para roca.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Métodos geofísicos.

- a) Sísmico.
- b) De resistencia eléctrica
- c) Magnético y gravimétrico.

En seguida se da una descripción de los métodos anteriormente mencionados.

Métodos de sondeo preliminar.

- a) Pozos a ciclo abierto.

Consiste en excavar un pozo de dimensiones suficientes para que un técnico pueda bajar directamente y examinar los diferentes estratos de suelo en su estado natural, así como del agua contenida en el suelo. Este tipo de excavación no puede llevarse a cabo a grandes profundidades debido a la dificultad de controlar el flujo de agua bajo el nivel freático. Las muestras alteradas son simplemente porciones de suelo que se protegerán contra pérdidas de humedad introduciéndolas en frascos o bolsas emparafinadas. Las muestras inalteradas deberán tomarse con precaución, generalmente labrando la muestra en una oquedad que se practique para tal efecto en la pared del pozo. La muestra debe protegerse contra pérdidas de humedad envolviéndola en una o más capas de manta debidamente impermeabilizada con brea y parafina.

- b) Perforaciones con posteadora, barrenos helicoidales o métodos similares.

En estos sondeos la muestra obtenida es completamente alterada, pero representativa. Un factor importante en el caso de los barrenos (Fig. 6.a) es el paso de la hélice que debe ser muy cerrado para suelos arenosos y mucho más abierto para el muestreo en suelos plásticos.

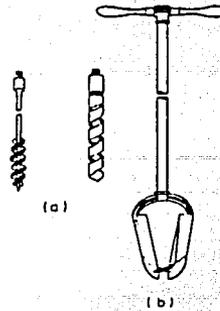


Fig. 6 Herramientas por rotación, a) barrenos helicoidales, b) posteadora.

Las más utilizadas son las posteadoras (Fig. 6.b) cuyo mecanismo es hacerlas penetrar en el terreno ejerciendo un giro sobre el maneral adaptado al extremo superior de la tubería de perforación.

Las herramientas se conectan al extremo de una tubería de perforación, formada por secciones de igual longitud, que se van añadiendo según aumenta la profundidad del sondeo.

Cuando existen arenas bajo nivel freático se recurre al uso de cucharas especiales, de las cuales hay una gran variedad, teniendo dos de las más comunes en la Fig. 7.

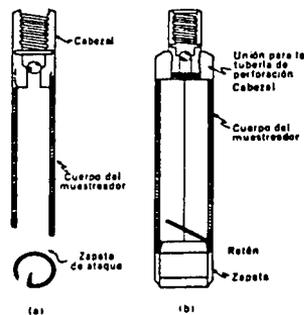


Fig. 7 Cucharas muestreadoras.

c) Método de lavado.

Es un método económico y rápido para conocer aproximadamente la estratigrafía del suelo. Estas muestras resultan tan alteradas que prácticamente no deben considerarse como representativas para realizarles ninguna prueba de laboratorio.

El equipo que se requiere para realizar la perforación consiste en un trípode con polea y martinete suspendido de 80 a 150 kg de peso, que se utiliza para hincar en el suelo a golpes el ademe que se empleará en el proceso, en el extremo inferior de la tubería cuenta con un trépano de acero perforado que permite el paso del agua a presión, esto por medio de una bomba (Fig.8).

La inyección de agua forma una suspensión con el suelo en el fondo y sale al exterior a través del espacio comprendido entre el ademe y la tubería de inyección, cuando ha salido es recogida en un recipiente en el cual se puede analizar el sedimento.

Este método debe ir complementado en todos los casos por un muestreo por una cuchara sacamuestras colocada en el extremo de la tubería en lugar del trépano.

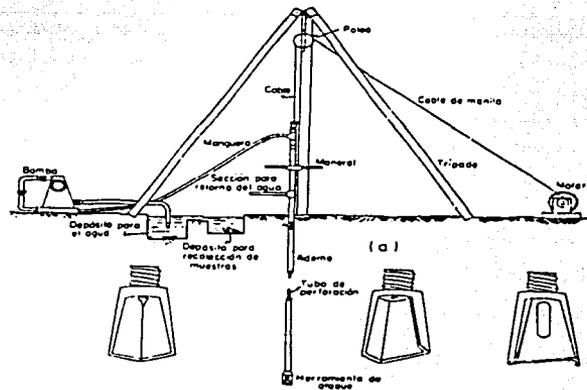


Fig. 8 Dispositivo de sondeo por lavado y barrenos de perforación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la Fig. 9, se presentan algunos modelos muestradores que se colocan en el extremo inferior de la tubería para obtener muestras representativas, los cuales se introducen a golpes, el más usado es el de media caña.

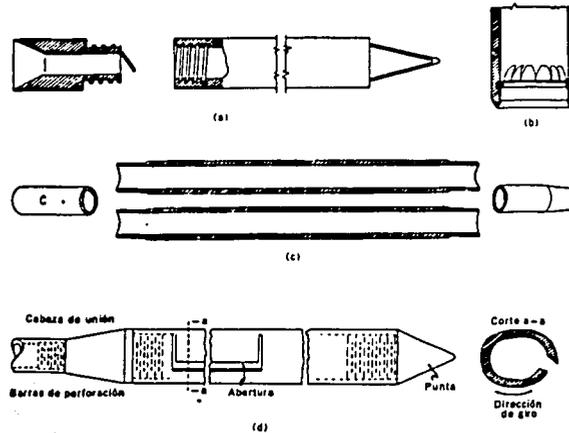


Fig. 9 tipos de muestradores.

d) Método de penetración estándar

Este método es el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona más información útil del subsuelo.

Cuando existen suelos puramente friccionantes, esta prueba permite conocer la compacidad de los mantos, que es la característica fundamental respecto a su comportamiento mecánico, obteniéndose con este método muestras alteradas representativas del suelo en estudio.

El equipo con el que se debe contar para poder aplicar este procedimiento consta de un muestrador especial (muestrador o penetrómetro estándar) de dimensiones establecidas que se muestran en la Fig. 10.

Normalmente el penetrómetro es de media caña, para facilitar la extracción de la muestra que ha penetrado en su interior. El penetrómetro se enrosca en el extremo de la tubería de perforación y la prueba consiste en hacerlo penetrar por medio de golpes que son dados por un martinete de 63.5 kg (140 libras) el cual cae desde 76 cm. (30 pulgadas), contando el número de golpes necesario para lograr una penetración de 30 cm (1 pie). El martinete, hueco y guiado por la misma tubería de perforación, es elevado por un cable que pasa por la misma tubería de perforación, es elevado por un cable que pasa por la polea del trípode y dejado caer desde la altura requerida contra un ensanchamiento de la misma tubería de perforación hecho para tal efecto. En cada avance de 60 cm se retira el penetrómetro, removiendo al suelo que yace en su interior el cual constituye la muestra.

El fondo del pozo debe ser previamente limpiado cuidadosamente, usando posteadora o cuchara del tipo de las mostradas anteriormente. Cuando se ha limpiado el pozo, el muestreador se hace descender hasta tocar el fondo y, posteriormente, a golpes, se hinca el penetrómetro 15 cm dentro del suelo. A partir de ese momento deben contarse el número de golpes necesario para lograr la penetración de los siguientes 30 cm.

La importancia y utilidad de la prueba de penetración estándar radican en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio para diferentes suelos sobre todo arenas, que permiten relacionar aproximadamente la compacidad, el ángulo de fricción interna ϕ , en arenas y el valor de la resistencia a la compresión simple, q_u en arcillas, con el número de golpes necesarios en ese suelo para que el penetrómetro estándar logre entrar los 30 cm especificados.

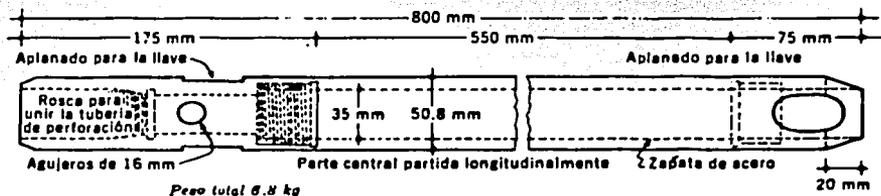


Fig. 10 penetrómetro estándar.

YESIS COM
FALLA DE ORIGEN

En la gráfica de la Fig. 11 se puede observar que al aumentar el número de golpes se tiene mayor compactación relativa en la arena y, consecuentemente, mayor ángulo de fricción interna.

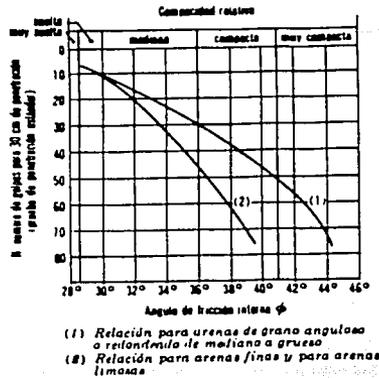


Fig. 11 gráfica de correlación entre el no. de golpes para 30 cm de penetración y el ángulo de fricción interna de las arenas.

e) Método de penetración cónica

Consiste en hacer penetrar una punta cónica en el suelo y medir la resistencia que el suelo ofrece. En la Fig. 12 aparecen algunos de los diversos tipos de conos que existen. Dependiendo del procedimiento que se utilice para hincar los conos en el terreno estos se dividen en estáticos y dinámicos. En los primeros la herramienta se hincan a presión, que se mide en la superficie con un gato apropiado; en los segundos el hincado se realiza por medio de golpes con un peso de 63.5 kg, que cae de una altura de 76 cm y también se cuentan el número de golpes para 30 cm de penetración de la herramienta.

Para este tipo de prueba no existen correlaciones lo cual genera resultados de dudosa interpretación aunque es más económica y rápida. Para el caso de la presión estática, se utiliza un gato y un marco fijo de carga que puede estar sujeto al ademe necesario para proteger la tubería de perforación de la presión lateral. La velocidad de penetración suele ser constante y del orden de 1cm/seg.

Debido a que con este tipo de prueba no se obtiene muestra del suelo solo son útiles en zonas cuya estratigrafía sea ya conocida o se desee obtener información de sus características en un lugar específico.

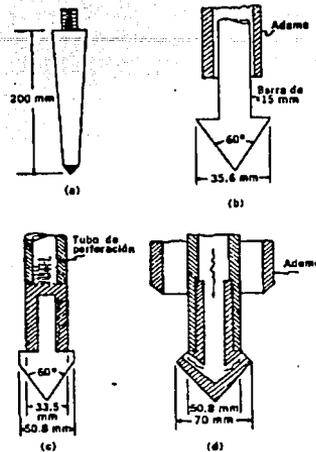


Fig. 12 Penetrómetros cónicos.

f) Perforaciones en boleos y gravas.

Cuando durante las perforaciones se presentan estratos de boleos o gravas, es necesario emplear equipo más pesado como barretones con taladros de acero duro, que se suspenden y se dejan caer sobre el estrato en cuestión, cuyo manejo se realiza por medio de cables. Inclusive se ha llegado al uso de explosivos para romper la resistencia de un obstáculo que se presente durante un sondeo.

Métodos de sondeo definitivo.

Estos métodos tiene por objeto brindar muestras inalteradas de los suelos, que son las apropiadas para pruebas de compresibilidad y resistencia y muestras de roca, aunque se

TESIS CON
FOLIA DE ORIGEN

debe entender cuando se habla de muestras inalteradas que se refiere a un tipo de muestra obtenida por cierto procedimiento que trata de hacer mínimos los cambios en las condiciones de la muestra "in situ", no interpretando la palabra literalmente.

a) Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado.

El método ya descrito anteriormente, cuando es factible debe considerarse el mejor de todos los métodos de exploración para obtener muestras inalteradas.

b) muestreo con tubos de pared delgada.

En este método se hince un muestreador de pared delgada con un pistón en su posición inferior, llevándolo al nivel deseado sin que el suelo de niveles más altos en el fondo del pozo entre en él; una vez en el nivel de muestreo, el pistón se eleva hasta su parte superior y el muestreador se hince libremente (pistón retráctil) o bien fijado el pistón en el nivel de muestreo por un mecanismo accionado desde la superficie, se hince el muestreador de pared delgada relativamente al pistón hasta que se llena de suelo (pistón fijo).

En la Fig.13.a aparece uno de los tipos más comunes de muestreadores de pared delgada; en la parte b se encuentra un tipo más elaborado de muestreador de pistón.

En ocasiones y en suelos muy blandos y con alto contenido de agua, los muestreadores de pared delgada no logran extraer la muestra, saliendo sin ella a la superficie; esto se puede evitar hincando el muestreador lentamente y, una vez lleno de suelo, se deja en reposo un cierto tiempo antes de proceder a la extracción, ya que la adherencia entre el suelo y el muestreador crece con el tiempo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

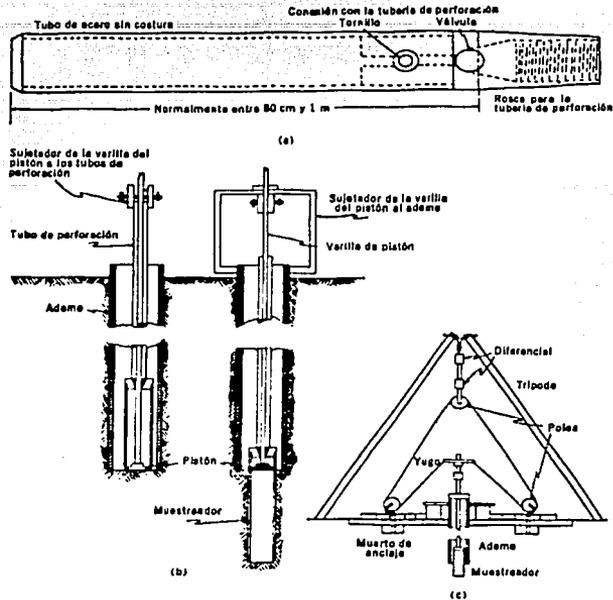


Fig. 13 muestreadores de tubo de pared delgada, a) tipo Shelby, b) de pistón y c) dispositivo de hincado.

c) Métodos rotatorios para roca.

Cuando un gran estrato rocoso aparece en la perforación se hace indispensable recurrir al empleo de máquinas perforadoras a rotación con broca de diamantes o del tipo cáliz. Para el primer caso, en el extremo de la tubería de perforación va colocado un muestreador especial, llamado de corazón, en cuyo extremo inferior se acopla una broca de acero duro con incrustaciones de diamante industrial para facilitar la perforación.

Para el segundo, los muestreadores son de acero duro, facilitando la perforación por medio de municiones de acero que se echan a través de la tubería hueca hasta la perforación y que actúan como abrasivo.

En la Fig.14 aparece un esquema de una máquina perforadora, dos muestreadores de corazón y algunos tipos de broca.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

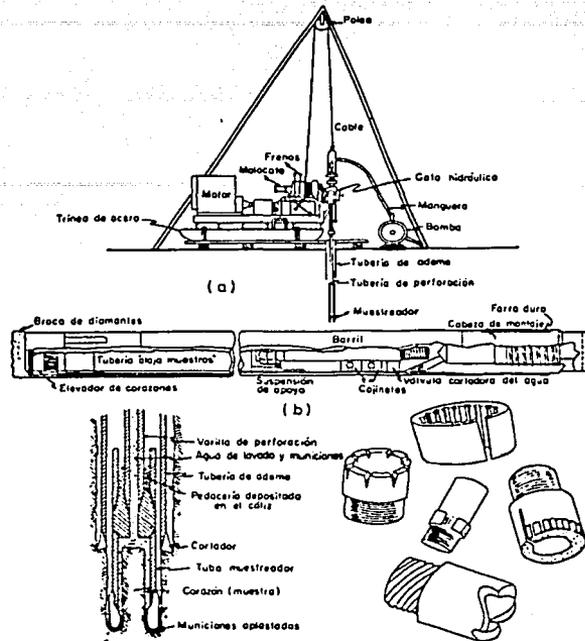


Fig. 14 Equipo para muestreo en roca, a) máquina perforadora, b) muestreador para broca de diamante, c) muestreador tipo cáliz, d) tipos de brocas.

Métodos geofísicos.

Estos Métodos determinan las variaciones en las características físicas de los diferentes estratos del subsuelo o los contornos de la roca basal que subyace a depósitos sedimentarios.

a) Método sísmico.

Se basa en la diferente velocidad de propagación de las ondas vibratorias de tipo sísmico a través de diferentes medios materiales. El método consiste en provocar una explosión en un punto determinado del área a explorar usando una pequeña carga de explosivo, usualmente nitroamonio. Por la zona a explorar se sitúan registradores de onda (geófonos), separados entre sí de 15 a 30 m. Los geófonos captan la vibración que

se transmite amplificada a un oscilógrafo central. El tiempo de recorrido de una onda refractada está determinado por su ángulo crítico de incidencia respecto de la frontera de roca basal, que depende de la naturaleza del suelo y de la roca.

Se construye una gráfica que relacione la distancia del geófono al punto donde se originó la perturbación, con el tiempo que tardó en registrarse la onda en ese geófono, donde se interpretarán los resultados obtenidos.

En la Fig.13 se muestra un esquema del dispositivo para exploración geofísica por el método sísmico.

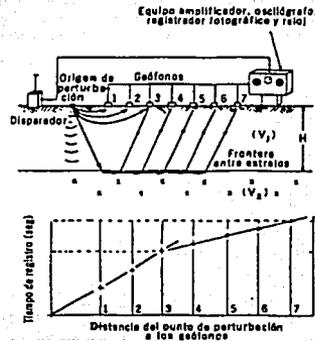


Fig. 15 Esquema de dispositivo para exploración geofísica por el método sísmico.

c) Método de resistividad eléctrica.

El método se basa en el hecho de que los suelos presentan una mayor o menor resistividad eléctrica de acuerdo a su naturaleza. Se emplea para determinar la presencia de estratos de roca en el subsuelo.

La resistividad de una zona de suelo se mide colocando cuatro electrodos alineados y a espacios iguales en la superficie del terreno, los dos exteriores, van conectados en serie a una batería y son los electrodos de corriente (medida por un miliamperímetro), en

tanto que los interiores se denominan de potencial y están conectados a un potenciómetro que mide la diferencia de potencial de la corriente que circula, en la Fig. 16 se muestra un esquema de este dispositivo.

Los electrodos de corriente son simples varillas metálicas, con punta afilada, mientras que los de potencial son recipientes porosos llenos de una solución de sulfato de cobre, que garantiza un buen contacto eléctrico al filtrarse al suelo.

La resistividad se puede calcular a partir de las lecturas del miliamperímetro I y del potenciómetro V y de la separación entre los electrodos, d.

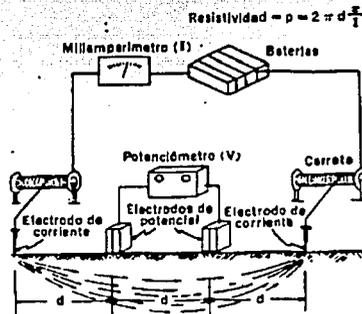


Fig. 16 Esquema de dispositivo para exploración geofísica por el método de resistividad eléctrica.

d) Métodos magnéticos y gravimétricos.

En el método magnético se usa un magnetómetro, que mide la componente vertical del campo magnético terrestre en varias estaciones próximas entre sí en la zona considerada. En el caso de los gravimétricos se mide la aceleración del campo gravitacional en diversos puntos de la zona a explorar. Los valores de dicha aceleración ligeramente más altos que el normal de la zona indicará que existen masas duras de roca, de lo contrario indicará la presencia de masa ligera o cavernas y oquedades.

En la Mecánica de Suelos, estos métodos no son muy usados debido a lo errático de su información y a la difícil interpretación de sus resultados.

III.4.- RESULTADOS Y ESTRATIGRAFÍA

Con el fin de determinar la profundidad a la que se encuentran los materiales resistentes de depósito natural, se efectuaron siete sondeos exploratorios a una profundidad de 30 metros, cuya ubicación se muestra en la Fig. 17, para ello se empleo el método de penetración estándar descrito ya anteriormente, siendo como ya se indicó, entre los exploratorios preliminares el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona mejor información del subsuelo, además permite conocer la compacidad de las capas de suelo que es considerada como la característica fundamental respecto a su comportamiento mecánico. Con éste método se obtuvieron muestras representativas alteradas. En algunos de los sondeos durante su realización se perdió el fluido de perforación que fue indicio de una estructura abierta en los materiales de relleno.

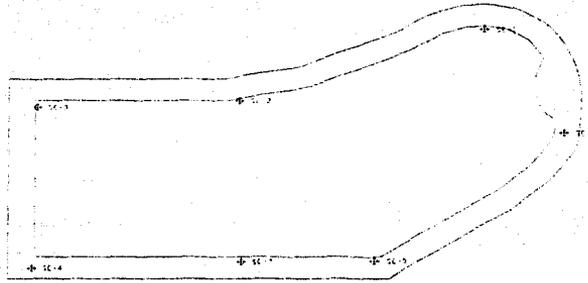


Fig. 17 Ubicación de sondeos.

A las muestras obtenidas por el método de penetración estándar, se les hicieron las pruebas de laboratorio correspondientes como son:

- Clasificación visual y al tacto, en estado húmedo y seco
- Contenido natural de agua
- Análisis granulométrico mediante mallas
- Densidad de sólidos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se define para cada uno de los sondeos realizados, la secuencia estratigráfica obtenida.

SONDEO EXPLORATORIO No.1

Profundidad m	Descripción
0.0 - 1.0	Material de relleno constituido por gravas con arena poco limosa café clara, con un contenido medio de agua de 12%, de compacidad media a suelta.
1.0 - 1.5	Material de relleno constituido por arena poco limosa gris obscura, con gravas aisladas, con un contenido medio de agua de 15%, de compacidad media a suelta.
1.50 - 3.50	Material de relleno constituido por arcilla café con poca arena fina y gravas, con un contenido medio de agua de 32%, con índice de resistencia a la penetración estándar variable entre 10 y 7 golpes, de consistencia media.
3.5 - 4.0	Material de relleno constituido por arena gris verdosa, bien graduada, con gravas, con un contenido medio de agua de 10%, de compacidad media a suelta.
4.0 - 5.3	Material de relleno constituido por gravas con arena bien graduada poco arcillosa, con contenido medio de agua del 20%, de compacidad media a suelta.
5.3 - 6.0	Material de relleno constituido por arena poco arcillosa con gravas, con un contenido de agua del 13%, de compacidad media a suelta.
6.0 - 7.0	Material de relleno constituido por arcilla arenosa café con gravas, con contenido medio de agua del 25%, de consistencia firme.
7.0 - 9.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas, con un contenido medio de agua del 20%, con un índice de resistencia a la penetración estándar de 15 golpes en la parte inferior del estrato y más de 50 golpes en la parte superior, su compacidad varía de muy compacta en la parte superior a compacidad media en la parte inferior.
9.0 - 13.0	Material de relleno constituido por grava poco arenosa, con boleos, de compacidad media a suelta.
13.0 - 16.0	Material de relleno constituido por arena con grava y boleos, de compacidad media a suelta.
16.0 - 30.0	Depósito de lahar, constituido por arenas y boleos aislados, color gris con índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, muy compacta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SONDEO EXPLORATORIO No.2

Profundidad m	Descripción
0.0 – 1.2	Material de relleno constituido por arcilla arenosa con gravas, con un contenido medio de agua del 14%, e índice de resistencia a la penetración estándar variable entre 8 y 11 golpes, de consistencia media a firme.
1.2 – 5.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas, de compacidad media a suelta.
5.0 – 19.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa, de distintas tonalidades, con gravas y boleos aislados, con un contenido de agua que varía entre 10 y 20%, de compacidad media a suelta.
19.0 – 30.0	Depósito de lahar constituido por arena bien graduada gris, con gravas y boleos, poco limosa, con un contenido medio de agua del 15%, e índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, muy compacta.

SONDEO EXPLORATORIO No.3

Profundidad m	Descripción
0.0 – 1.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas, con un contenido medio de agua del 12%, de consistencia firme.
1.0 – 1.5	Material de relleno constituido por gravas con arena poco arcillosa, con un contenido de agua del 9%, de compacidad media a suelta.
1.5 – 3.5	Material de relleno constituido por arena con gravas y boleos, de compacidad media a suelta.
3.5 – 9.0	Material de relleno constituido por grava con arena arcillosa, con un contenido medio de agua del 15%, de compacidad media a suelta.
9.0 – 9.4	Material de relleno constituido por arcilla arenosa café clara, con un contenido de agua del 25%, de consistencia dura.
9.4 – 10.0	Material de relleno constituido por gravas con arcilla arenosa, con un contenido medio de agua del 15%, de compacidad media a suelta.

10.0 – 10.6	Material de relleno constituido por arcilla arenosa con gravas, con un contenido de agua del 33%, de compacidad media a suelta.
10.6 – 13.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas aisladas, con un contenido medio de agua del 17%, e índice de resistencia a la penetración estándar variable de 32 a 50 golpes, con compacidad de compacta a muy compacta.
13.0 – 13.6	Material de relleno constituido por limo arcilloso poco arenoso con gravas, con un contenido de agua del 34%, con índice de resistencia a la penetración estándar de 33 golpes compacidad media a compacto.
13.6 – 15.5	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas con un contenido de agua medio de 25%, de compacidad media a suelta.
15.5 – 16.5	Material de relleno constituido por arena limosa con gravas aisladas, con un contenido medio de agua del 20% de compacidad media a suelta.
16.5 – 30.0	Depósito de lahar constituido por arena limosa gris clara con gravas y boleas aislados, con un contenido medio de agua del 10% e índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, muy compacta.

SONDEO EXPLORATORIO No.4

Profundidad m	Descripción
0.0 – 1.2	Material de relleno constituido por arcilla poco arenosa con gravas, con un contenido de agua del 20%, e índice de resistencia a la penetración estándar de 3 a 6 golpes, de consistencia de blanda a media.
1.2 – 3.0	Material de relleno constituido por grava con arena arcillosa, con un contenido medio de agua del 15%, e índice de resistencia a la penetración estándar de 33 golpes en la parte superior a más de 50 golpes en la parte inferior, de compacidad variable de media a compacta.
3.0 – 3.6	Material de relleno constituido por arena con gravas, de compacidad media a suelta.
3.6 – 6.8	Material de relleno constituido por gravas con arena arcillosa, con un contenido medio de agua del 20%, e índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, excepto en la parte media del estrato en donde es de 33 golpes, muy compacta y compacta en la parte media del estrato.
6.8 – 8.1	Material de relleno constituido por arcilla poco limosa con gravas, con un contenido medio de agua del 25%, e índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes en los extremos del estrato y de 33 golpes en la parte media, de consistencia dura, y muy firme, respectivamente.
8.1 – 9.0	Material de relleno constituido por limo arcilloso-arenoso con gravas, con un contenido medio de agua del 18%, de compacidad media a suelta.
9.0 – 30.0	Depósito de lahar constituido por arena limosa gris clara, con gravas y boleas aislados, con un contenido medio de agua del 13%, e índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, muy compacta.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

SONDEO EXPLORATORIO No.5

Profundidad m	Descripción
0.0 - 2.0	Material de relleno constituido por arcilla arenosa con gravas, con un contenido medio de agua del 20%, e índice de resistencia a la penetración estándar de 13 golpes, de consistencia media a firme.
2.0 - 4.0	Material de relleno constituido por grava con arena arcillosa, común contenido medio de agua del 15%, de compactidad media a suelta.
4.0 - 5.0	Material de relleno constituido por arena con gravas poco arcillosa, con un contenido de agua del 15%.
5.0 - 6.0	Material de relleno constituido por grava con arena poco arcillosa, con un contenido de agua del 18%, de compactidad media a suelta.
6.0 - 30.0	Depósito de lahar constituido por arena de media a gruesa gris, con gravas y boleos, con índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, muy compacta.

SONDEO EXPLORATORIO No.6

Profundidad m	Descripción
0.0 - 2.0	Material de relleno constituido por arena limosa café clara, con gravas, con un contenido medio de agua del 8%, con índice de resistencia entre 9 y 11 golpes, de compactidad media.
2.0 - 4.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas, con un contenido medio de agua del 12%, con un índice de resistencia a la penetración estándar de 18 golpes en la parte superior a más de 50 golpes en la porción inferior, con compactidad de media a compacta.
4.0 - 8.0	Material de relleno constituido por arena poco arcillosa con gravas y boleos aislados, de compactidad media a suelta.
8.0 - 12.0	Material de relleno constituido por arena poco limosa con gravas y boleos, de compactidad media a suelta.
12.0 - 17.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas, de compactidad media a suelta.
17.0 - 20.0	Material de relleno constituido por grava con arena arcillosa, con un contenido medio de agua del 25%, de compactidad media a suelta.
20.0 - 21.0	Material de relleno constituido por grava arcillosa, de compactidad media a suelta.
21.0 - 30.0	Depósito de lahar constituido por arena poco limosa gris clara, con gravas y boleos aislados, con un contenido medio agua del 10%, e índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, muy compacta.

SONDEO EXPLORATORIO No.7

Profundidad m	Descripción
0.0 - 1.0	Material de relleno constituido por grava con arena arcillosa, con un contenido de agua del 12%, e índice de resistencia a la penetración estándar de 15 golpes, de compactidad media.
1.0 - 2.0	Material de relleno constituido por arena arcillosa con gravas, con un contenido de agua del 18%, de compactidad media a suelta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.0 – 4.0	Material de relleno constituido por grava con arena poco arcillosa, de compacidad media a suelta.
4.0 – 5.0	Material de relleno constituido por arena gruesa con gravas poco arcillosa, de compacidad media a suelta.
5.0 – 7.0	Material de relleno constituido por grava con arena arcillosa, con un contenido de agua del 15%, de compacidad media a suelta.
7.0 – 9.0	Material de relleno constituido por arena poco arcillosa con gravas, con un contenido de agua del 18%, de compacidad media a suelta.
9.0 – 10.0	Material de relleno constituido por arena con gravas con vetas de arcilla, de compacidad media a suelta.
10.0 – 30.0	Depósito de lahar, constituido por arena poco arcillosa con gravas y boleos aislados, con un contenido medio de agua del 12%, e índice de resistencia a la penetración estándar mayor de 50 golpes, muy compacta.

En ninguna de las perforaciones se encontró nivel freático hasta la profundidad explorada.

III. 5.- DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN.

Considerando que la estructura se apoya directamente sobre los depósitos volcánicos de alta resistencia, que el reglamento de construcciones considera como la zona I de suelos firmes, y considerándose que la estructura puede clasificarse dentro del grupo B de acuerdo a su estructuración, el coeficiente sísmico que se empleó es de 0.16.

Teniendo en cuenta las características estratigráficas y físicas del subsuelo obtenidas mediante los sondeos de tipo exploratorio; que se tendrán seis sótanos con nivel de piso terminado del sótano inferior en la cota 74 m, respecto al banco de nivel del levantamiento topográfico, teniendo con esto una profundidad tal que los materiales existentes al nivel máximo de excavación corresponden a los depósitos de lahar de alta resistencia; la problemática de excavación y compactación que puede presentarse; disponibilidad del equipo para realizar los trabajos y la experiencia local en diversos tipos de cimentación, se determinó en función de lo anterior, que la alternativa de cimentación más adecuada para la estructura es a base de zapatas aisladas para columnas y zapatas corridas para muros perimetrales, las cuales estarán unidas con

contratraves, a una profundidad de desplante tal que el empotramiento de las zapatas sea en los materiales resistentes.

Capacidad de carga

Para la obtención de la capacidad de carga de los materiales sobre los que se desplantarán las zapatas se determinó considerar que los materiales afectados por la superficie de falla son suelos friccionantes.

Aplicando la siguiente expresión:

$$C_a = \left[\bar{P}_v (N_q - 1) + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \right] F_R + P_v$$

Donde:

C_a : capacidad de carga admisible del suelo de apoyo de las zapatas, en ton/m².

P_v : Presión vertical efectiva a la profundidad de desplante, en ton/m².

N_q : Coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por:

$$N_q = e^{\sigma \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Siendo:

ϕ : Ángulo de fricción interna de suelo de apoyo, en grados

N_q : Se multiplica por $(1 + \tan \phi)$ en el caso de zapatas cuadradas, y por $(1 + (B/L) \tan \phi)$, para el caso de cimientos rectangulares.

γ : Peso volumétrico del suelo, arriba del nivel de desplante en ton/m³.

N_γ : coeficiente de capacidad de carga, adimensional y dado por:

$$N_\gamma = (N_q + 1) \tan \phi$$

N_γ : se multiplica por 0.6 en el caso de zapatas cuadradas, y por $(1 - 0.4(B/L))$ para cimientos rectangulares.

F_R : factor de resistencia, adimensional e igual a 0.35

P_v : presión vertical total a la profundidad de desplante de la cimentación, en ton/m^2 .

Considerando un ángulo de fricción interna de 39° y un peso volumétrico de 1.7 ton/m^3 (determinados mediante la correlación que existe entre estos y la resistencia a la penetración estándar de los materiales atravesados). Se obtuvo una capacidad de carga admisible para fines de diseño de 150 ton/m^2 para las zapatas aisladas y 80 ton/m^2 para las zapatas corridas.

Dimensionamiento de zapatas

La cimentación o subestructura, constituye un elemento de transición entre la estructura propiamente dicha o superestructura, y el terreno en el que se apoya. Su función es lograr que las fuerzas que se presentan en la base de la estructura se transmitan adecuadamente al suelo. Deberá haber una seguridad adecuada contra la presencia de hundimientos excesivos que ocasionen daños en la construcción misma o en las vecinas o en instalaciones enterradas en la proximidad de la cimentación.

En función de la profundidad a la que se apoyan las cimentaciones, estas se dividen en someras, que son aquellas que se apoyan en estratos poco profundos que tienen suficiente capacidad para resistir las cargas, en este grupo se encuentran las zapatas, que son un ensanchamiento de la sección de las columnas o muros, las zapatas pueden ser aisladas (bajo una sola columna) combinadas (bajo dos o más columnas) o corridas (bajo un muro de carga o una contratrabe). Otro tipo de cimentación somera está constituido por losas de cimentación, en las que el apoyo se realiza sobre toda el área de la construcción, estas losas pueden ser planas (sin vigas) o con retículas de vigas llamadas contratraves. Hay ocasiones en que la losa de cimentación, la losa de planta baja y las contratraves y los muros de lindero forman cajones de cimentación que

pueden permitir aprovechar el peso del suelo excavado para compensar parcial o totalmente el peso de la construcción y aliviar así la presión que se da en la superficie de contacto con el suelo.

Cimentaciones profundas, estas las constituyen principalmente pilotes, los cuales transmiten su carga al suelo ya sea por punta o por fricción y se denominan pilas cuando su sección transversal es de gran tamaño. Los pilotes pueden colocarse bajo zapatas o bajo losas de cimentación, combinándose así para resistir la carga en parte por apoyo somero y en parte por apoyo profundo.

Existen cimentaciones especiales que cumplen funciones particulares, como las cimentaciones masivas para absorber las vibraciones de maquinaria y las cimentaciones sumergidas para obras portuarias y marítimas.

Para el dimensionamiento de las zapatas se consideró como lo indica el reglamento de construcciones para el distrito federal, tomar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:

- Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad máxima más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.4.
- Condiciones dinámicas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocada por el momento de volteo debido al sismo) más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.1.

Cuando se combinan cargas como es el caso de solicitaciones sísmicas que dan lugar a excentricidades actuando a una distancia e del eje centroidal, el ancho efectivo de éste, se considera como:

$$B' = B - 2e$$

Donde:

B' : ancho efectivo en m.

B : ancho real de la zapata en m.

e : excentricidad respecto al centroide de área de cimentación.

Estado límite de falla para condiciones estáticas

Una vez dimensionadas las zapatas se verifica que se satisfaga la siguiente desigualdad:

$$\frac{Q_e F_c}{A} < R F_R$$

Donde:

Q_e : suma de acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, en ton.

F_c : factor de carga, adimensional e igual a 1.4

A : área de apoyo de la zapata, en m^2 .

R : capacidad de carga de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

F_R : factor de resistencia, igual a 0.35

Estado límite de falla para condiciones dinámicas.

Deberá verificarse que se satisfaga la siguiente desigualdad:

$$\frac{Q_d F_c}{A} < R F_R$$

Donde:

Q_d : suma de acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, en ton.

F_c : factor de carga, adimensional e igual a 1.1

A : área de apoyo de la zapata, en m^2 .

R : capacidad de carga de los materiales que subyacen a la zapata de cimentación.

F_R : factor de resistencia, igual a 0.35

Estado límite de servicio.

Los asentamientos elásticos que sufrirán los materiales de apoyo de las zapatas de cimentación, se calcularon para distintos anchos, aplicando el criterio de la teoría de la elasticidad, dado por la siguiente expresión:

$$d = \frac{1 - u^2}{E} PBI$$

Donde:

d : deformación elástica vertical, bajo el centro del área cargada, en m.

u : relación de poisson, adimensional

E : módulo de suelo de apoyo, en ton/m^2

P : presión de contacto aplicada por las zapatas, igual a 110 ton/m^2 , para zapatas aisladas y 60 ton/m^2 para las zapatas corridas, para un $F_c = 1$

B : ancho de zapatas, en m

I : factor de forma, adimensional, que depende del punto en que se desee estimar el asentamiento y de la forma de la zapata.

CAPÍTULO IV

PROCESO CONSTRUCTIVO

La ejecución de la obra se lleva a cabo a través de una serie de procedimientos constructivos basados en una planeación, logística, normas y especificaciones dispuestas para un óptimo desarrollo de la obra, a un costo razonable y en el tiempo establecido.

Es importante mencionar que durante el desarrollo de la obra se presentaron situaciones imprevistas que obligaron a ajustar o corregir procedimientos y programas para cumplir el objetivo planteado.

IV. 1.- LIMPIEZA DEL TERRENO.

Podemos considerar que uno de los trabajos preliminares dentro del desarrollo de una obra es la limpieza del terreno natural, esta consiste en remover la vegetación y desperdicios existentes, pudiendo ser con herramienta manual, equipo o ambas, todo esto con el fin de evitar obstáculos en las actividades posteriores, teniendo así libertad de maniobrar.

IV. 2.- TRAZO Y NIVELACION

Posteriormente a la limpieza del terreno, y con la ayuda de aparatos topográficos, se trazaron sobre el terreno las dimensiones en planta del edificio en cuestión con calidra, para que quedara bien definida cual sería la zona de excavación.

Además se hicieron marcas fijas para determinar los niveles actuales referidos a bancos de nivel existentes, por medio de mojoneras de concreto, que además tuvieron una localización adecuada para que no estorbaran o fueran removidas por las necesidades del avance de la obra y conocer posteriormente en campo el nivel de máxima excavación.

IV. 3.- EXCAVACIÓN Y OBRAS DE RETENCION

En los planos y especificaciones se ha determinado previamente el nivel de máxima excavación correspondiente al piso del sótano inferior que se ubica en la cota 74m., para

alcanzar este nivel fue necesario dejar taludes hacia las colindancias, con alturas que varían entre 28 y 18 m.

En las figuras 18 a 23 se presentan los cortes a lo largo de las colindancias e interiores del predio con la ubicación que se muestra en la figura 24, en las que se muestra el nivel actual de la superficie del terreno, el nivel al que se había estimado que aparecerían los materiales resistentes de depósito natural que subyacen a los rellenos heterogéneos de mala calidad, en los que se efectuó la excavación, además se indican los límites y profundidad de la excavación donde quedo alojada la estructura proyectada.



Fig. 18 Perfil estratigráfico en corte transversal 3-3'.

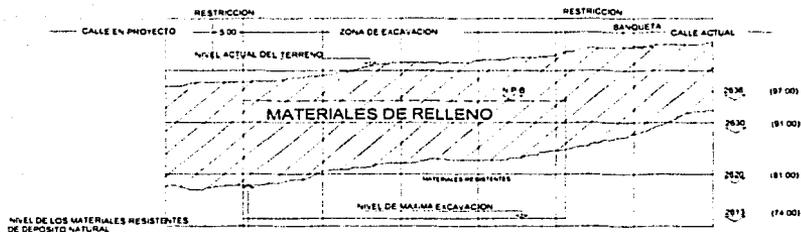
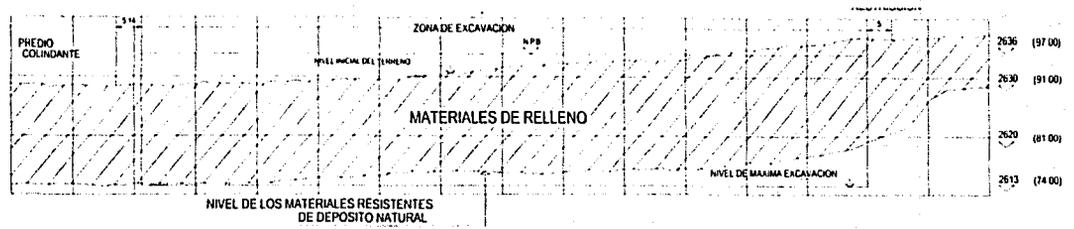


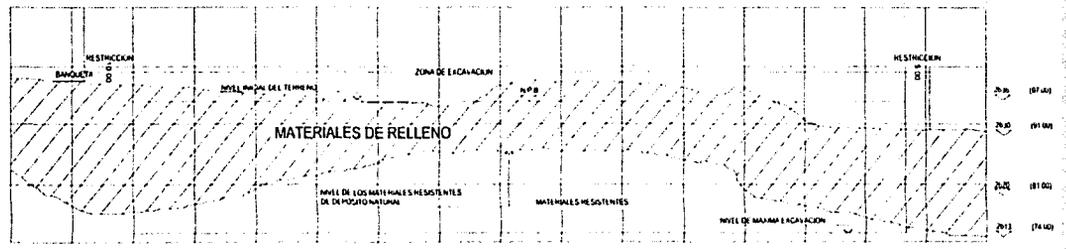
Fig. 19 Perfil estratigráfico en corte transversal 4-4'.

SE CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 20 Perfiles estratigráficos en corte longitudinal 1-1' y longitudinal 2-2'.



PERFIL ESTRATIGRAFICO EN CORTE LONGITUDINAL 1-1'



PERFIL ESTRATIGRAFICO EN CORTE LONGITUDINAL 2-2'

TENDS CON
 FALLA DE ORIGEN

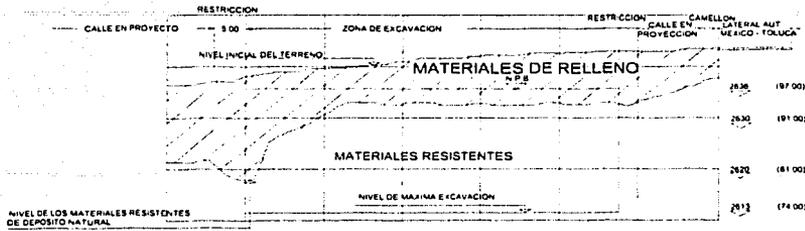


Fig. 21 Perfil estratigráfico en corte transversal 5-5'.

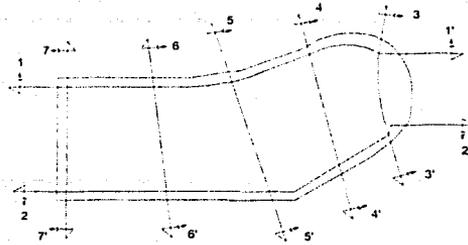


Fig. 22 Perfil estratigráfico en corte transversal 6-6'.



Fig. 23 Perfil estratigráfico en corte transversal 7-7'.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Fig. 24 Ubicación de cortes de perfil estratigráfico en el predio.

Considerando que los rellenos tienen una constitución muy heterogénea, tanto en cuanto al tipo de materiales que son predominantemente granulares, formados por gravas y boleos en diferentes porcentajes con poca arena y finos, como en su compacidad que varía de media a suelta; el procedimiento constructivo de excavación que se aplicó en ellos, contempló el manejo de taludes inclinados, que particularmente proporcionaron una mayor estabilidad a los materiales expuestos en la superficie del talud, esto en una primera etapa de excavación en la que no se confinaron los materiales mediante alguna estructura de retención.

Se planteó desde el principio que el realizar la excavación en los rellenos existentes dejando un talud vertical, aún en áreas reducidas y a corto plazo, debido al carácter granular y poco compacto de los materiales, tendrían una alta susceptibilidad a sufrir caídos, desprendimientos de boleos o desconchamientos locales, que generalmente son progresivos, hubiera dado lugar a una falla de talud de mayores proporciones.

En base a los resultados de análisis de estabilidad de taludes que se realizaron, un talud no protegido por alguna estructura de retención, realizado en los rellenos existentes, con altura mayor de 10 m., para resultar estable a mediano plazo, con un factor de seguridad del orden de 1.25, debió tener una pendiente de 1.2:1.0 (horizontal: vertical) y previendo en un principio que los taludes de la excavación no invadieran el área que ocuparía la estructura y por lo tanto permitir su construcción, además de que se desarrollarán dentro de los límites de la propiedad de l predio, en algunos casos se tuvieron inclinaciones mayores de 40°, que para el caso de materiales de relleno existentes, era la

máxima inclinación que podían adoptar los taludes para tener condiciones de estabilidad admisible.

Debido a que la inclinación necesaria de los taludes para llegar a lo anterior, dadas las características de los materiales que constituyen el talud, no corresponden a la condición estable. Se aumentaron las condiciones de estabilidad de los taludes mediante su retención hasta la profundidad en la que la excavación se realiza en los materiales de relleno, empleando una estructura constituida por una placa de concreto lanzado reforzada con malla electrosoldada y retenida por anclas de fricción cuya longitud activa se desarrolla detrás de la superficie potencial de desplazamiento en taludes definidos de acuerdo con la figura 25.

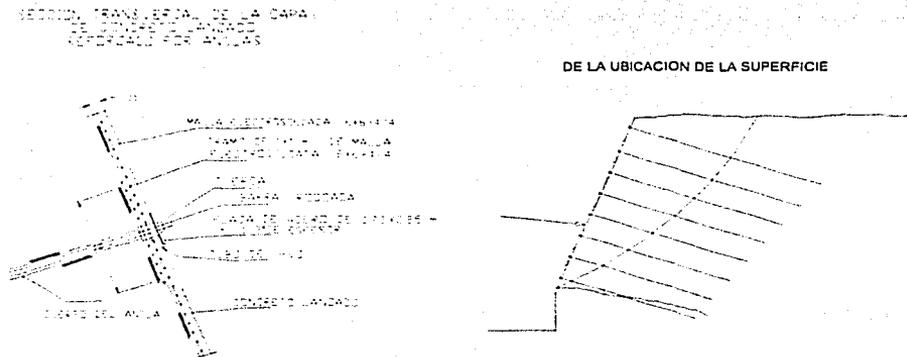


Fig. 25 Sección de estructura de ancla y distribución con respecto a la superficie de posible falla.

La excavación se realizó con un frente de ataque horizontal, El cual se fue profundizando en tramos de 3 m., de tal manera que la excavación se efectuó inicialmente hacia las colindancias, perfilando los taludes con la inclinación de proyecto, instalando la malla sobre la que se aplicó el concreto lanzado y construyendo las anclas, simultáneamente a la instalación de la estructura de retención en los taludes, se excavaba la zona central y una vez tensadas las anclas del nivel excavado; se profundizaba la excavación otros 3 m., siguiendo el mismo procedimiento hasta alcanzar el máximo nivel de excavación.

Para la construcción de la estructura de retención en los taludes cuya inclinación era mayor a la de 0.5:1.0, se efectuó para cada nivel de anclaje en dos etapas, de tal manera que en la primera etapa se dejaba una berma con una banqueteta de 1 m., de ancho y talud 1:1 y descubriendo el nivel al que se instalan las anclas, se realizaba en tramos alternados de 6 m., de ancho, construyendo en estos tramos la estructura de retención y una vez tensadas las anclas de estos primeros tramos, se excavaban los tramos intermedios, continuando con la estructura de retención correspondiente fig. 26.

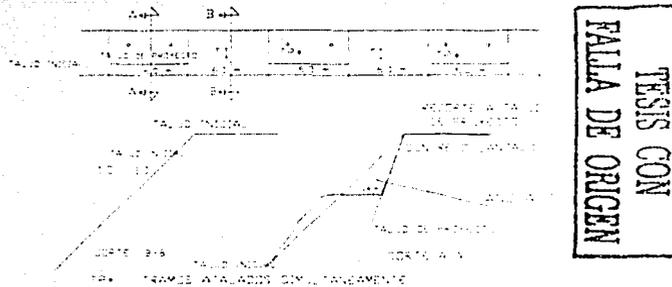


Fig. 26 Esquema de construcción de la estructura de retención por tramos.

Se habló ya anteriormente de la heterogeneidad de los materiales de relleno tanto en su constitución como en su estructuración lo cual motivo que se previera que el utilizar un procedimiento convencional para construir las anclas que básicamente consiste en perforar el barreno, extraer las barras de perforación y posteriormente colocar el tensor dentro del barreno, generaría inestabilidad en los materiales, es decir, se presentarían caídos que dificultarían la perforación ya que eventualmente podrían atrapar la herramienta de perforación y posteriormente dificultarían la introducción del tensor al barreno, pudiéndose tal vez cerrar la perforación, lo que provocaría una perforación con una mayor problemática de inestabilidad que retrasaría el programa de anclaje de forma importante.

Debido a esto se consideró como más adecuado el uso del sistema de anclaje a base de anclas autoperforables DEL-ISCHBECK de Mexpresa, que consisten en barras huecas roscadas de acero de granito fino de alta resistencia, de 40 mm., de diámetro exterior y de

3 m., de longitud que constituyen el tensor del ancla, la broca es de 2.5" de diámetro y mediante rotopercusión y simultáneamente inyectando agua y aire a través de la oquedad central de las barras de perforación, que funcionan también como elementos de extracción de rezaga .

Las barras se introdujeron hasta alcanzar la longitud de proyecto, una vez concluida la perforación, se quedaban dentro del barreno constituyendo el tensor del ancla, eliminando así la problemática de inestabilidad de los materiales de relleno. Posteriormente se les inyectaba a través de su perforación central y a una presión de 3 kg/cm², una lechada, esta mezcla estaba compuesta por agua- cemento en proporción 1-2 respectivamente, estaba perfectamente mezclada evitando la existencia de grumos, una vez que la mezcla era homogénea, se colocaba en el recipiente de la bomba, se adaptaba la manguera de la bomba a las barras huecas, iniciando la inyección desde el fondo del barreno, al iniciar la inyección, se verificaba mediante un manómetro que la presión no fuera menor al valor especificado.

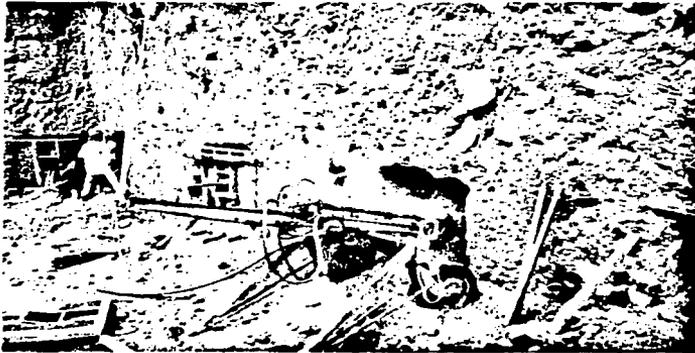


Fig. 27 Perforación de barrenos para anclas, utilizando track drill.

Dada la gran cantidad de huecos, conectados entre si que poseen los materiales de relleno colocados a volteo, la lechada inyectada para cubrir el tensor, rebasaba la frontera de la perforación, haciéndose necesaria la inyección de un volumen mayor al teórico para llenar el barreno.

Las anclas son de 10 cm., de diámetro, funcionan a base de tensión, con un desarrollo perpendicular a la superficie del talud.

Con una distribución reticular de 2.5 m., en el sentido horizontal y de 3 m., en el sentido del talud, iniciando a 1.5 m a partir de la corona del talud.

Con el objeto de garantizar la adecuada capacidad de las anclas, fue necesario verificar la resistencia de la lechada empleada, para ello se tomaban muestras a cada cinco anclas inyectadas, cada muestra consistía en tres probetas, las cuales se probaban a edades de 1, 3 y 7 días, cada muestra se acompañaba de datos de fechas y localización en que se empleaba la lechada. Para considerar adecuada la lechada que se empleaba, la resistencia a la compresión a los 7 días, no debería de ser menor de 100 kg/cm².

Después de que se termino de inyectar la lechada y habiendo alcanzado la resistencia de proyecto, se procedió al tensado de las anclas, esta tensión se aplicó a cada una de las anclas y el método de aplicación fue el siguiente:

- 1.- Se aplicó la tensión en incrementos de 25% de la tensión de proyecto, hasta alcanzar el 125% de la tensión de proyecto.
- 2.- Se mantuvo esta tensión por cinco minutos, posteriormente se descargó por completo.
- 3.- Se volvieron a tensar las anclas en incrementos del 25% de la tensión de proyecto, hasta alcanzar esta, y se sujetó el ancla a la estructura de retención.

El procedimiento que se siguió para alcanzar la pendiente correspondiente al talud de cada colindancia y la construcción de la estructura de retención fue el siguiente.

Se profundizó la excavación en la periferia del predio a la pendiente de proyecto hasta una profundidad de 0.8 m., bajo la primera línea de anclaje, fig. 28.

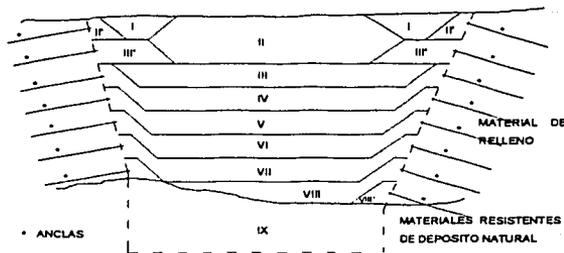


Fig. 28 Etapas de excavación.

Una vez perfilado el talud a la pendiente correspondiente a cada uno de los lados y alcanzado el primer nivel de anclaje, se procedió a perfilar una caja 6 cm., de profundidad y de dimensiones de 1x1 m., cuyo centro coincidía con la posición de las anclas. en las cajas labradas se colocaban tramos de 1x1 m., de malla electrosoldada de 6x6-4/4, y también en toda la superficie del talud ya perfilado con la pendiente de proyecto, esta malla se fijaba al talud, mediante varillas de 3/8" x 0.30m., de longitud hincadas en una reticula de 2m., de lado, dejando sobresaliendo del talud un tramo de varilla igual al espesor que tendría el concreto lanzado, de tal manera que estas funcionaran como escantillón para regular el espesor del concreto lanzado. Sobre la malla colocada en el sitio donde el ancla atravesaría la placa de concreto lanzado se dejaron unos tramos de tubo de pvc de 4" de diámetro para que a través de ellas se realizaran las perforaciones en las que se instalarían las anclas.

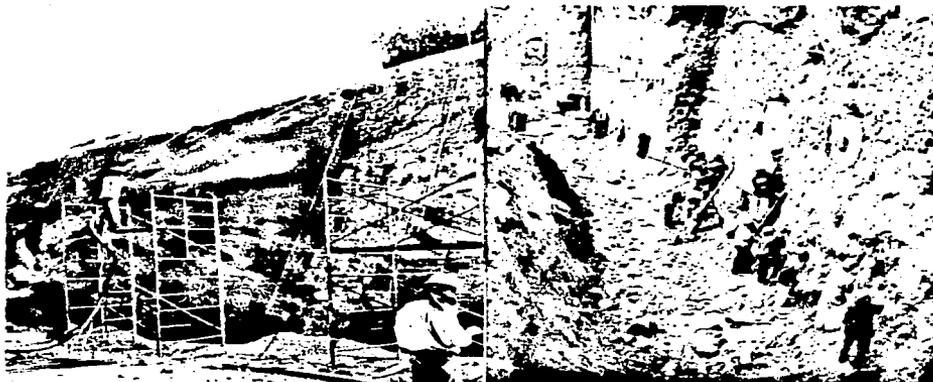


Fig. 29 Concreto lanzado en talud y afine a mano del mismo.

Una vez colocada la malla se aplica una capa de concreto lanzado de 10 cm de espesor.

A continuación se realizan las perforaciones en que se instalarán las anclas, atravesando el muro de concreto lanzado en los sitios en que se dejaron las preparaciones para tal motivo. Siguiendo el procedimiento de perforación, introducción del tensor, inyección y tensado de las anclas como se indicó anteriormente.

La excavación se llevo a cabo por medio de bulldozer que aflojaba el material auxiliándose de sus ripers seguidamente amontonaba el material con ayuda de su hoja frontal empujándolo , para que posteriormente la retroexcavadora lo depositara en los camiones de volteo, que a su vez llevaban el material producto de la excavación hasta un lugar fuera de la obra.



Fig. 30 Excavación por medios mecánicos, con ayuda de retroexcavadoras, bulldozers y camiones de volteo.

Conforme avanzaba la excavación y las obras de retención, se iba dejando una rampa con el mismo material del lugar para que los camiones de volteo entraran y salieran de la obra.

Todos estos movimientos son reiterativos, hasta alcanzar el nivel de máxima excavación, aunque ya en las últimas etapas no se utilizó buldózer.



Fig. 31 Reforzamiento de los taludes con estructuras de retención (anclas y concreto lanzado).

IV. 4.- CIMENTACION

Una vez que se ha llegado al nivel de máxima excavación, que se localiza en la cota 74 o la 2613 respecto al nivel medio del mar, se trazó en el terreno el lugar don de se ubicarian los ejes y las zapatas, efectuándose también las excavaciones que alojarían a estas últimas, tomándose las siguientes consideraciones:

- Como el terreno en el que se ubicaron ya era estable y compacto, se dejaron taludes verticales.
- Las zapatas aisladas se empotrarian 2.00 m dentro de los materiales resistentes de depósito natural, las zapatas corridas 1.00 m.
- Una vez que la excavación alcanzó el empotramiento establecido dentro del terreno se siguió el siguiente proceso:
- Se retiraron a mano todos los materiales sueltos producto de la excavación que estaban dentro de la cepa.

LEIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Se afinaron los taludes y se compacto la base de la excavación para tener una zona bien definida y emparejada.
- Se colocaron puntos de referencia ("maestras") para lograr una adecuada nivelación de la plantilla, que posteriormente se colocó con concreto pobre cuyo espesor fue de 0.05 m, con un previo humedecimiento del terreno para evitar la pérdida de agua del concreto.
- El concreto se hizo en obra por medio de una revolvedora de un saco que se colocó al pie de las cepas.

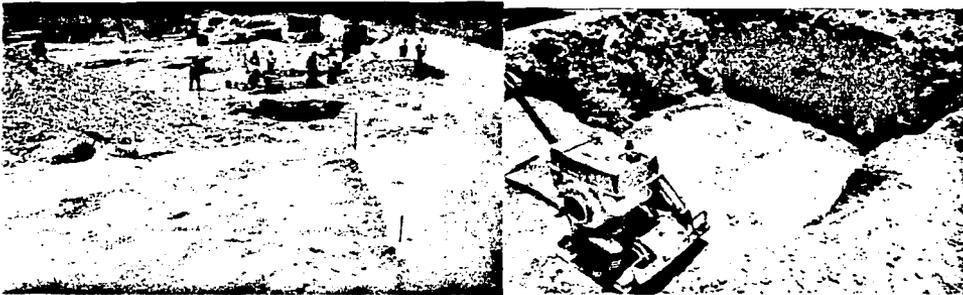


Fig. 32 Trazo, excavación y plantilla para el desplante de las zapatas.

Una vez que la plantilla ha endurecido, se procede a colocar el acero de refuerzo del lecho bajo de la zapata en ambos sentidos y con las separaciones especificadas en los planos. Las varillas que se utilizaron fueron del número 10, 8, 6 y 5, amarrándolas con alambre recocado.

En seguida se realizó el isaje de las varillas que formarían el dado y la columna ubicando su distribución mediante un estribo en la zona de la base donde se desplantaría el dado.

En dicho estribo se hicieron marcas para ubicar las posiciones donde arrancarían las varillas del dado y columna, colocándoles contraventeos de varilla para mantenerlas verticales, así se colocaron todas las varillas y estribos que formarían el elemento.

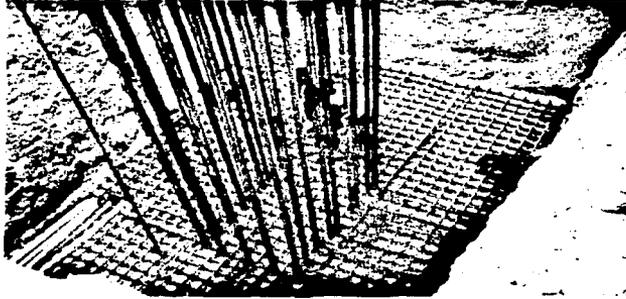


Fig. 33 Colocación de acero de refuerzo (varillas) en zapatas y dados.

Al mismo tiempo se iban colocando las varillas que integrarían el armado de las contratraves, de las cuales algunas quedarían empotradas en parte de la zapata y otras en el dado, para esto se introducían las varillas del lecho inferior en el armado del dado y posteriormente las del lecho superior haciendo los amarres correspondientes con los estribos que ya se iban distribuyendo, previo a esto también se les colocó en la base una plantilla de concreto pobre. Las contratraves variaban en peralte que era de 1.40, 1.50 y 1.80 m y sus bases eran de 0.50 y 0.60 m, en ellas se emplearon varillas del no. 10 y 12 longitudinales para los lechos superior e inferior, del no. 6 y 5 para los costados, del no. 10 para la zona de cortante y del no. 4 para los estribos.

Después de colocar el acero del lecho superior de la zapata, el cual le daría la forma de pirámide truncada, se procedió a cimbrar el perímetro de la base de la zapata, los costados del dado y las caras laterales de las contratraves que inciden en ese dado, para que se integraran en un solo colado estos elementos y se fuera haciendo monolítica la edificación.

El tipo de cimbra que se utilizó en esta parte al igual que en toda la cimentación, fue triplay para la cimbra de contacto con bastidores formados por barrotes de madera, con atezadores de polín y ajustados con alambón y pies derechos también de polín. Previamente a la colocación de la cimbra de contacto, esta se recubrió con diesel para lograr un mejor desmoldamiento del elemento. Este desmoldante se utilizó para toda la cimbra de madera en toda la obra.

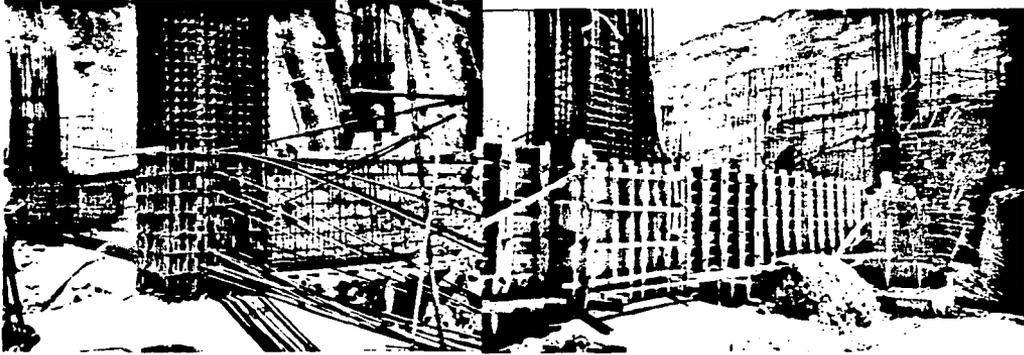


Fig. 34 Colocación de acero de refuerzo y cimbrado de contratraves de cimentación.

Desde antes de terminar de cimbrar el elemento, ya se había cuantificado y solicitado el concreto a una planta dosificadora, a la cual se le habían dado todas las características necesarias que tendría que cumplir de acuerdo a las especificaciones de resistencia, T.M.A., revenimiento, y datos adicionales como la hora, los intervalos y el volumen.

Previo a realizar el colado, se verificó, en el caso de los dados, la correcta verticalidad del acero correspondiente, que el encofrado haya quedado completo para evitar el sangrado del concreto y que estuvieran listos los equipos y personal para la colocación del concreto.

El concreto utilizado en la obra se transportó a esta por medio de camión revoladora (olla), ya estando a pie de obra, se colocó en su lugar definitivo por medio de una bomba para concreto y tuberías metálicas y de hule (en el extremo de descarga).

La compactación del concreto se llevó a cabo con la ayuda de vibradores, logrando de esta manera el llenado completo de todo el encofrado.

En estos elementos, se retiró la cimbra al día siguiente, procediendo a aplicarle un proceso de curado con un material aplicado con rodillo, siendo este método de curado, el que se utilizó en todas las columnas, contratraves y traves coladas en el lugar.

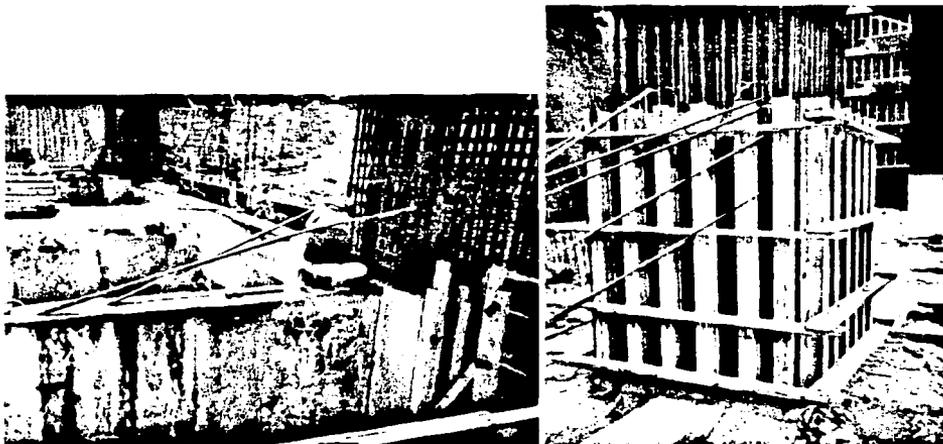


Fig. 35 Colocación de acero de refuerzo y cimbrado en columnas de sótanos.

Conforme se iban terminando de colar las contratraves y los dados se procedía a colocar un relleno en las zonas enmarcadas por estos, el relleno tuvo un espesor de 0.20 m que además fue compactado con la ayuda de un apisonador de impacto (bailarina), posteriormente se extendió malla electrosoldada 66/66 para continuar después con una capa de firme de concreto de 0.10 m de espesor, que fue colocada con una bomba y compactada con vibrador.

IV. 5.- CISTERNA

La cisterna se construyó al mismo tiempo que la cimentación ya que se encontraba en este mismo nivel.

Se hizo la excavación que alojaría la cisterna en la misma forma que las zapatas, ubicándose entre los ejes C y F y 3 y 4, así mismo se colocó una plantilla de concreto de 100 kg/cm^2 y ya sobre esta se colocó el armado con varillas del número 5 en ambos sentidos y además con doble parrilla una superior y otra inferior, pues el espesor de esta losa era de 0.30 m, con un nivel de piso terminado de 69.815, se colocaron las varillas que

formarían parte de los muros para que al colar la losa de fondo, quedara anclado el acero de los muros, estos fueron de 0.30 m de ancho con un armado doble de varillas del número 4, es decir una parrilla exterior y una interior, cuya cimbra de contacto fue con triplay de madera reforzada con barrotes y polines y ajustada con alambroón.

El colado lo realizaron con una bomba para concreto y la tubería mencionada anteriormente al igual que la compactación con vibradores. Al colar la losa de fondo se coló parte del muro en su zona inferior, y se dejó sin colar una parte en su zona superior perimetralmente, para que se integrara al colado de la losa tapa.

La cimbra que se utilizó en la losa tapa, fue a base de triplay para la zona de contacto y polines y tiras de madera (contraventeos) para la cimbra falsa, procediendo después a la colocación del acero de refuerzo que fue del número 4 en ambos sentidos y para ambas parrillas pues también se tuvo una en lecho superior y otra en el inferior, siendo para este caso el espesor de 0.20 m. se tuvo una altura de cisterna de 3.5 m.

El proceso de colado fue análogo a los anteriormente descritos.

IV. 6.- NIVELES DE SÓTANO

Ya desde los dados se habían anclado las varillas que formarían las columnas y que además se prolongaban más arriba del nivel en el que se trabajaba, entonces se introducían todos los estribos que se ocuparían en ese elemento para ese nivel. Los estribos se distribuían a lo largo del elemento de acuerdo a las especificaciones del plano, que además por cuestiones del esfuerzo cortante se concentraban más en los extremos del elemento, ya que ahí se presentan con mayor intensidad, se tuvo especial cuidado en el armado de las ménsulas en las cuales descansarían las traveses portantes que serían prefabricadas, además se dejarían ancladas placas metálicas soldadas al acero de refuerzo para unir por medio de soldadura los elementos de continuidad de la trabe portante con la ménsula de columna.

En estos elementos también se realizaban uniones de soldadura en el acero de refuerzo para tener una continuidad hacia los pisos subsecuentes superiores del elemento. Los estribos se amarraban a las varillas con alambre recocido.

Antes de cimbrar, se realizaban pruebas de radiografías a las uniones de soldadura en varillas para comprobar que cumplieran con la resistencia estipulada.

Se encofraban los armados de las columnas con tableros de cimbra metálica que se unían por medio de tornillos y tuercas en sus aristas, en la superficie de contacto y previo a su colocación, se le aplicaba una capa de desmoldante, la cimbra era ajustada con separadores de extremos roscados que pasaban de lado a lado fuera de la cimbra, donde se les colocaba una placa metálica a manera de rondana y posteriormente una tuerca para evitar que se abriera o deformara la cimbra, se verificaba su verticalidad por medio de plomadas y se ajustaba en caso de ser necesario sujetando y jalando el acero de refuerzo en su parte superior con alambre además de auxiliarse de pies derechos en los lados requeridos para mantener esa verticalidad.

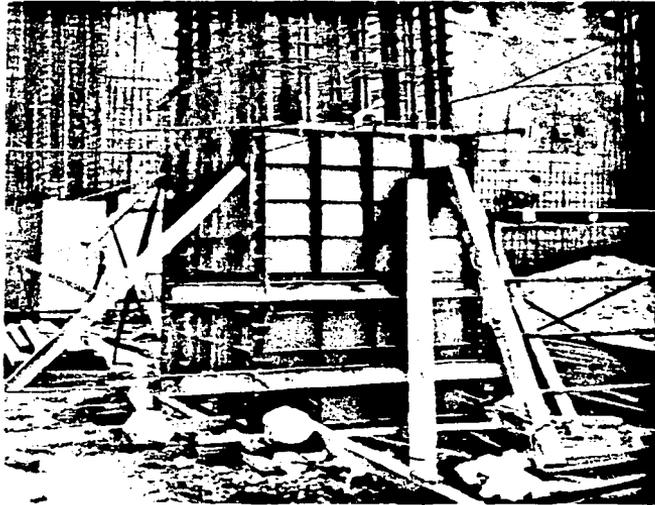


Fig. 36 Cimbra metálica en columnas.

Completando este procedimiento en varias columnas, se calculaba el volumen de concreto requerido para solicitarlo a la planta dosificadora. El colado se realizó de igual forma por medio de bombeo y la compactación con la ayuda de vibradores.

Al día siguiente al retirar la cimbra se procedió a aplicar el compuesto para el curado del concreto.

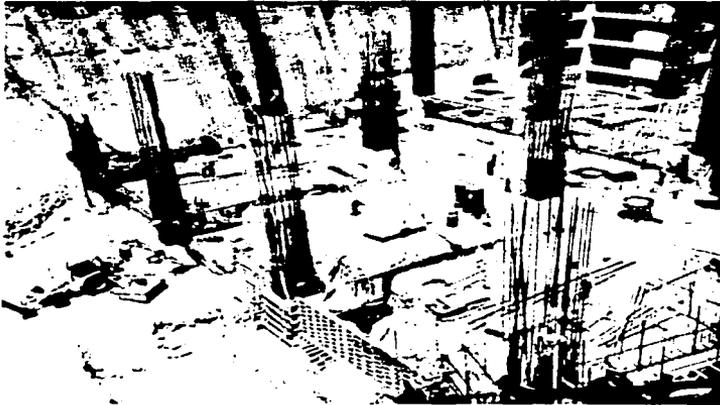


Fig. 37 Desplantes de columnas en sótanos.

En el caso de los muros perimetrales, las varillas verticales ya venían ancladas desde la zapata perimetral, entonces se procedió al armado del acero de refuerzo que fue doble, es decir una parrilla interior y otra exterior, colocando varillas verticales para darle continuidad al muro en los niveles superiores. Se tuvo especial cuidado en el armado de la ménsula longitudinal que tuvo varillas longitudinales del no. 6 y estribos del no. 4, ya que sobre esta ménsula se apoyarían posteriormente las losas TT.

El cimbrado de este muro consistió, en el sótano 6, de hojas de unicel en la cara exterior ya que prácticamente estaba en contacto con el talud del terreno y no se iba a poder recuperar esa cimbra, para la cara interior se utilizó como cimbra de contacto triplay con marcos de barrote soportados con bastidores a base de vigas de madera tendidas en el suelo en las que

se apoyaban los pies derechos que mantenían firme a la cimbra de contacto a diferentes alturas, así como contraventeos horizontales y verticales, para evitar que se corrieran las vigas del bastidor, se dejaron varillas salidas cuando se colocaron las contratraves y sobre estas se apoyaron además de que se amarraron con alambres retorcidos. Este proceso fue reiterativo a todos los niveles de sótano, sólo que en los subsecuentes, la cimbra de la cara exterior ya fue de madera ajustada con moños, para la cara interior el proceso fue el mismo. El proceso de colado y posterior curado se realizó análogo al de las columnas.

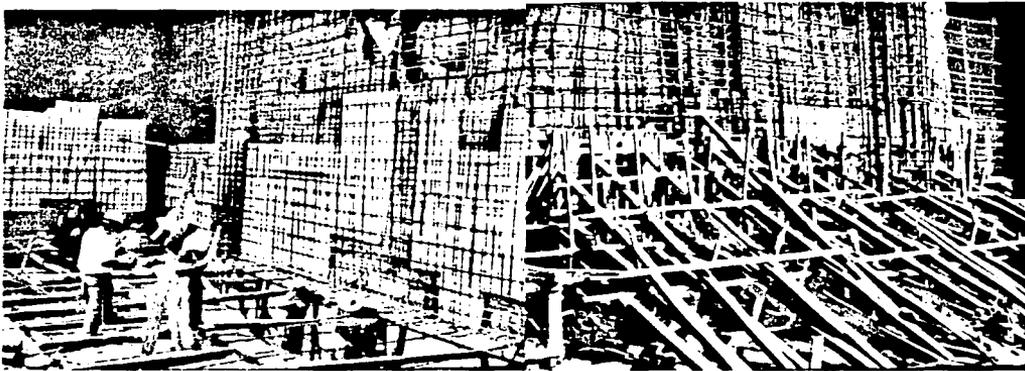


Fig. 38 Cimbra en muros perimetral.

Una vez que se ha terminado el proceso con las columnas, se procede a la colocación de las traves portantes que con anticipación se solicitaron a una planta para que las fuera fabricando y estuvieran listas cuando se requirieran de acuerdo al programa de avance de la obra.

La sección de las traves portantes que se hicieron en planta era un especie de T invertida (\perp) de 0.80 m de base, 0.40 m de corona, 1.00 m de peralte y 0.45 m de altura de ménsula. En su armado longitudinal, se utilizó varilla del número 6 y para los estribos fue del número 4 tanto en los verticales como los horizontales, al acero de refuerzo longitudinal se le soldó en los extremos unas placas metálicas que servirían para unir por medio de

soldadura los elementos de continuidad con los de las ménsulas de columna, estas placas se colocaron en la corona, en los costados y en la base apoyo de los extremos.

Las traves portantes centrales tenían una ménsula longitudinal en ambos lados de su sección, las traves portantes laterales sólo tenían en un lado. En la cara superior de la ménsula longitudinal se habían anclado placas metálicas de $0.25 \times 0.20 \text{ m} \times 1''$, distribuidas de acuerdo a las nervaduras de las losas TT.

Las puntas de los estribos verticales de estas traves portantes salían en su parte superior es decir no estaban cubiertas con concreto, de hecho eran más largas y se doblaban transversalmente al eje de la trabe y hacia los lados contrarios quedando horizontales.

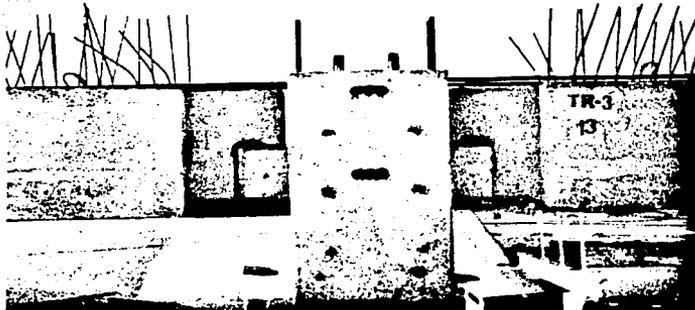


Fig. 39 Columna con ménsulas y traves portantes.

La sección de las traves de rigidez que se hicieron en planta fue rectangular de 0.30 m de base \times 0.50 m de peralte, el armado longitudinal inferior fue del número 8, el superior del número 5 y los estribos del 3, al igual que en las traves portantes, los estribos verticales salían y se doblaban hacia los lados longitudinales. También tenían ancladas placas metálicas de $0.30 \times 0.40 \times 0.013 \text{ m}$ en el extremo de su base de apoyo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ambos tipos de traves se transportaron a la obra en plataformas móviles, de ahí fueron bajadas e izadas por medio de una grúa de patio, auxiliándose de obreros que las alineaban y ajustaban se llevó hasta su posición definitiva.

Estando la trabe portante en su lugar, se procedió a colocarle y soldarle placas de 0.60 x 0.30 m (elementos de continuidad) sobre las placas superiores que ya tenían preparadas tanto las traves portantes como las ménsulas de columna, también se soldaron placas que ambas partes tenían en la zona media de apoyo y así mismo se colocó y soldó otra placa de continuidad de 0.60 x 0.15 x 0.013 m en las placas inferiores de los costados que ambas partes tenían ancladas, esto en ambos costados y en ambos extremos. En el caso de traves de rigidez se soldó la unión de las placas de apoyo entre esta trabe y la ménsula de columna, esto en ambos extremos de la trabe.

Las traves portantes se colocaron en el sentido de los ejes numéricos, es decir perpendiculares a los ejes alfabéticos y las traves de rigidez en el sentido de los ejes alfabéticos. En un principio se dejaron sin colocar las traves de rigidez comprendidas entre los ejes 4 y 5, así como también las traves portantes del eje 6 pero a partir del eje c.

Conforme se iba avanzando en la colocación de las traves prefabricadas iban llegando a la obra las losas TT que serían la cubierta de entepiso de los sótanos y que también fueron solicitadas con anticipación a la planta. Al igual que las traves prefabricadas, las losas TT fueron llevadas a la obra en plataformas móviles y por medio de una grúa de patio se bajaron e izaron posteriormente, para colocarlas en el lugar que les correspondía auxiliándose además de obreros que guiaban y alineaban el elemento para que embonara correctamente en su lugar. Algunas veces a la losa se le tenía que desportillar las orillas con cincel y maceta para que entrara y embonara con la trabe portante. Para poder elevar las losas TT, desde la planta les dejaban ganchos preparados para que desde ahí se engancharan y se pudieran maniobrar. Este fue un proceso iterativo para cada elemento prefabricado.



Fig. 40 Losas doble TT estibadas y otra desechada por falla.

Cabe mencionar que como eran elementos con mucha maniobrabilidad desde su fabricación, descimbrado, almacenaje, transporte e izaje, algunas se tronaban por lo cual tenían que ser desechadas.

En el caso de las losas TT se fue dejando sin colocar una franja central a lo largo de la edificación que correspondería a la zona donde no se colocaron traveses prefabricados, esto con el fin de que la grúa pudiera acceder a la colocación de los demás elementos prefabricados de las franjas laterales y superiores de la obra.

Las losas TT tenían placas metálicas ancladas en el lecho bajo extremo de las nervaduras que quedarían en contacto con las preparaciones (placas metálicas) que se habían dejado en las traveses portantes, estas placas se unirían por medio de soldadura en sus costados, pero sólo en un extremo (el otro extremo se soldaría hasta después de colocada la capa de compresión que uniría las losas), así mismo las losas, en la parte superior de ambos costados de su capa de compresión tenían ancladas y distribuidas a todo lo largo, placas metálicas que se soldarían con las de la losa contigua. Estas losas también traían desde planta, en su parte superior varillas salidas (barbas) en toda su longitud y sólo en la zona de las nervaduras, que posteriormente serían elementos de continuidad.

Cuando ya se tenían colocadas las losas y se habían soldado los elementos de continuidad, se colocaba sobre las losas, malla electrosoldada 66/66, la cual se amarraba con las barbas

de las losas que se doblaban sobre el mismo plano que la malla, con las varillas dobladas de las trabes de rigidez y con las varillas dobladas de las trabes portantes, para que posteriormente de colocar una cimbra perimetral se hiciera el colado de una capa de compresión con un espesor de 0.07 m que tendría un pulido integral. Este proceso fue reiterativo para cada uno de las losas de entrepiso de los sótanos de estacionamiento. Cuando prácticamente se estaba terminando el sótano 1, comenzaron a colocar las trabes portantes y de rigidez de la zona central que se había dejado pendiente en el sótano 6, para pasar luego a colocar las losas TT y complementar el proceso de soldar elementos de continuidad y colocar la capa de compresión, repitiéndose para cada uno de los entrepisos pendientes hasta alcanzar el nivel de banqueta, quedando así todo el conjunto integrado estructuralmente.

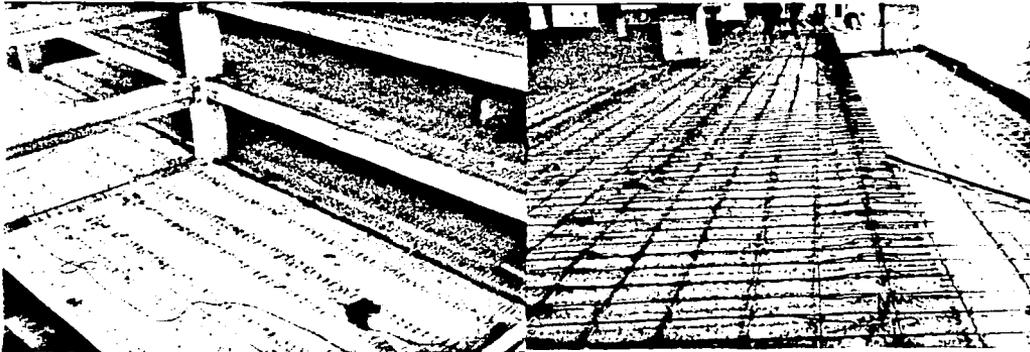


Fig. 41 Losas doble TT colocadas sobre trabes portantes.

Al ir avanzando en la construcción de los niveles de sótanos se fue generando un espacio de vacío entre los muros perimetrales de la edificación y el talud del terreno natural siendo que este último está inclinado y tenía pendientes variables con respecto a su altura. Se impermeabilizó la cara exterior del muro perimetral con un geotextil, posteriormente se procedió a rellenar ese espacio con tepetate colocado por deslizamiento desde arriba, ya donde se pudo, se comenzó a compactar auxiliándose de un aponador de impacto

(bailarina), se siguió este proceso de vaciado y compactado en capas hasta llegar al nivel de banqueta.

IV. 7.- RAMPAS VEHICULARES

Desde que se comenzó a trabajar en las columnas del sótano 6, también se estaba trabajando ya en las rampas vehiculares, las cuales fueron de concreto reforzado coladas en el lugar, con un ancho a paños interiores de 4.10 m, con alfardas de 1.50 x 0.25 m de sección, subiendo esta solo 0.90 m del piso de la rampa, estas alfardas se apoyan en toda su longitud sobre una trabe colada en el lugar de 0.30 x 0.70 m de sección con armados longitudinales del no. 8 y estribos del no. 3.

En este caso se comenzó a armar la cimbra de soporte a base de marcos metálicos con placas nivelantes apoyadas sobre barras roscadas que sustentaban vigas PTR sobre las cuales se apoyaban polines de manera transversal a los ejes de las vigas y espaciados 0.40 m, ya sobre estos se colocaba la cimbra de contacto que consistió en triplay, que se fijaba por medio de clavos a los polines y estos con alambre amarrado a las vigas al igual que estas a las placas soportadas sobre las barras roscadas.



Fig. 42 Muro perimetral con barbas (varillas salidas) para armado de rampas vehiculares.

Una vez ajustada y nivelada la cimbra del lecho bajo se comenzó a colocar el acero de refuerzo de la rampa que sería doble (una parrilla superior y una inferior) y que además tendría una curvatura para ir formando la rampa, siendo en la parrilla superior varillas del no. 3 en ambos sentidos y en el inferior del no. 3 (longitudinal) y 4 (transversal), pasando posteriormente al armado de las traveses y alfardas que también fueron curvos, para seguir con los encofrados laterales, que por su geometría se utilizó triplay sin bastidor para que se pudiera curvar, ajustándolo con polines y varillas de 1" que ayudarían a darle la forma requerida, teniendo así toda la cimbra armada para el colado, el cual se llevaría a cabo de la misma manera que con los elementos anteriores al igual que la compactación, con bomba y vibradores respectivamente.

IV. 8.- PLANTA BAJA Y MEZZANINE

Cuando se llegó al nivel de banqueta se continuó con la construcción de las columnas de planta baja, sólo que únicamente de las que se encontraban en la zona central, pues el área de trabajo se reduciría a la que se encontraba entre los ejes 4 a 7 y de B a E'. El desarrollo constructivo de estas columnas fue análogo a las anteriores, pero ya no tendrían ménsulas, ya que no se continuaría con prefabricados de concreto. Ahora las columnas tendrían en el extremo superior de cada nivel unas placas metálicas con las cuales se unirían vigas de acero IPR que sería el material que se emplearía en esta parte de la obra, para los elementos horizontales, es decir la losa de entrepiso de planta baja y mezzanine sería de losacero.

Las traveses de estructura metálica, igualmente se solicitaron con anticipación a un taller para que las fueran habilitando y estuvieran listas cuando se requirieran, también se transportaron a la obra en plataformas móviles y con la ayuda de una grúa torre que con anterioridad ya se había colocado en uno de los costados de la edificación para transportar material y equipo dentro de la obra, se maniobraron dentro de la misma.



Fig. 43 Columnas de concreto reforzado unidas a traves de acero estructural.

Ya en la obra las vigas se cortaban y/o se unían por medio de soldadura a la longitud que se requería para salvar el claro entre columnas, estas últimas ya tenían unas placas metálicas de $0.20 \times 0.60 \times 0.013$ m, que estaban ancladas por medio de soldadura a varillas y estas a su vez ahogadas en el concreto, además soldada a esta, otra placa de $0.17 \times 0.52 \times 0.013$ m que ya contaba con perforaciones que serían compatibles con las de la trabe, al tener varias columnas con sus respectivas placas, la grúa torre, izaba la trabe metálica para acercarla a su ubicación, con la ayuda de obreros que la alineaban, la mantenían en su posición y le colocaban los tornillos en las placas de unión de ambos extremos, se lograba colocar cada trabe en su posición de trabajo.

Desde luego las traves ya venían con la preparación en los extremos para que se unieran con su contra que se ubicaba en las columnas. Las traves que llegaban de columna a columna eran vigas primarias, pero se tuvieron también vigas secundarias que se apoyaban sobre las vigas primarias, siendo su colocación de la misma manera, solo que los elementos de unión en las vigas primarias se encontraban en zonas intermedias que era donde se colocaban los atezadores soldados al alma y patin de la trabe (viga primaria) que además ya contaban con las perforaciones para realizar la unión con ayuda de los tornillos, asimismo se colocaba una placa de $0.20 \times 0.25 \times 0.19$ en la parte superior y otra en la parte

inferior de la unión siendo perpendicular a la viga de apoyo a la cual se soldaba y con la viga secundaria se unía con la ayuda de tornillos en los patines.

Al tener armadas y fijas varias traves tanto primarias como secundarias, se les comenzó a colocar encima lámina Romsa, que es una lámina galvanizada y acanalada, la cual se cortaba a la medida que lo requerían los claros. En las zonas de apoyo de los valles de la lámina se colocaron pernos por medio de una perneadora que los sujetaba y soldaba, y cuya parte inferior penetraría la lámina hasta la viga IPR quedando unidas las tres partes (perno, lámina y viga) por medio de soldadura, también se colocaron pernos en las zonas donde la lámina no se apoyaba directamente sobre la viga, de modo que se fueron generando hileras de pernos a cada 0.40 m en la zona de valles de la lámina, posteriormente se fue tendiendo malla electrosoldada sobre toda la superficie, la cual se iba amarrando con alambre recocido a los pernos, para reforzar las zonas de apoyo se colocaron bastones en toda la zona perimetral definida por los marcos de las vigas IPR para reforzar esas zonas de mayor cortante.

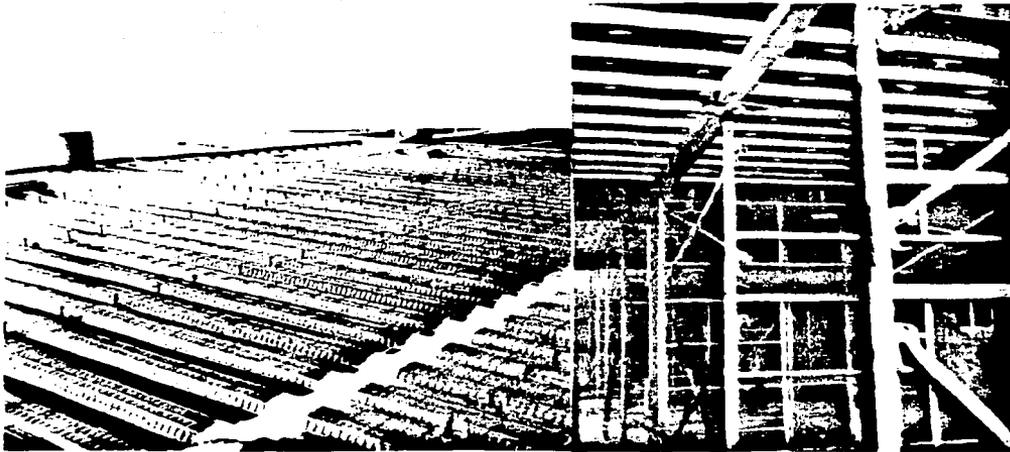


Fig. 44 Lámina romsa con malla electrosoldada unidas con pernos a las traves metálicas y apuntalamiento de la lámina.

Para terminar las actividades precedentes al colado, se colocó una cimbra perimetral a la losa y se requirió sólo de un apuntalamiento espaciado mínimo bajo la lámina romsa, ya

que esta funcionó como cimbra de contacto, además de que es muy estable y queda permanente. Teniendo listo lo anterior y habiendo solicitado el concreto, se coloca una capa de compresión de 0.06 m compactándola con vibradores, cuando ya ha fraguado se le aplica el curado, el cual consiste en inyectar vapor a la superficie del concreto la cual esta cubierta con hule para crear una especie de cámara y conservar así la humedad que requiere el concreto para un desarrollo óptimo de su resistencia, quedando de esta manera formado el entrepiso de losacero en planta baja y en el mezzanine.



Fig. 45 Capa de compresión de concreto, sobre malla y lámina ronsa.

IV. 9.- NIVEL 1 A NIVEL 6

Se continuó con las columnas como anteriormente se hizo, sólo que en estos niveles ya no se les anclaron las placas metálicas pues ya no se tendría losacero, ahora la losa de entrepiso sería reticular de concreto reforzado como se describe a continuación.

Cuando prácticamente se tienen todas las columnas del nivel, se comienza a colocar la cimbra falsa de soporte en la zona de trabes principales que es a base de marcos metálicos con placas nivelantes apoyadas sobre barras roscadas que sustentaban vigas PTR sobre las cuales se apoyaban polines de manera transversal a los ejes de las vigas y espaciados 0.40 m, ya sobre estos se colocaba la cimbra de contacto que consistió en triplay, que se fijaba por medio de clavos a los polines y estos con alambre amarrado a las vigas al igual que estas a las placas soportadas sobre las barras roscadas, para pasar a la colocación del acero

de refuerzo longitudinal que sería del no. 10 en ambos lechos, pero de acuerdo a la distribución marcada en los planos, ya que estas trabes fueron acarteladas, asimismo colocando y distribuyendo estribos del no.4 @ 0.20 m, y metiendo para los costados, el acero longitudinal que sería del no. 4 @ 0.30 m, conforme se iban amarrando con alambre, los cruces de acero, también se comenzaba a colocar la cimbra de soporte para la losa reticular, que fue del mismo tipo que para las trabes principales.

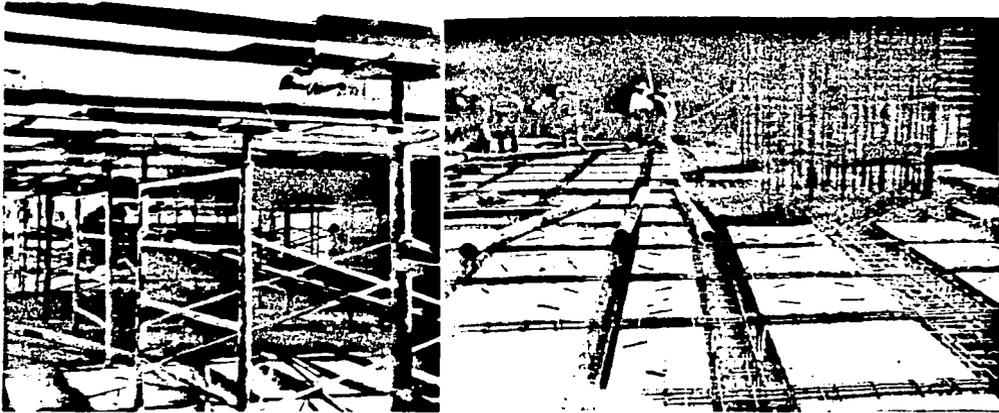


Fig. 46 Colocación de andamios para cimbra falsa, nervaduras de acero de refuerzo, casetones y malla en losa.

Una vez teniendo el triplay listo en su lugar se procedió a trazar la distribución de los casetones de fibra de vidrio que tuvieron dimensiones de 0.635 x 0.635 x 0.40 y otros rectangulares con un lado de 0.305, que se fueron colocando y fijando en el triplay con clavos en la parte de las pestañas, posteriormente se les aplicaba una capa de grasa amarilla como desmoldante en los costados, conforme se iba avanzando en esta actividad, se colocaban también las varillas del no. 3 para las nervaduras en ambos sentidos, pero siendo primero las del lecho inferior para poder amarrarlas con los estribos que fueron del no. 2, ya posteriormente se colocaron las del lecho superior, conforme se fueron amarrando todos los estribos y cruces con varillas, se iba colocando desmoldante a la cara superior, para pasar a extender la malla electrosoldada que se fue sujetando al acero de refuerzo de las nervaduras, entre la malla y el casetón se colocaron separadores que consistieron en

pedazos de varilla. En el entorno de las columnas no se colocaron casetones, generando así una especie de capitel que reforzaría esa zona.

El colado de esta losa fue igual que las anteriores, siendo la capa de compresión de 0.05 m arriba de los casetones, el descimbrado se realizó a los 3 días, ya que el hecho de utilizar curado a vapor, aceleraba el proceso de endurecimiento del concreto.

Es importante mencionar que la sección de las trabes fue disminuyendo conforme se avanzaba en los niveles, pasando en la zona de acartelamiento de 0.40 x 1.60 m para el nivel 1, a 0.40 x 1.30 m para el nivel 2, y a 0.35 x 1.30 m para los niveles 3 al 6, en la zona media también se disminuyó el peralte, siendo de 1.00 m en el nivel 1 y de 0.75 m en los subsecuentes. La cantidad de acero de refuerzo a su vez fue variando en cada nivel y en cada zona es decir de acartelamiento o media, así como para la distribución y cantidad de estribos. Las varillas que se emplearon en trabes fueron del no. 10 y 8, para los estribos fueron del no. 3 y 4 con una distribución de acuerdo a planos.

En el caso de las nervaduras no cambió la sección, sólo la cantidad y distribución de acero, que fue en todos los niveles del no. 3 y 4, para los estribos se utilizó acero del no. 2.

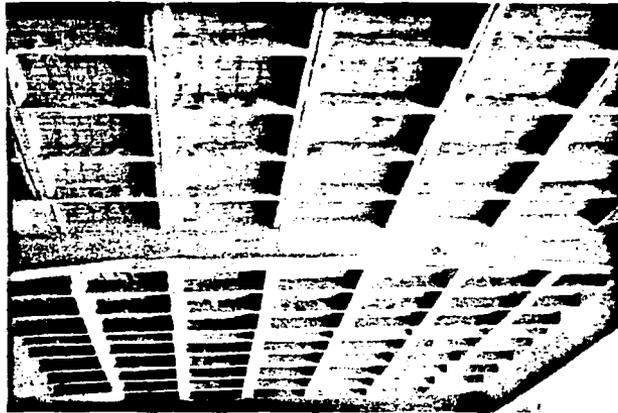


Fig. 47 Trabe acartelada y losa reticular descimbrada.

IV. 10.- PRECOLADOS EN FACHADA

La edificación contó con una fachada de concreto en los niveles de planta baja a nivel 1, esta fachada estuvo formada por tabletas prefabricadas de concreto reforzado que además ya contaban con color integrado que de igual manera que los anteriores fueron mandados a hacer con anticipación a una planta de prefabricados de acuerdo a los programas de avance para poder contar con ellos en el momento que se requirieron.

Cuando se fueron colocando las vigas de IPR perimetrales de la losa de entrepiso de planta baja se le fueron soldando placas en los patines inferiores para que sirvieran como elementos de unión, de igual manera se dejaron preparaciones en el lecho superior de la losa (del concreto) que consistieron en placas distribuidas en todo el perímetro de la losa, estas placas quedaron ancladas a una varilla ahogada en el concreto.

Se dejaron fijas con el mismo sistema, placas preparadas en las costados externos de las trabes acarteladas que se encontraban en el perímetro. Todas estas placas se colocaron antes de que se colara el elemento y constituirían el sistema de apoyo para los prefabricados.

Al llegar las tabletas (precolados) a la obra, fueron maniobradas con la ayuda de una grúa de patio que las izaba por medio de unos ganchos que ya tenían, asimismo estas ya traían de fábrica unas preparaciones que consistían en placas ancladas al que sería el lado interior de la fachada, acercándola al lugar que ocuparía y con la ayuda de obreros la mantenían en una posición que les permitiera a los soldadores unificar los elementos de unión por medio de otras placas y/o tirantes metálicos con soldadura. Así se fueron colocando todas las tabletas precoladas hasta cubrir el perímetro y a una altura correspondiente a la losa del nivel 1. También existieron elementos de unión entre las tabletas para hacer más monolítica y estable la fachada que además ya incluía el vano de las ventanas correspondientes de acuerdo al proyecto.

IV. 11.- NIVEL 7 A PENT – HOUSE

En estos niveles nuevamente cambió el tipo de la losa de entrepiso teniendo ahora un sistema mixto que consistió en traves acarteladas de concreto reforzado como en los niveles anteriores, pero en lugar de losa reticular se empleó losacero, llevándose a cabo de la siguiente manera.

Las columnas se continuaron con el procedimiento que se tuvo para los niveles anteriores. En los costados de las traves acarteladas, se colocaron unas placas metálicas de $0.20 \times 0.40 \times 0.013$ m que por medio de soldadura quedarían ancladas a varillas que a su vez estarían ahogadas en el concreto, para que estas placas funcionaran como elementos de unión entre las traves acarteladas y las traves metálicas y que una vez retirada la cimbra se unieron por medio de un cartabón que se soldaba a las primeras y con tornillos a las segundas.

En la zona superior de los costados de las traves acarteladas y una vez retirada la cimbra se colocó un ángulo metálico de 0.076×0.06 m quedando fijado a la trabe por medio de taquetes y tornillos Hilti, esto a todo lo largo y en algunas traves en ambos lados. Sobre este ángulo se apoyaría posteriormente la lámina romsa.

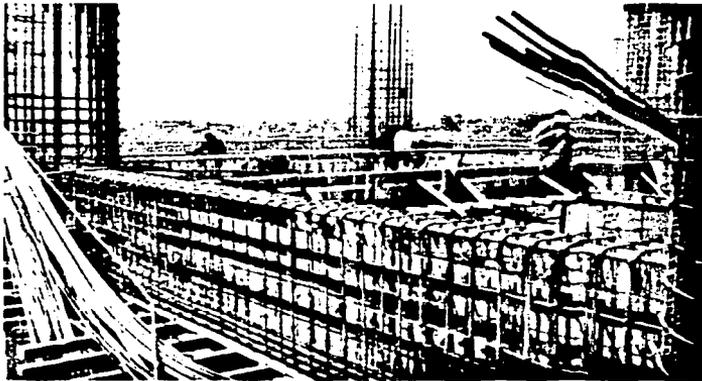
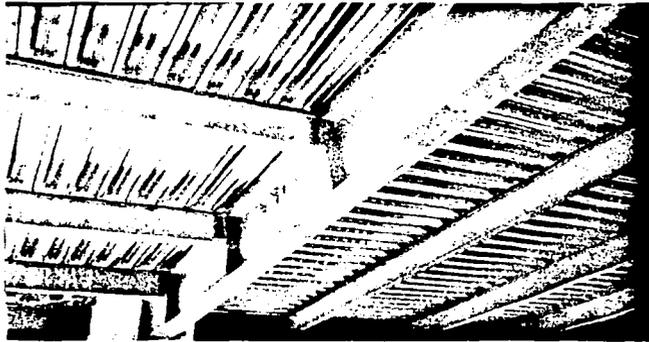


Fig. 48 Armado y cimbrado de traves amarteladas en niveles superiores.

También se presentaron uniones entre traves metálicas que se resolvieron con atezadores, tornillos y soldadura como ya se mencionó anteriormente.

En las zonas perimetrales de apoyo de la lámina romsa se colocó una reticula formada por varilla del no. 3 @ 0.20 en forma diagonal a los ejes de las traves y abarcando hasta una distancia perpendicular desde esos ejes de 0.90 m para reforzar la unión y la zona de mayor cortante.

Se continuó con el proceso del entepiso de la misma manera que con los niveles anteriores del mismo tipo llegando hasta el nivel de pent – house. Desde luego se fueron ajustando las dimensiones y cantidades de acero en columnas y traves de acuerdo con los planos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 49 Uniones de vigas (traves) secundarias con primarias por medio de tornillos en alma y cartabón.

IV. 12.- NIVEL DE TRANSFER

haciendo las modificaciones pertinentes de dimensiones y acero para este nivel, se continuó con las columnas y las traves acarteladas que siguieron siendo de concreto reforzado, en el caso de las traves acarteladas sólo se hicieron en la zona perimetral y en el eje C y una parte delos ejes D, 6 y 5, debido a esto, se tuvo una losa de entepiso sólo en la parte central, siendo esta de losa maciza(concreto reforzado) y otra de losacero con los procedimientos

que ya se han descrito, el resto quedó vacío. En este nivel se albergarían los equipos mecánicos de los elevadores.

IV. 13.- NIVEL HELIPUERTO

Esta losa correspondería a la azotea de la edificación y al mismo tiempo sería el helipuerto la cual se logró de la siguiente manera.

Se continuaron las columnas del núcleo central, es decir las de los ejes 6, 5, C, D, hasta una altura que correspondería al nivel 171.205 m con sus correspondientes travesaños acartelados, las columnas del perímetro que darían 2.50 m más abajo, se construyeron las travesaños para unir las columnas del perímetro con las del núcleo central, posteriormente se colocaron travesaños metálicos apoyados en las travesaños de concreto, pero a una distancia de 3.47 m de las travesaños perimetrales, generando así un marco concéntrico interior con respecto a ellas, sobre estas travesaños metálicos se colocaron armaduras verticales que tendrían una altura igual a las de concreto del núcleo central.

Esta armadura estuvo formada por elementos verticales e inclinados hechos de montante LI 64 x 8, en la cuerda superior TR 203 x 373, la cuerda inferior sería la misma viga metálica sobre la que se apoyaban y soldaban los montantes.

Con esta disposición de elementos se tuvo un desnivel entre la zona cercana al perímetro de la edificación y la zona central, quedando la primera como un pasillo perimetral de acceso (más bajo) al cual se le construyó un pretil y la segunda como la plataforma del helipuerto (más alto), ambas se resolvieron con losacero.

IV. 14. – CRISTALERÍA EN FACHADA

A partir del nivel 2 y hasta el nivel de helipuerto se cubrió la fachada con módulos de vidrio apoyados sobre bastidores de aluminio.

Desde el momento en que se fueron colando las losas de estos niveles, se fueron dejando en la zona perimetral, unas placas metálicas unidas a varillas que a su vez se quedaron ahogadas en el concreto, estas placas contaban con tornillos y tuercas que servirían para que posteriormente se fijaran otras placas con forma de escuadra, las cuales contaban con ranuras en ambos lados que permitían desplazar las placas para ajustarlas en la posición deseada.

Desde el nivel más bajo y hasta el más alto se colocó un “reventón” con alambre delgado, esto con el fin de dar un alineamiento para ajustar la modulación de la cristalería, en una etapa inicial se armaban los marcos del perfil de aluminio, se procedía luego a colocarlos en las placas ranuradas donde se fijaban con tornillos, en esta parte también tenían holgura los tornillos para dar un mejor alineamiento.

Se fueron colocando primero los elementos verticales y posteriormente los horizontales. Conforme se avanzaba en cerrar los marcos de varios pisos, se comenzaron a colocar los cristales con ayuda de ventosas, estos se fijaban con tiras de hule y calafateo que evitaban de esta manera la vibración del cristal.

IV. 15. – MAQUINARIA Y EQUIPO

Dentro del proceso constructivo se requiere de la ayuda maquinaria y equipo para poder desarrollarlo de una manera más eficaz, algunos equipos tienen variantes que deben de analizarse para poder decidir cual es que se adapta mejor a las necesidades del proceso empleado en la realización del proyecto.

A continuación se mencionan algunos de los más importantes que se emplearon en esta obra, además se proporciona una breve descripción de sus características y aplicación:

Equipo topográfico. Estuvo formado básicamente por nivel, que es una caja con funcionamiento óptico, sustentado por un tripié ajustable y que con la ayuda de

un estadal proporciona diferencias de altura para obtener los niveles, también se empleó una estación total que es una caja con lentes y componentes electrónicos que igualmente se apoya sobre un tripié y que con la ayuda de un prisma se obtienen posiciones con respecto a un punto fijo.

Bulldozer. Se conoce también como tractor o traxcavo, consiste en un vehículo con motor de gran tamaño y potencia que se desplaza por medio de orugas para tener una mayor tracción, teniendo además una hoja en la parte delantera que sirvió para empujar material que se iba a excavar el cual iba aflojando con la ayuda de desgarradores (rippers) que son una especie de arado colocados en la parte posterior.

Retroexcavadora. Es una unidad giratoria (360°) apoyada sobre una plataforma que esta montada sobre orugas, consta de un brazo articulado (cuello de ganso) en cuyo extremo tiene un cucharón (manita de chango) con dientes y cortadores laterales para facilitar la penetración en el material el cual es cargado a los camiones, esta máquina trabaja por abajo del nivel en el que se apoya, y es de ataque invertido, es decir el movimiento de carga del cucharón lo proyecta hacia si misma.

Camión de volteo. Este equipo se empleó en el transporte del material extraído de la excavación que fue llevado a un lugar fuera de la obra, consta básicamente de una caja metálica o volteo, de una cabina, ambas montadas sobre un chasis, que se apoya a su vez sobre neumáticos.

Retrocargador. También se le conoce como “páchara” y es una máquina para carga, descarga y excavaciones pequeñas como en el caso de las cepas que alojarían a las zapatas, consta en la parte delantera de un cucharón de carga frontal y en la parte posterior de un brazo y cucharón con mecanismo de retroexcavadora pero con una posibilidad de giro mucho menor, su desplazamiento es a base de neumáticos.

Compresor. Es una máquina que se utiliza para comprimir aire a una presión superior a la atmosférica, para posteriormente enviarlo por medio de mangueras a los equipos de perforación, estas máquinas van montadas sobre una plataforma que a su vez descansa sobre neumáticos.

Perforadora de carretilla. Es un equipo que está diseñado para trabajos de perforación y barrenación por medio de percusión y de rotación, que es accionada con la ayuda del aire del compresor, esta perforadora se apoya sobre un chasis de neumáticos y se empleó para la construcción de las anclas de los taludes.

Revolvedora de un saco. Es una máquina que consta de una olla pequeña que está montada sobre un chasis con ruedas, la olla gira para mezclar los elementos del concreto, esta máquina se emplea para la elaboración del concreto en pequeñas cantidades como en el caso de las plantillas de las zapatas o algunos firmes.

Revolvedora sobre camión. También conocida como olla o de tránsito, como su nombre lo indica es una olla giratoria que está montada sobre un camión, se utilizó cuando el concreto fue solicitado a una planta de premezclado la cual cargaba los agregados, el cemento y parte del agua en la olla y el concreto se hacía mientras la revolvedora viajaba hacia la obra.

Bomba para concreto. Son bombas con la potencia adecuada para este fin, montadas sobre un chasis con neumáticos o sobre un camión, cuentan con tolva giratoria y una manguera de descarga conectada a un sistema de tuberías rígidas y flexibles para conducir el concreto hasta el lugar de su colocación final, cuando van montadas sobre camiones, se auxilian de una pluma que ya incluye tuberías para la conducción del concreto, esta se conoce comúnmente como bomba pluma.

Bomba de agua. Son equipos montados sobre una placa metálica y que con ayuda de mangueras, se utilizó para elevar el agua a los niveles superiores donde se requería.

Vibrador. Es un equipo que se constituye esencialmente de un cabezal tubular vibratorio, accionado por un motor cuya potencia se transmite al cabezal a través de una manguera y un eje flexible llamado chicote, este equipo fue utilizado para la compactación del concreto en todos los elementos colados en obra, logrando así eliminar las bolsas o vacíos de aire.

Malacates. Consiste en un tambor metálico que es accionado mediante un motor, asimismo consta de un freno de trinquete que se utiliza para detener el movimiento del tambor, también cuentan con una palanca que acciona el embrague principal, haciendo girar el tambor en cualquier dirección, se auxilia de un tripié el cual esta provisto en su parte superior de una polea por la cual circula un cable de acero que se enrolla en el tambor. Se empleó en esta obra para elevar y bajar materiales.

Torre grúa. Este equipo esta formado por un marco a base de armaduras metálicas que se encuentra fijo en su base, en su parte superior se encuentra una pluma horizontal que realiza giros totales sobre un eje vertical, sobre esta pluma horizontal se desplaza un carretón móvil en el que están adicionadas poleas sobre las que corren los cables de acero del malacate que también esta instalado en la torre grúa, de igual manera cuenta con un contrapeso en la parte superior pero en el extremo contrario al de la carga, la cabina de control se encuentra asimismo en la parte superior.

Plataformas. Son unidades móviles que se utilizan para transportar equipo o maquinaria de un lugar a otro, en este caso se utilizaron también para transportar todos los elementos precolados y prefabricados a la obra, estos vehículos constan de un tractocamión mismo que remolca una plataforma baja sobre la cual descansan los elementos transportados es una especie de "trailer".

Grúa de patio. Es una unidad móvil de gran tamaño que se desplaza sobre neumáticos, tiene en su parte superior una grúa telescópica que se ajusta a la altura deseada

además de que puede girar totalmente, cuando va a realizar maniobras, desplaza de sus costados unos soportes metálicos los cuales le brindan mayor soporte y estabilidad.

Lanzadora de concreto. Consiste básicamente en una bomba de concreto de menores dimensiones y en cuya tolva se deposita el material con un mínimo humedecimiento de la mezcla, la cual tiene un ducto flexible por el cual circula la mezcla casi seca, este ducto consta en su extremo de una boquilla doble que ajusta la salida tanto de la mezcla como la del agua, esta última se bombea por otra manguera de menor diámetro, en la salida es donde se combinan la mezcla con el agua.

Elevador de personal. Consta de una estructura metálica de soporte formada por armaduras que están ancladas a la estructura de la edificación, sobre esta estructura se desliza un elevador panorámico que se emplea principalmente para el movimiento del personal.

Compactador manual. También conocido como pisón mecánico o de impacto, esta formado por una placa de acero unida a un cilindro articulado el cual cuenta con una agarradera en la parte superior, la placa metálica se apoya sobre el terreno martillándolo por la caída del cilindro que rebota sobre si mismo. Con este equipo se compactaron las terracerías de relleno.

Dobladora de varilla. Consiste en una caja metálica pesada, la cual consta en su parte superior de pernos de apoyo para el doblado, su mecanismo es eléctrico auxiliado por tornillos y pedales. Se empleó para el doblado del acero de refuerzo.

CAPÍTULO V

INSTALACIONES

V. 1.- GENERALIDADES

Todas las edificaciones requieren de un conjunto de instalaciones que le permitan tener un funcionamiento adecuado y puedan cumplir el objetivo para las que fueron creadas, todas las instalaciones deben garantizar la seguridad de la edificación y de sus usuarios , para ello se deben apegar a lo señalado en los diferentes reglamentos y normatividades que apliquen en cada caso para estar dentro de los marcos legales, técnicos y administrativos, según se trate de instalaciones de agua potable, sanitaria, contra incendio, elevadores, aire acondicionado, eléctrica, etc.

Desde la construcción del edificio se van dejando las preparaciones adecuadas que permitan o faciliten la colocación de las distintas instalaciones con las que contará el mismo.

Para esta obra, en algunos casos, se dejaron ahogados bloques de unicel con el fin de facilitar la perforación para las tuberías que atravesarían la losa, en otros, ya desde el diseño se dejaron ductos verticales de paso donde se alojarían las redes de tuberías para las distintas instalaciones. Estos ductos se distribuyeron en varios grupos de manera que se abarcaran varias las zonas del edificio.

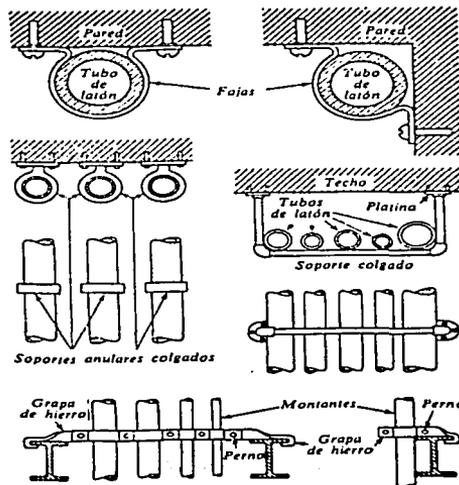
La colocación de las instalaciones se comenzó mucho antes de que se terminara la obra civil evitando así los tiempos muertos. Habiendo revisado los planos para evaluar las cantidades de líneas de conducción que se requerirían para cada instalación, se fueron colocando soportes para las tuberías distribuyéndolos por las zonas donde se extenderían los ramales llegando hasta las terminales, siendo estas últimas las salidas que se dejan en cada nivel ya que la ampliación en el mismo la realizarán posteriormente los adquirientes de cada planta.

V. 2. - INSTALACIÓN HIDRÁULICA (AGUA)

La instalación hidráulica es un conjunto de tuberías, válvulas, muebles y accesorios que hacen posible que se pueda contar con agua en prácticamente cualquier parte de la edificación o en las zonas destinadas para tal efecto.

Al proyectar un edificio se asume la labor de prever los suministros necesarios de agua en las cantidades, caudales, presiones y temperaturas adecuadas, con posibilidades de adaptación a eventuales cambios y/o ampliaciones, con sistemas de conducciones eficientes, fáciles de mantener y que interfieran lo menos posible en la forma arquitectónica interior.

En su forma más general esta instalación se inicia en la toma de la red delegacional para continuar después con la red que se lleva a cabo dentro del edificio, en este caso se cuenta con cisternas y un sistema de bombas para abastecer a todo el edificio de acuerdo al diseño de los planos.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fig. 50 Tipos de soportes y abrazaderas para tuberías.

La alimentación hacia el predio consta de una abrazadera que se colocó al tubo de la red delegacional, una llave de inserción, un tubo de acero que va hasta la llave de banqueta, posteriormente un tubo flexible para continuar con el marco que formaría la tubería de entrada, después de lo anterior se colocó una llave de paso para controlar el flujo, un medidor y una llave de nariz colocada perpendicularmente al flujo de la tubería.

Posteriormente se continuó con una tubería desde el marco hasta la cisterna, ya desde ahí y con la ayuda de bombas reguladas automáticamente se inició la red de distribución por medio de tuberías a cada una de las zonas planeadas de acuerdo al proyecto, así como a los muebles y equipos que lo requerían.

Toda la soportería se fue colocando por medio de marcos metálicos fijados a las paredes de los ductos y a la losa en su parte inferior por medio de taquetes expansivos, sobre o a través de los soportes se fueron colocando los tubos de los diferentes diámetros requeridos y se iban fijando por medio de abrazaderas, posteriormente se iban haciendo las conexiones necesarias para extender la red hasta los puntos solicitados todo esto auxiliándose de coples, nipples, codos en los ángulos comerciales, tees, yces, reducciones, derivaciones, bifurcaciones, válvulas, etc., en algunos usando soldadura y en otros por medio de cuerdas (rosca), evitando ya fuera por medio de accesorios o cámaras de exposición, el golpe de ariete.

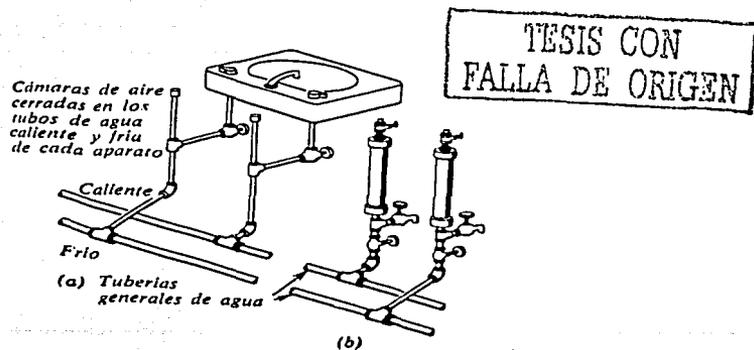


Fig. 51 Cámaras de aire para amortiguar el golpe de ariete. a) tubo cerrado, b) recargable.

Se dispuso de válvulas necesarias para que las distintas secciones del edificio y de la instalación misma, puedan aislarse del resto, a fin de permitir mantenimiento, reparaciones o cambios en su estructura. Las válvulas, registros y todo el material de equipo es fácilmente accesible, con suficiente espacio para inspeccionarlos y en su caso repararlos.

V. 3. - INSTALACIÓN SANITARIA

Al igual que la instalación hidráulica, la instalación sanitaria cuenta con una red de tuberías, válvulas y accesorios para realizar una función inversa, es decir, de los muebles, equipos y lugares donde se utilizó agua ahora se va recolectando para conducirla hacia el albañal delegacional o drenaje público.

En este caso como el albañal de salida se encuentra abajo del nivel del alcantarillado público, se construyó un cárcamo de aguas negras y se le instaló un doble sistema de bombeo para garantizar de esta manera el constante flujo de salida de las aguas servidas del edificio hacia las tuberías de desalojo.

Dentro del mismo predio y antes de conectar a la red pública se construyó un registro con sello hermético para realizar revisiones en su funcionamiento, pudiéndole dar de esta manera el mantenimiento necesario para evitar posibles estancamientos y/o funcionamientos inversos.

Todos los muebles instalados, equipos, coladeras y bajadas cuentan con sifones que proporcionan un sello hidráulico contra malos olores y alimañas, asimismo con sistemas de ventilación, formados por tuberías de “respiración” para evitar efectos de succión y eliminar también los gases que se generan. Previendo que el nivel de las aguas del alcantarillado pueda esporádicamente subir hasta generar un reflujó, se instaló una válvula de contención “check”, la cual se cerrará automáticamente si se llegara a presentar el contra flujo mencionado anteriormente.

La instalación en su forma más general, comprende los siguientes elementos: Acometida a la alcantarilla, colector, sifón general, conductos de ventilación, bajantes de aguas servidas, ramales de artefacto y sifones o cespols; los cuales se fueron desarrollando de forma parecida a la del agua potable, es decir en base al diseño asentado en los planos se fueron haciendo las conexiones necesarias para extender la red hasta los puntos solicitados todo esto auxiliándose de coples, niples, codos en los ángulos comerciales, tees o codos de 90°, yces o codos de 45°, reducciones, derivaciones, bifurcaciones, válvulas, etc., en algunos usando soldadura y en otros por medio de cuerdas (rosca),

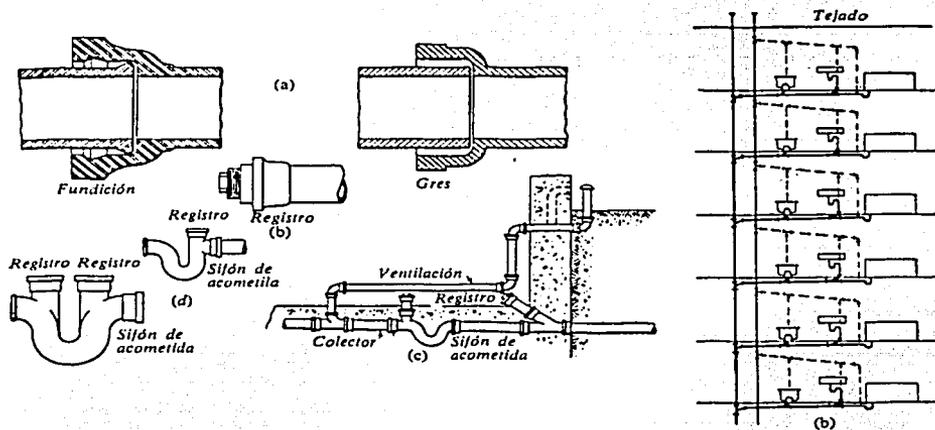


Fig. 52 Uniones de tuberías, sifones de acometida y esquema de distribución de tuberías.

Se tomó en consideración que para evitar que las tuberías instaladas recibieran materias extrañas durante la construcción, deberían taparse con material de fácil remoción, hasta ser instalados los muebles o equipos correspondientes.

El material que más se utilizó en las tuberías fue el fierro fundido para las bajadas de colectores, en algunos tramos se utilizó el plástico rígido PVC (Cloruro de Polivinilo) sobre

todo en las conexiones cercanas con los muebles. Existen otros plásticos como el ABS (Acrylonitrile – butadiene – styrene) o el SRP (Styrene rubber plastic).

El diseñar y ejecutar un buen diseño del drenaje se refleja no solo en el buen funcionamiento del edificio, sino que también en una mayor comodidad de los usuarios, además de que se evitarán afecciones a su salud.

V. 4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica es la que permite que la gran mayoría de los equipos instalados, puedan funcionar, ya que a través de ella se suministra la energía necesaria hasta los lugares de toma, para que se pueda disponer de ella cumpliendo de esta manera su cometido.

Para elegir un sistema de distribución apropiado se deben de tomar en cuenta varios factores, entre los que pueden contarse: Análisis de la carga total de la instalación, probables aumentos futuros de la carga, utilización de cables con secciones más económicas, condiciones físicas locales (calor, frío, salinidad, humedad), utilización de sistemas de protección (tubos) de los conductores y accesorios, caídas de tensión en los conductores, accesibilidad a la instalación para posteriores reparaciones e inspección.

La energía eléctrica se transmite y se distribuye más comúnmente por el sistema de corriente alterna, esto se debe a que de esta forma puede ser transmitida económicamente a altas tensiones y puede ser elevada o reducida de voltaje por medio de transformadores; la maquinaria de corriente alterna es más económica que la de corriente continua, además de que los conductores son más flexibles, mejorando con esto la repartición de las cargas entre las fases del sistema.

Los conductores o cables tienen como función el llevar la corriente hasta los aparatos de consumo, estos conductores son generalmente de cobre o de aluminio, los cuales están aislados de modo que no estén en contacto con los otros cables del circuito. Estos

aislamientos consisten en cintas, barniz, caucho o compuestos de plástico o amianto con los que se cubre el material conductor. Existen varios tipos de cables entre los que se cuentan: el BX que son conductores blindados del tipo AC; cable Romex del tipo NM y NMC resistentes a las llamas y a la humedad respectivamente; los SE y USE destinados a la acometida de las edificaciones pudiendo el último ir enterrado y el tipo UF que son cables subterráneos.

La instalación distribuidora de la electricidad del edificio esta formada por conductores eléctricos, con todos los accesorios necesarios desde el punto de toma también llamado acometida hasta los puntos de utilización de los equipos receptores. En los planos de una instalación eléctrica, se hace una indicación detallada de los sistemas de distribución empleados, los empalmes e interconexiones, así como de las secciones de los cables, tubos, y conductos de protección, no se indican cada uno de los conductores y sus conexiones, sino que se utiliza un esquema de trazo único llamado diagrama unifilar, de modo que cada línea sencilla puede representar dos, tres o cuatro hilos.

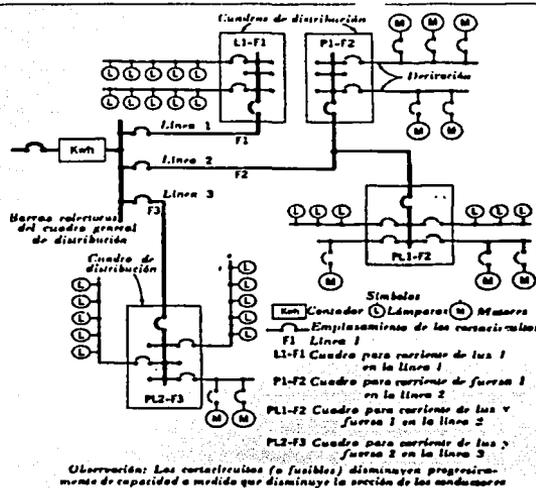


Fig. 53 Diagrama unifilar de una instalación eléctrica.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

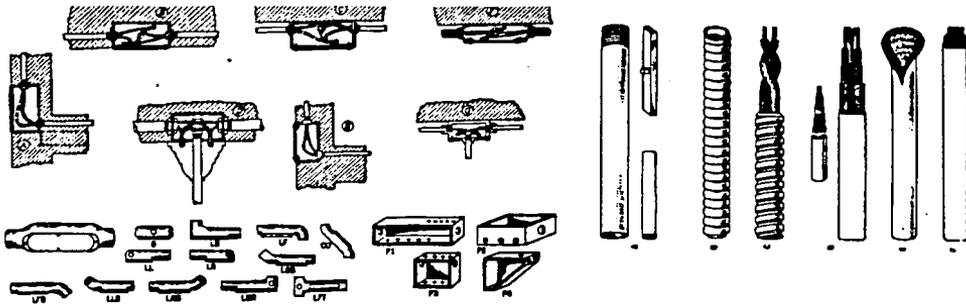


Fig. 54 Cajas de tendido y empalme y tipos de tuberías de conducción.

Después de revisar los planos de la instalación, se fue colocando la soportería que mantendría fijas las tuberías de conducción, estos soportes consistieron en perfiles metálicos laminados que por medio de tornillos o pernos de anclaje se fijaban a las paredes de los ductos o a losa o travesaños, distribuyéndose en los lugares requeridos, se pasaba después a colocar las tuberías, fijándolas con la ayuda de abrazaderas a los soportes previamente colocados. Los tubos se doblaban en curvas de poco radio para hacer las conducciones hacia las cajas de conexión que podrían ser cuadradas, octogonales, rectangulares, en L o en forma de T. La instalación de los conductores eléctricos se realizaba por medio de empalmes y derivaciones que consistía en la torsión de las puntas de los cables que convergían en esa caja deslizándolos con la ayuda de una guía de acero.

En este caso los conductores de acometida se empalmaron con el interruptor de entrada y el medidor, para posteriormente pasar al cuadro principal de distribución donde también se encuentran colocados con cierta simetría otros interruptores y cortacircuitos, de ahí se unieron los conductores de acometida a otros de mayor sección llamados barras de cuadro o barras ómnibus, que se extienden a toda la longitud del cuadro. Los circuitos de alimentación, también llamados feeders, se conectan a las barras donde se les intercalan interruptores al frente del cuadro, estos cables se encargan de llevar la energía a los distintos centros de carga, teniéndose ahí cuadros de distribución de menor capacidad, de donde salen cables de menor sección a otros subcuadros, de donde mediante circuitos

locales de distribución también llamados ramales, se suministra la energía directamente a los equipos o a las salidas que se hayan asentado en el diseño.

El número y el radio de las curvas de las tuberías de conducción así como de su longitud total, tienen influencia sobre el desgaste de la cubierta aislante cuando se tira de los conductores, debido a esto se convino que no hubiera más de dos curvas de 90° o más de tres de 45° en cualquier tramo sin interrupción, en conductos continuos sin curvas se podían tender tramos de hasta 45 ó 60 m., se observó el no rebasar más de seis u ocho conductores en un mismo conducto, también el no empalmar o conectar ningún conductor y después estirarlo dentro del tubo de modo que se evitara que quedara el empalme en el interior, los empalmes se desarrollaban únicamente en las cajas de conexión (de tendido, de empalme y de derivación),

V. 5. - INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Este tipo de instalación es muy análoga a las demás en cuanto al ramaleo que se realiza sólo que su objetivo varía un poco, ya que sus terminales de utilización son hidrantes, los cuales pueden ser fijos o móviles, los primeros son rociadores que normalmente se colocan a nivel del plafón, los segundos son mangueras que están acomodadas dentro de gabinetes distribuidos estratégicamente para que se pueda tener fácil acceso a ellos.

En esta edificación los rociadores cuentan con redes de tuberías instaladas por encima del plafón pero soportadas a la losa de concreto, que a ciertos espacios, dependiendo de su radio de acción, se colocaron válvulas a través de las cuales se rocía agua por aspersión.

Todo este sistema de redes se encuentran distribuidas por áreas independientes, para que en caso de ser necesario actúen únicamente las que se encuentren en las áreas que son requeridas.

Su funcionamiento se activa cuando se detectan humos excesivos o temperaturas que exceden los 70° C, generando que se funda un fusible sumamente sensible colocado dentro de las bocas de los rociadores, lo que provoca que suene una alarma y asimismo el sistema se dispare automáticamente en las zonas de emergencia. La presión del agua en las tuberías es tal que permite el funcionamiento simultáneo de los dos hidrantes más altos.

Para este caso se recomendó que el agua que se fuera a utilizar para el sistema, estuviera libre de sustancias químicas que pudieran dañar los equipos o las instalaciones, además de que así se evitaría que pudiera reaccionar con el fuego.

SOPORTERIA PARA LAS TUBERIAS

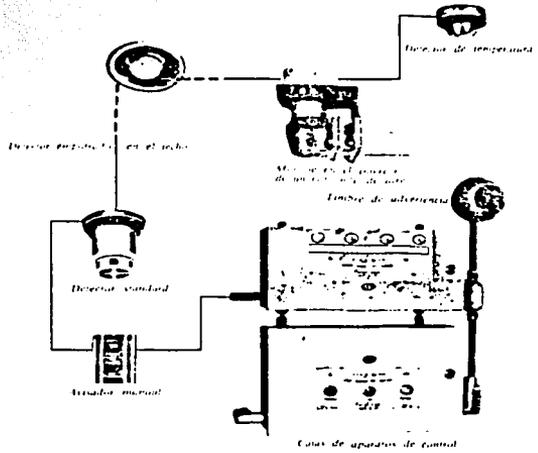
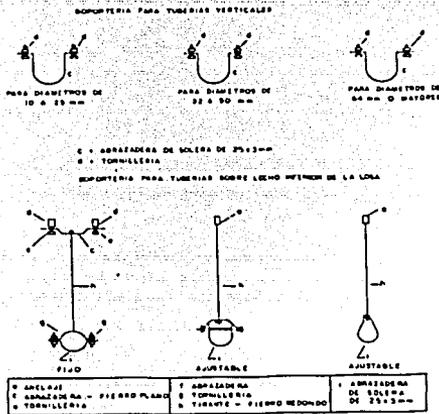


Fig. 55 Diagrama de soporteria para tuberías y dispositivos de detección de humo.

La edificación cuenta con una toma siamesa que no es otra cosa que una toma doble de agua con un diámetro de 4" (101mm.), que se colocó próxima al edificio y esta conectada a la red contra incendios, básicamente su función es inyectar agua a los camiones cisterna que tengan a bien auxiliar en caso de un siniestro.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En la instalación se utilizaron colgantes dobles para evitar desplazamientos de la tubería, en general se procuró que el espaciamento máximo entre soportes no excediera de 3 m., además de que se le dio a la tubería una pendiente del 2% para los casos en se requiriera vaciarla.

Este tipo de instalación debe de revisarse periódicamente para garantizar que se encuentre en óptimas condiciones de servicio para que su funcionamiento sea el adecuado si se requiriera su utilización en caso de que se presentara alguna emergencia.

V. 6.- INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO

El acondicionamiento del aire es una necesidad no solo para el confort ambiental sino También para obtener una mejor eficiencia en el trabajo, este acondicionamiento consiste en controlar básicamente la temperatura y velocidad del aire que se hace circular en el interior de la edificación. Las distintas operaciones que componen el acondicionamiento requerido del aire se pueden enunciar en calentar y humidificar, enfriar y deshumidificar, limpiar y hacer circular el aire.

La cantidad de aire que del exterior se introduce depende principalmente de la actividad de los ocupantes en el interior, del número de metros cúbicos por persona que tiene cada espacio interior y del tipo de edificación a la que se va a alimentar.

Actualmente la tendencia consiste en recuperar parte del aire interior y añadir menores proporciones del aire exterior, aunque el aire procedente de cuartos de limpieza, baños y de fumadores no se recupera sino que se evacua directamente al exterior. También la cantidad de aire inyectado que se considera suficiente es de 0.14 a 0.28 m³ por minuto por persona, es recomendable que el aire que se proporciona tenga una temperatura con un rango de variación entre 15 y 21°C en invierno y entre 10 y 15 °C en verano y con velocidades entre 0.1 y 1.5 m/s siendo preferiblemente que no exceda de 0.4 m/s, en todo momento deben controlarse cuatro aspectos básicos en el aire que son los siguientes: limpieza, temperatura,

humedad y distribución, para lograrlo se le hace pasar por una serie de procesos que se generalizan en filtrado, precalentado, lavado, enfriamiento, recalentado, humidificación e impulsión y distribución.

Introducción de aire del exterior: Esto se logra a través de un juego de rejillas que están en contacto con el exterior.

Filtrado: Una vez que se ha tomado aire del exterior se hace pasar por un conjunto de filtros con el fin de eliminarle impurezas mayores.

Precalentado: Esta etapa tiene por objeto calentar el aire para evitar que en la humidificación pueda congelarse. Sólo se utiliza en invierno.

Lavado: Esto se logra mediante rociadores de agua generando que se mantenga en forma de vapor gracias a que el aire estaba caliente.

Enfriamiento: Para realizar esta etapa se utiliza un condensador con serpentines con líquido refrigerante que circula a una temperatura debajo de los 0°C.

Recalentado: Nuevamente se calienta el aire para adecuar la temperatura a la que será servida a los locales, debiendo considerar las pérdidas durante su circulación por los impulsores y los conductos.

Humidificación: debido a que el aire pierde parte de su humedad durante el recalentado, se añadirá mediante pulverizadores, un nuevo rociado de agua para adecuarla a la requerida.

Impulsión y distribución: Mediante máquinas que cuentan con aspas radiales o transversales se le proporciona al aire un movimiento que le permita fluir hacia los lugares de destino, para este

flujo deben de tomarse en cuenta las pérdidas que genera la fricción del mismo con las paredes de los conductos.

Esta edificación cuenta con una sola instalación de acondicionamiento de aire que a la vez sirve para verano e invierno, es decir para calefacción y refrigeración. La mayor parte de los elementos de la instalación, tales como rejas, filtros, ventiladores, conductos y registros se usan indistintamente en los dos casos, por otro lado los calentadores son necesarios en invierno y a veces en verano.

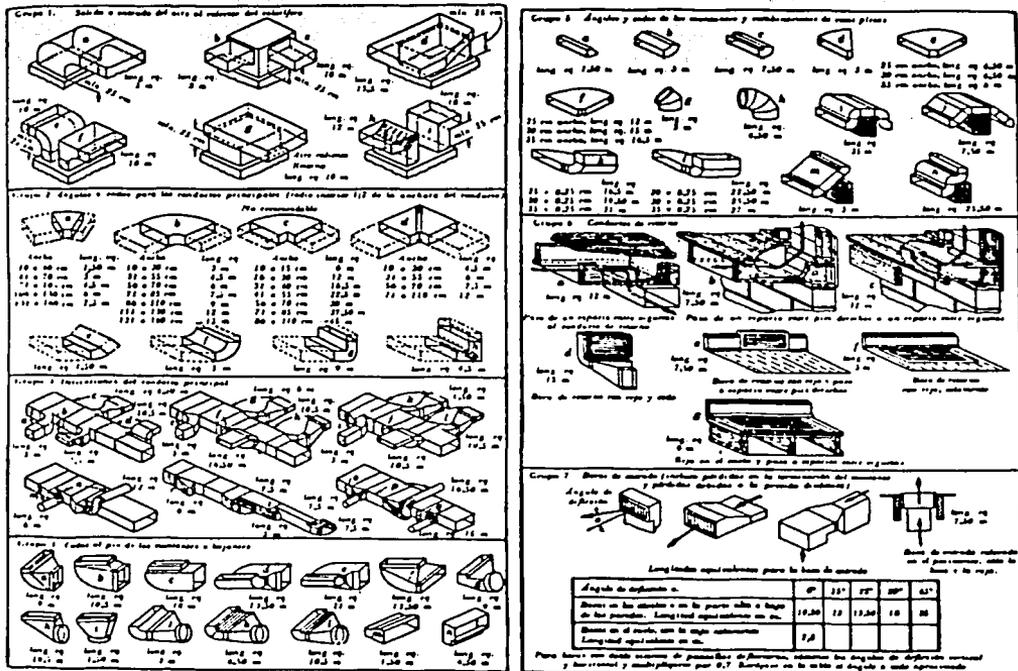


Fig. 56 Diversas formas, secciones y accesorios de los conductos del aire acondicionado.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

V. 7. - OTRAS (SISTEMA DE ELEVADORES, TELEFÓNICA, GAS Y PARARRAYOS)

SISTEMA DE ELEVADORES

Los elevadores o ascensores se emplean para transportar personal u otro tipo de carga en forma vertical, en este último caso se llaman montacargas. En los ascensores para transporte de personal se consideran aspectos como: Acceso inmediato a las cabinas, rapidez en el transporte, suavidad en el movimiento en los períodos de aceleración, funcionamiento rápido y silencioso en las puertas, visibilidad en los indicadores de piso de los pulsadores, tanto los internos como los externos y una iluminación adecuada.

En la elección del tipo de ascensor y los detalles mecánicos y eléctricos influyeron aspectos como los detalles estructurales del edificio, el espacio disponible, el suministro de corriente eléctrica, las características y necesidades del personal, el mantenimiento y la maniobra.

Todos los vestíbulos de entrada y salida de los ascensores son bastante grandes para que en ellos se puedan reunir, en las horas de máximo servicio, todos los pasajeros que esperan el ascensor, a fin de procurarles la eficiencia necesaria. En estos períodos debe de contarse con aproximadamente 0.40 m^2 de superficie por persona para los pasajeros que esperan delante de los ascensores.

En el diseño y construcción de la edificación se consideró que el suelo que lleva la maquinaria de cada ascensor y los tableros de maniobra, la plataforma auxiliar que lleva las poleas y la transmisión del selector que van encima de la caja del respectivo ascensor necesitan aproximadamente una altura equivalente a la de dos plantas del edificio, para ello se tiene el nivel denominado transfer.

Los componentes que integran la instalación de un ascensor, se pueden enunciar en: Cabina, cables, el mecanismo elevador, el equipo de maniobra, el contrapeso, el hueco o ducto, las guías, el cuarto de máquinas que resguarda el grupo motor generador que suministra energía a los elevadores y el foso.

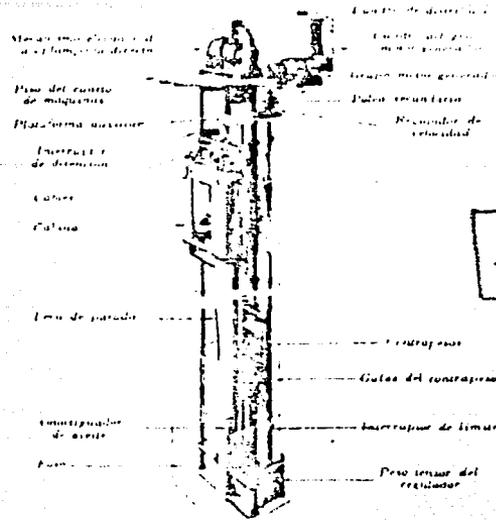
Básicamente la cabina es una caja de metal ligero que se armó en el lugar y que está sostenida por una estructura resistente en cuyo extremo superior se amarraron los cables. Por medio de las zapatas para cable montadas en los lados de la cabina, que actúan contra las guías, quedo fijada su posición en su trayecto vertical. Estas guías son ángulos metálicos que se fijaron por medio de soldadura a las soleras y a PTR que se habían dejado preparados y ahogados desde el colado de los muros del ducto de elevadores.

La cabina está provista de puertas de seguridad, mecanismos de maniobra (pulsadores, contactos, relés, levas, indicadores de posición, luces piloto, botones de llamada, etc.), indicadores de niveles de piso, iluminación, puertas de socorro, ventilación, zócalos y pasamanos.

Se colocaron de tres a ocho cables paralelos para cada elevador entre los cuales se distribuyó el peso de cada cabina de una manera uniforme, estos cables se enrollan en los tambores cilíndricos del mecanismo tractor, del cual descienden para amarrarse al contrapeso nuevamente por medio de zapatas.

El contrapeso está formado por bloques rectangulares de fundición, apilados en una armazón que se desplaza sobre unas guías fijadas a los muros de concreto por medio de pernos de anclaje. Se le colocaron interruptores eléctricos automáticos que detienen el movimiento de la cabina, para que no sobrepase los extremos de su recorrido.

Sobre los muros del ducto de elevadores, además de las guías, también se encuentran montados los bastidores de las puertas y algunos de los elementos mecánicos y eléctricos de los aparatos de mando, en el fondo del ducto del ascensor, están los parachoques de la cabina, en el extremo superior, está la plataforma que sostiene la maquinaria, toda esta distribución, de acuerdo a las especificaciones del proyecto.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Fig. 57 Elementos principales del mecanismo de un elevador.

TELEFÓNICA

Para el edificio de oficinas es de gran importancia el planeamiento para la instalación telefónica, ya que es muy extensa y requiere de espacios necesarios para la acometida, en el que se incluya un espacio para el armario terminal; espacio para las canalizaciones verticales que normalmente como en este caso son ductos, así como para los armarios y cajas de registro primarias y secundarias; red de distribución incluyendo canalizaciones verticales y horizontales, cajas de paso y conexión.

Para su instalación igualmente se colocaron soportes donde por medio de abrazaderas se fijaban los conductos que contenían a los cables, extendiendo la red solo hasta la entrada de cada nivel, es decir solo se dejaron las preparaciones de entrada a cada nivel.

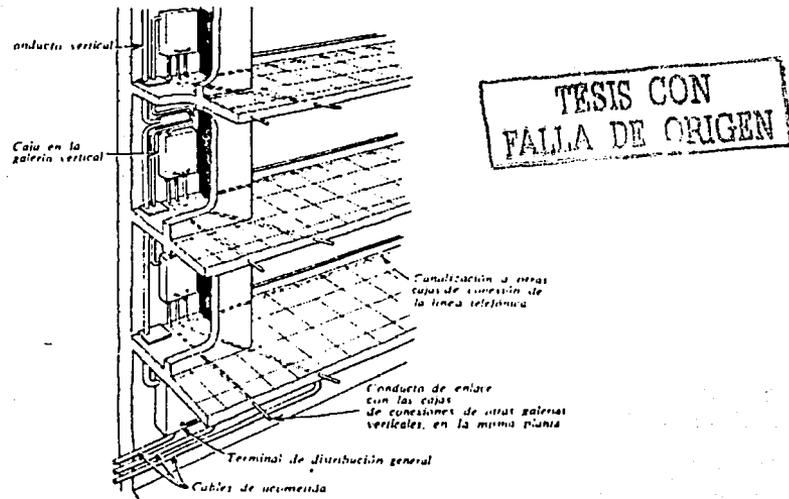


Fig. 58 Disposición típica de las galerías verticales para instalación telefónica.

GAS

Consiste en un conjunto de tuberías de cobre rígido (tipo "L" o "K"), dispositivos y accesorios para la alimentación, regulación, distribución y aprovechamiento de gas dentro del edificio, que además cumplen con lo especificado en el proyecto y los requisitos establecidos.

Estas instalaciones en general deben de quedar visibles y protegidas de daños mecánicos, sujetándolas a los elementos estructurales, mediante abrazaderas o soportes que impidan su movimiento.

PARARRAYOS

Consiste en una red de conductores que sirven para establecer un potencial uniforme en la edificación alrededor de ella, unida sólidamente a electrodos de tierra y que sirve como elemento de dispersión o atenuación de las corrientes eléctricas.

Los electrodos se hincan en toda su longitud ó 2.40 m mínimo, debiendo quedar la parte superior a no menos de 0.20 m de profundidad con respecto al nivel del terreno natural, de tal manera que dicho extremo sobresalga 0.10 m del material de relleno, el cual está compuesto de tierra húmeda a la que se le agrega sal común y/o sulfato de magnesio, para disminuir su resistividad las conexiones a tierra del sistema de pararrayos se deben distribuir en todo el perímetro de la estructura.

Los puntos receptores se encuentran espaciados a una distancia de 6.00 m máximo y cuentan con una sección circular de 0.013 m, formando un sistema para la absorción y dispersión de la energía.

CAPÍTULO VI

PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS

VI. 1.- GENERALIDADES

La administración de un proyecto obliga al ingeniero a llevar un manejo adecuado del desarrollo de la obra, una global planeación y un riguroso control de los costos de las actividades que intervienen en su ejecución, para esto, se hecha mano de tablas, gráficas y reportes que reflejen los avances, desviaciones y todo lo acontecido en el lugar de la realización de los trabajos.

La elaboración de una logística adecuada facilita la construcción, para ello, deben de considerarse todos los factores que más influyen en la realización de la obra, como son; los tipos, cantidades y tiempos de entrega de los insumos (materiales y equipo); clasificación, período de utilización y no. de obreros necesarios; la cantidad de financiamiento requerido en su caso; el tiempo necesario para terminar la obra en su totalidad, entre otros.

VI. 2.- CONCEPTO DE TRABAJO

Un concepto de trabajo es un conjunto de actividades claramente identificables, en los que se ha dividido convencionalmente una obra con fines de medición, control y pago, en base a las normas y especificaciones del proyecto.

La unidad de medida nos indica convencionalmente como debemos cuantificar cada concepto de trabajo para conocer su volumen y su correspondiente pago.

El precio unitario es el importe de la remuneración que se paga por los trabajos realizados para cada concepto de trabajo con base a la unidad de medida que se haya convenido.

Generalmente previo al inicio de una obra, se elabora un catálogo de conceptos los cuales se agrupan en subpartidas y estas en partidas, que a su vez se agrupan en operaciones generales, procurando enunciarlos en forma ordenada de acuerdo al proceso constructivo cronológico y secuencial que se haya planeado.

Muchos de los conceptos de trabajo se asignaron a subcontratistas que contaban con experiencia en actividades particulares y que además ya formaban parte de un padrón de la constructora. Estas subcontratistas elaboraron un presupuesto en base al catálogo de conceptos y las especificaciones del proyecto, con estos presupuestos se integró una tabla comparativa en la que se analizó la mejor opción para la asignación y realización de los trabajos.

Para el cobro de los trabajos se elaboraban estimaciones periódicas en las que se consignaba la valuación de los mismos, aplicando los precios unitarios a los conceptos de trabajo correspondientes, sustentadas con números generadores, en los que se cuantificaba la obra realizada, incluyendo la información completa y detallada de los datos de medición y operaciones aritméticas que servían de base para cuantificar los conceptos de trabajo ejecutados, los acumulados y por ejecutar.

VI. 3.- DIAGRAMA DE BARRAS

La planeación de un proceso productivo, es un conjunto de decisiones que deben elaborarse para cumplir con los objetivos de realización en el futuro del proceso, haciéndolo de la manera más eficiente posible.

La programación de un proceso productivo, es la elaboración de tablas y/o gráficas en las cuales se muestran los tiempos de duración, de inicio y de terminación de todas o de las principales actividades que forman el proceso.

La herramienta generalmente usada para ilustrar un programa de trabajo es el diagrama de barras o diagrama de Gantt, el cual se forma como sigue:

- a) Se determina cuales son los conceptos o actividades principales del proceso.
- b) Se hace una estimación de la duración efectiva de cada actividad

- c) Se representa cada actividad mediante una barra recta cuya longitud es, a cierta escala, la duración efectiva de la actividad.
- d) Se hace una lista de las actividades, de manera que a cada actividad corresponda un renglón de la lista, y, estableciendo un orden de ejecución de las actividades, se sitúa la barra que representa a cada actividad a lo largo de una escala de tiempos efectivos, que se coloca en la misma dirección de los renglones y que es común a todas las actividades.
- e) Se convierte la escala de tiempos efectivos a una escala de días calendario, haciendo coincidir el origen de la escala en la fecha de iniciación del proceso. Se ajustan las posiciones de las barras que representan a las actividades, teniendo en cuenta los días no laborables (días de descanso y días festivos), si es que es un factor importante en la ejecución del proceso.
- f) Recurriendo al criterio y experiencia del personal que prepara el diagrama, se desplazan las barras hacia el origen de la escala de tiempos, y se reducen las longitudes de algunas de ellas, si es que se requiere reducir o ajustar la fecha de terminación del proceso.

La elaboración del diagrama de barras para el proceso puede refinarse para contar con mayor información respecto a la forma de ejecutarlo de una manera más satisfactoria en tiempo y forma.

El diagrama de barras como representación de un proceso es, sin duda una herramienta muy útil, ya que en el se muestran objetivamente las duraciones, y las fechas de iniciación y de terminación posibles, para cada actividad en que se considera dividido el proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO, PARTIDA Y/O SUBPARTIDA	AÑO 1				
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
PARTIDA I					
CONCEPTO A					
CONCEPTO B					
CONCEPTO C					
CONCEPTO D					
PARTIDA II					
CONCEPTO E					
CONCEPTO F					
CONCEPTO G					

Fig. 59 Diagrama de barras para un proceso productivo.

La constante evolución y mejoramiento de los procesos productivos, ha generado también nuevos métodos de planeación, programación y control, como lo es método de la trayectoria crítica ("Critical Path Method"), en el cual se consideran gráficas formadas por conjuntos de puntos unidos entre ellos por una o más líneas, a los puntos del conjunto se les llama nudos, y las líneas que los une se les llama rama.

Los nudos de la gráfica se representan con círculos y se designan con números enteros. Las ramas que unen a dos de ellos quedan caracterizados por los números de dichos nudos, es decir si "i" es el nudo de origen y "j" el nudo de terminación de una rama dirigida, ésta se designa con el símbolo "i - j".

Con estos conceptos es posible formar una gráfica dirigida denominada como diagrama de flechas, en el cual se representan gráficamente las actividades que constituyen el proceso, y la secuencia de ellas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cada actividad se representa mediante una flecha recta o curva, de longitud arbitraria y dirección secuencial, que se encuentra provista de dos círculos numerados y colocados en sus extremos.

El círculo "i" colocado en el punto inicial de la flecha recibe el nombre de evento de partida de la actividad, e indica la iniciación de ella.

El círculo "j" colocado en el punto terminal de la flecha se denomina evento de terminación de la actividad, y señala la terminación de ella.

Existen actividades que pueden iniciar simultáneamente, éstas se representan con flechas cuyo evento de partida es el mismo, pueden ser "n" actividades simultáneas. De igual manera existen actividades que pueden terminarse simultáneamente, las cuales se representan con flechas cuyo evento de terminación es el mismo.

La gráfica de flechas permite hacer una representación integral para el proceso constructivo, puesto que en ella se muestran las actividades que lo constituyen, tiempo aproximado y el orden de ejecución de las mismas.

Lo recomendable, sobretodo en los grandes proyectos, es dividir el proceso en varias etapas de construcción para poder hacer una mejor evaluación y llevar un mejor control durante su ejecución. Dentro de la evaluación se consideran los factores que intervienen en su desarrollo, para así ponderar su influencia, para estas evaluaciones se utilizan programas de ejecución que pueden dividirse en semanas o meses, dependiendo de si su duración son meses o años.

Para la preparación de los programas, el proyecto se divide en varias operaciones generales, las cuales agruparan a las partidas, subpartidas y a su vez a los conceptos, se determina la cantidad de trabajo que tenga que llevarse a cabo, obteniendo para cada concepto de trabajo, su tiempo de ejecución, considerando la economía en su desarrollo, se selecciona

también el número de obreros y unidades de equipo que resulten más económicos en cada operación y en la obra en general.

Usualmente no es posible elaborar el plan y el programa definitivos del proceso en un primer intento, sino que una vez elaborado, hay necesidad de someterlo a revisión por los diferentes departamentos involucrados en su formación, modificándolo si es necesario con el objeto de satisfacer mejor las expectativas.

Cuando se haya completado el programa, se estudia cuidadosamente para ver si hay cambios, por ejemplo la posibilidad de retardar el inicio de una operación, reduciendo el número total de obreros y/o unidades de equipo necesarias para completar la obra, o talvez retardar la fecha de inicio de una operación permita la utilización de una unidad de equipo que se encuentre trabajando en otra obra, eliminando de esta manera la necesidad de comprar o rentar equipo adicional.

El programa de obra se empleará también como una guía para la planeación de solicitudes y entrega de materiales, previniendo que estos se entreguen con la adecuada anticipación a su utilización para asegurar que no habrá demoras, sin que esto sea en demasía ya que no es aconsejable tener los materiales con mucha anticipación a su utilización, pues podrían dañarse, deteriorarse o inclusive perderse, además de que pueden congestionar las áreas de trabajo si no se cuentan con almacenes o patios de materiales suficientes.

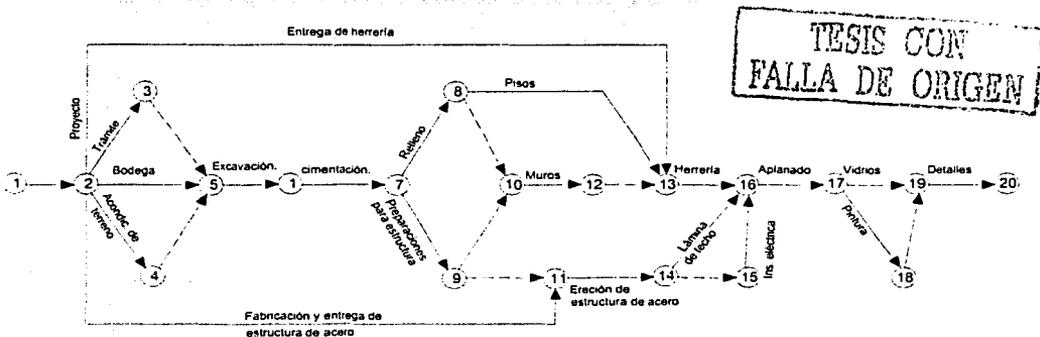
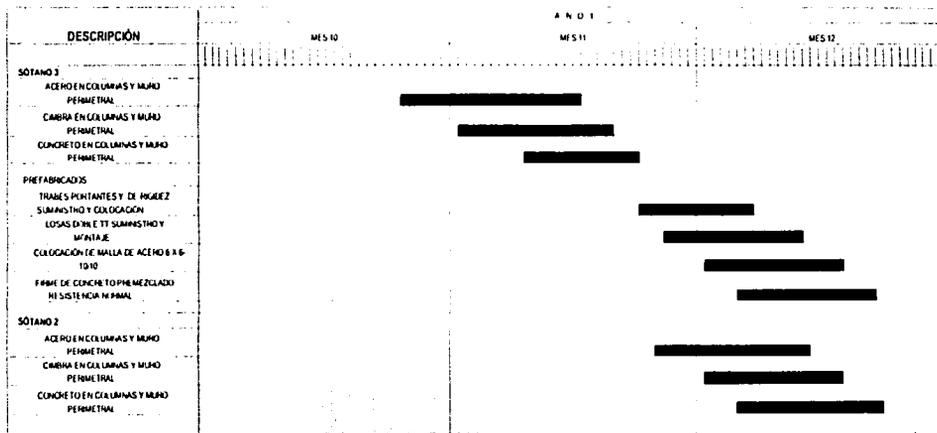
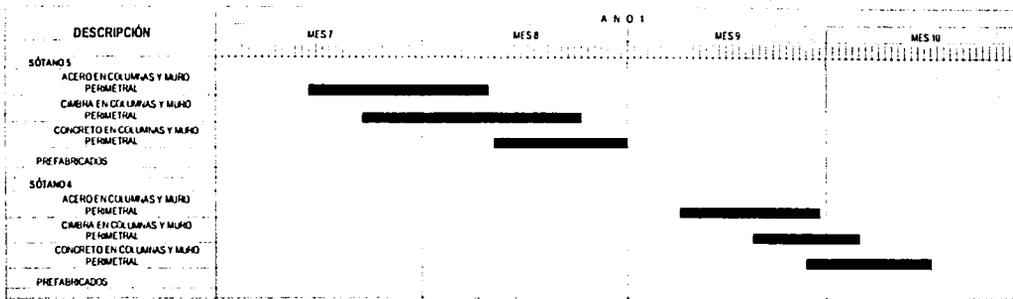


Fig. 60 Diagrama de flechas para la construcción de una bodega.



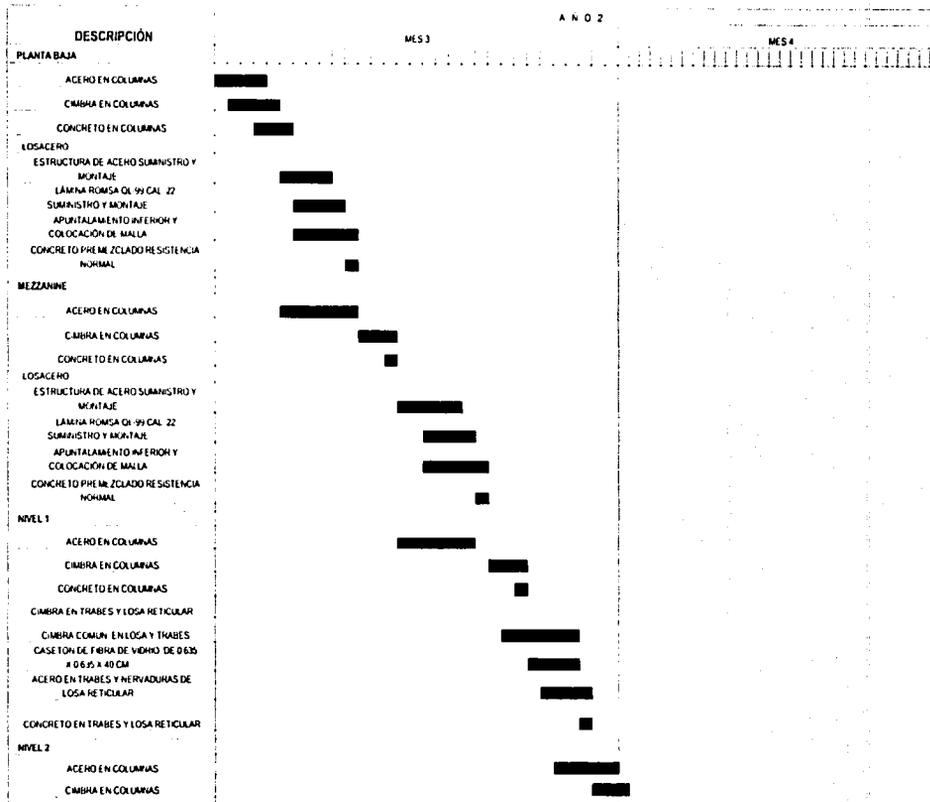
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA DE OBRA DE LA TORRE III SANTA FE

DESCRIPCIÓN	AÑO 1		AÑO 2	
	MES 12	MES 1	MES 2	MES 3
SOTANO 2				
PREFABRICADOS				
TRABES PORTANTES Y DE RIGIDEZ		██████████		
SUMINISTRO Y MONTAJE		██████████		
LOSAS DE AL. E. T. T. SUMINISTRO Y MONTAJE		██████████		
COLOCACIÓN DE MALLA DE ACERO 8 X 6 1010		██████████		
FRASE DE CONCRETO PREMEZCLADO RESISTENCIA NORMAL		██████████		
SOTANO 1				
ACERO EN COLUMNAS Y MURO PERMETHAL		██████████		
CABRÍA EN COLUMNAS Y MURO PERMETHAL		██████████		
CONCRETO EN COLUMNAS Y MURO PERMETHAL		██████████		
PREFABRICADOS				
TRABES PORTANTES Y DE RIGIDEZ			██████████	
SUMINISTRO Y MONTAJE			██████████	
LOSAS DE AL. E. T. T. SUMINISTRO Y MONTAJE			██████████	
COLOCACIÓN DE MALLA DE ACERO 8 X 6 1010			██████████	
FRASE DE CONCRETO PREMEZCLADO RESISTENCIA NORMAL			██████████	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

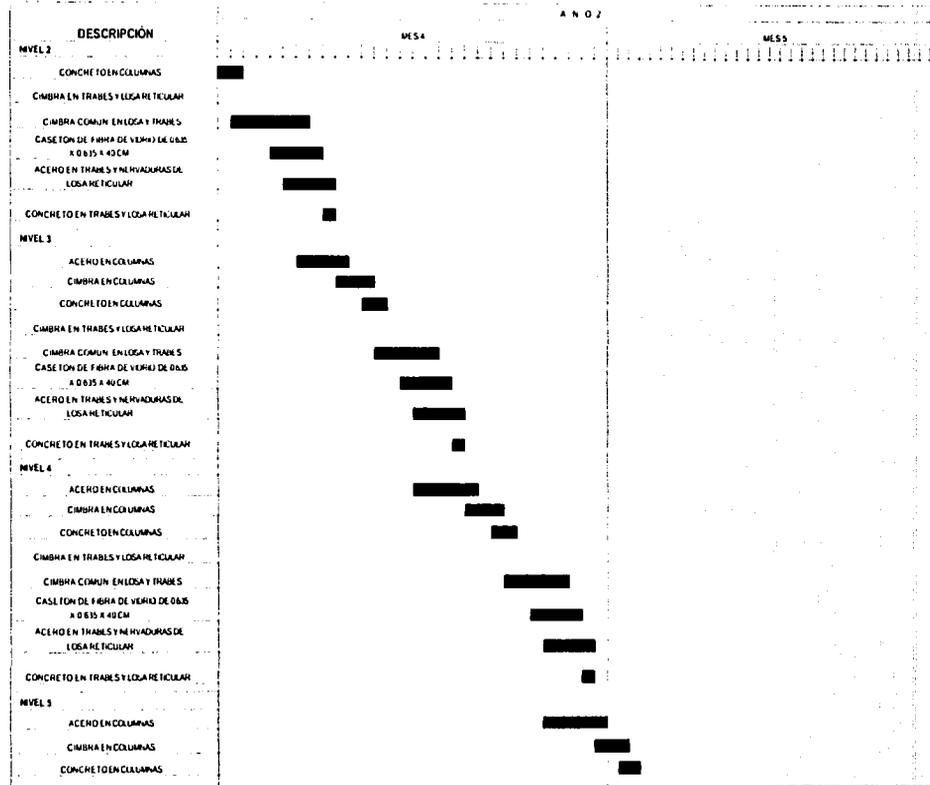
PROGRAMA DE OBRA DE LA TORRE III SANTA FE



PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS

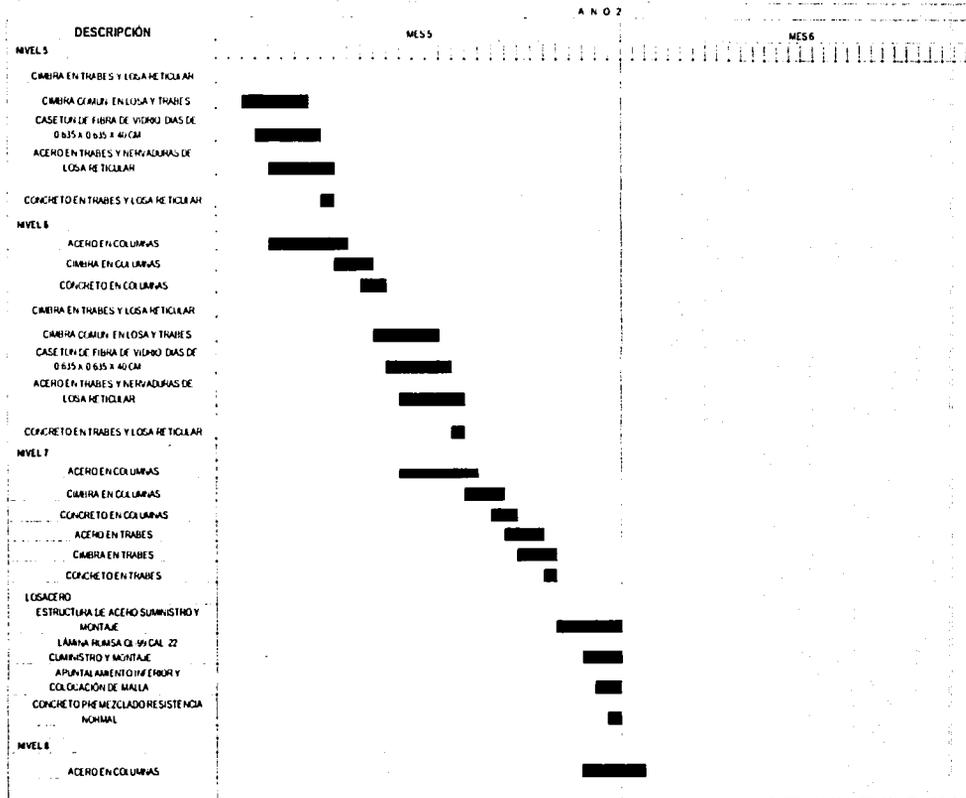
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PROGRAMA DE OBRA DE LA TORRE III SANTA FE



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

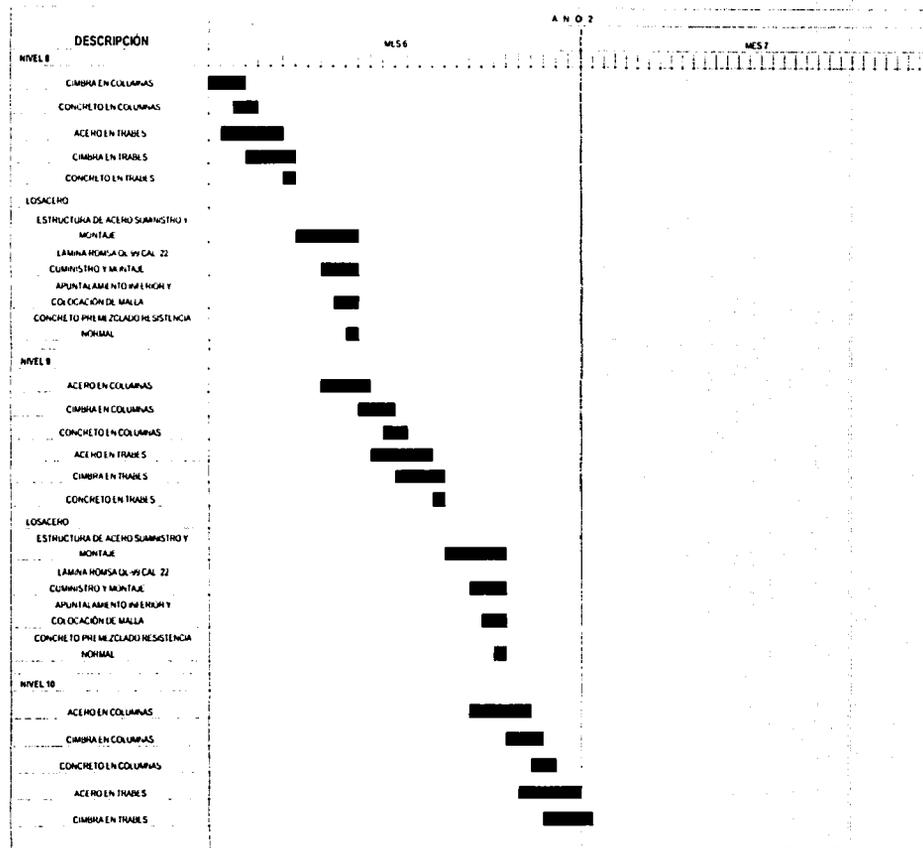
PROGRAMA DE OBRA DE LA TORRE III SANTA FE



PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS

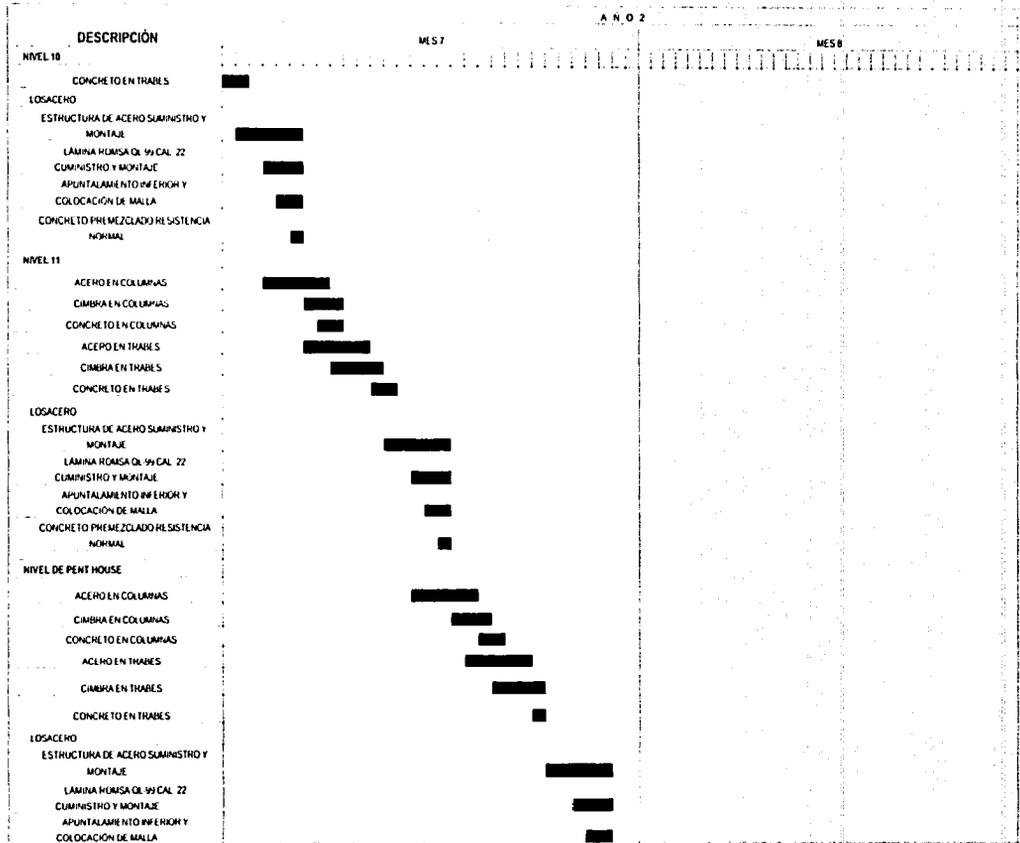
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PROGRAMA DE OBRA DE LA TORRE III SANTA FE



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

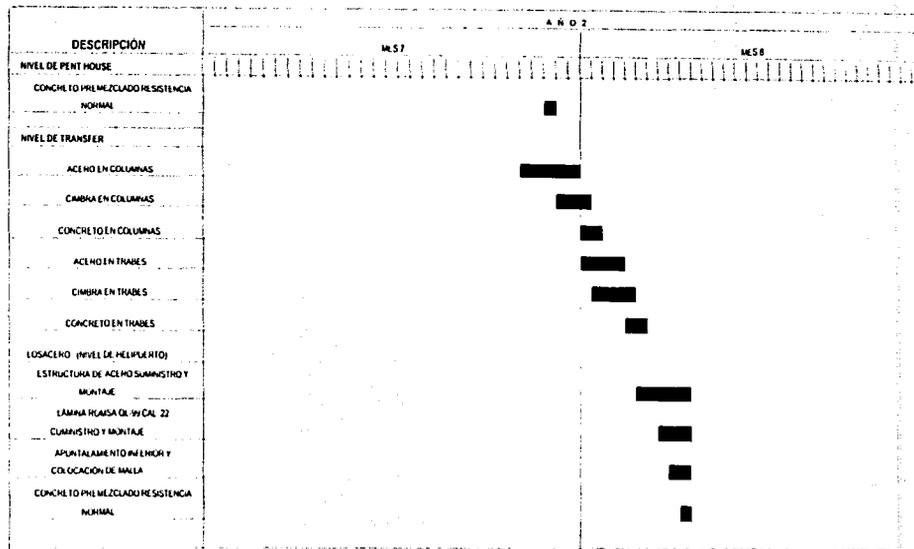
PROGRAMA DE OBRA DE LA TORRE III SANTA FE



PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS

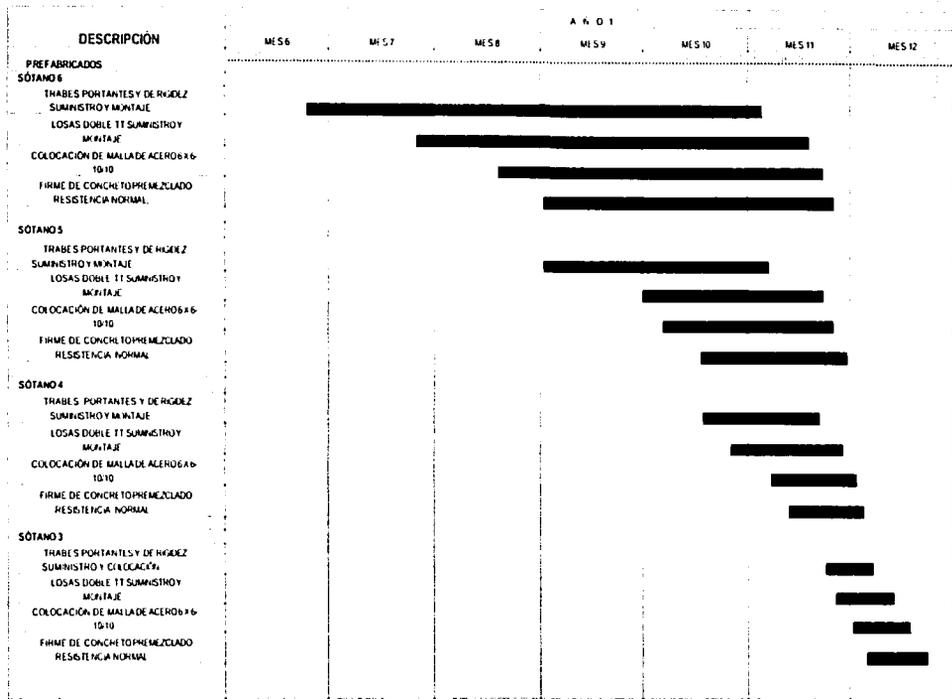
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PROGRAMA DE OBRA DE LA TORRE III SANTA FE



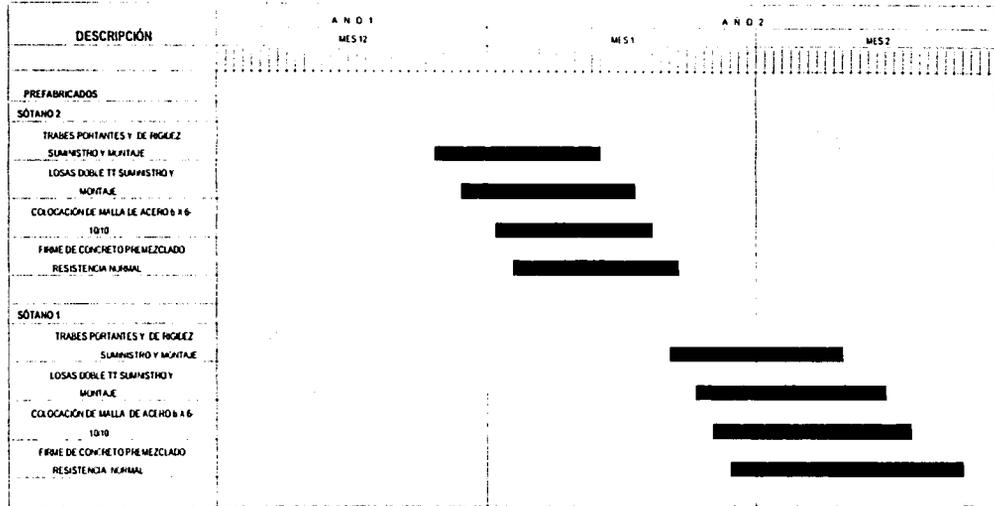
PROGRAMA DE OBRA Y COSTOS

TRISIS CON
FECHA DE ORIGEN



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PROGRAMA DE OBRA DE PREFABRICADOS EN SÓTANOS DE LA TORRE III SANTA FE



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

VI. 4.- COSTOS DE OBRA.

El costo total de una obra se obtiene de la suma global de todos los importes que resultan de multiplicar la cantidad de obra de cada concepto de trabajo, por su correspondiente precio unitario.

Como ya se mencionó anteriormente el precio unitario, es el importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse por una unidad de concepto terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

El precio unitario esta integrado por los costos directos, correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad y en el caso de obra pública los cargos adicionales.

El costo directo por materiales es el que corresponde a las erogaciones que se hacen para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, cumpliendo además con la calidad especificada

El costo directo por mano de obra es el que se deriva de las erogaciones que se realizan por el pago de salarios reales al personal que participa directamente en la ejecución del concepto de trabajo en cuestión.

El costo directo por maquinaria o equipo de construcción es el que se deriva de las erogaciones del uso de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo.

El costo indirecto corresponde a los gastos generales que son necesarios para la ejecución de los conceptos de trabajo y que no están incluidos en los costos directos, pero que se realizan tanto en oficinas centrales como en la obra, y comprende entre otros los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de

instalaciones generales que son necesarias para la realización de los conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción.

Para la determinación del costo que corresponde a las oficinas centrales, se consideran únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la residencia de la obra.

Los costos indirectos se expresan como un porcentaje del costo directo para cada concepto de trabajo. Este porcentaje se obtiene sumando los importes de los gastos generales que resultan aplicables y dividiendo la suma entre el costo directo total de la obra. Los gastos generales que usualmente se toman en consideración para integrar el costo indirecto son los siguientes:

- I. Honorarios, sueldos y prestaciones de los siguientes conceptos:
 - a) Personal directivo.
 - b) Personal técnico.
 - c) Personal administrativo.
 - d) Cuota patronal del Seguro Social y del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.
 - e) Prestaciones que obliga la Ley Federal del Trabajo para el personal enunciado anteriormente.
 - f) Pasajes y viáticos del personal enunciado anteriormente.
 - g) Los que deriven de la suscripción de contratos de trabajo, para el personal enunciado anteriormente.
- II. Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:
 - a) Edificios y locales.
 - b) Locales de mantenimiento y guarda.
 - c) Bodegas.
 - d) Instalaciones generales.
 - e) Equipos muebles y enseres.
 - f) Depreciación o renta, y operación de vehículos.
- III. Servicios de los siguientes conceptos:

- a) Consultores, asesores, servicios y laboratorios.
 - b) Estudios e investigaciones.
- IV. Fletes y acarreos de los siguientes conceptos.
- a) Campamentos.
 - b) Equipo de construcción.
 - c) Plantas y elementos para instalaciones.
 - d) Mobiliario.
- V. Gastos de oficina de los siguientes conceptos:
- a) Papelería y útiles de escritorio.
 - b) Correos, fax, teléfonos, telégrafos y radios.
 - c) Equipo de computación.
 - d) Situación de fondos.
 - e) Copias y duplicados.
 - f) Luz, gas y otros consumos.
- VI. Capacitación y adiestramiento.
- VII. Seguridad e higiene.
- VIII. Seguros y fianzas.
- IX. Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:
- a) Construcción y conservación de los caminos de acceso.
 - b) Montaje y desmantelamiento de equipo.
 - c) Construcción de instalaciones generales:
 - 1) De campamentos.
 - 2) De equipo de construcción.
 - 3) De plantas y elementos para instalaciones.

El costo por financiamiento se representa por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponde a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados, que se realizan para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por períodos.

El análisis, cálculo e integración del porcentaje del costo por financiamiento, se obtiene de la diferencia que resulta entre los ingresos y egresos, afectado por la tasa de interés que propone el contratista, y dividida entre el costo directo más los costos indirectos. Además se consideran los siguientes :

1. Ingresos

- a) Los anticipos que se otorgan antes y durante el ejercicio del contrato.
- b) El importe de las estimaciones a presentar, considerando los plazos de formulación, aprobación, trámite y pago; deduciendo la amortización correspondiente de los anticipos concedidos.

2. Egresos

- a) Los gastos que impliquen los costos directos e indirectos.
- b) Los anticipos para compra de maquinaria o equipo e instrumentos de instalación permanente, que en su caso se requieran.
- c) Cualquier gasto requerido según el programa de ejecución.

La tasa de interés se fija con base en un indicador económico específico, la cual permanece constante en la integración de los precios.

El cargo por utilidad, es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo, el cual está representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

Este cargo es fijado por el contratista, y considera las deducciones que corresponden al impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa.

Los cargos adicionales son las erogaciones que se realizan por estar convenidas como obligaciones adicionales o porque se derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos e indirectos y por financiamiento, ni el cargo por utilidad.

Como ya se menciona anteriormente los cargos adicionales sólo se consideran para obra pública, ya que en este rubro quedan incluidos únicamente los cargos que se derivan de ordenamientos legales aplicables, o de disposiciones administrativas que emitan autoridades competentes en la materia, como impuestos locales o federales y gastos de inspección y supervisión.

Los cargos adicionales no se afectan por los porcentajes determinados para los costos indirectos y de financiamiento ni por el cargo de utilidad, además de que se adicionan al precio unitario después de la utilidad, y solamente serán ajustados cuando las disposiciones legales que les dieron origen, establezcan un incremento o decremento para los mismos.

PRESUPUESTO DE PARTIDAS PRINCIPALES	
Excavación	11,279,238.99
Obras de retención	7,766,033.41
Cimentación	12,943,389.01
Subestructura	29,584,889.16
Superestructura	66,196,189.51
Instalaciones	27,735,833.59
Aire acondicionado	5,547,166.72
Eléctrica	4,715,091.71
Hidrosanitaria	5,269,808.38
Contra incendio	3,328,300.03
Elevadores	6,933,958.40
Otras	1,941,508.35
Fachada	12,573,577.90
Albañilería	7,581,127.85
Acabados	9,245,277.86
Monto total	184,905,557.28

CONCLUSIONES

Cuando uno esta preparándose académicamente para ser ingeniero, es difícil tener una visión completa del compromiso real que se contrae con nuestra sociedad, con nuestra universidad y con nosotros mismos, ya que los campos de acción de la ingeniería civil son muy diversos, y las necesidades de nuestra sociedad todavía más.

Al enfrentarnos con el campo laboral, nos damos cuenta de que necesitamos una constante actualización y capacitación de nuestras habilidades y conocimientos, para poder sacar el mejor provecho de ellos, explotándolos para transformar y renovar el medio en el que nos desenvolvemos, proporcionando a la comunidad espacios donde pueda realizar sus actividades de trabajo, vivienda, recreo, religión, salud, deporte, etc., haciendo que ese proyecto cumpla satisfactoriamente la finalidad para la que fue proyectada.

Dentro del estudio de mecánica de suelos, para los sondeos, y siendo este un caso de suelos friccionantes, se empleó el método de penetración estándar, ya que en la práctica, es el que brinda mejor información de la compactación del suelo, y es esta una de las principales propiedades mecánicas del mismo.

Para el desplante de la cimentación se excavó el terreno hasta localizar el suelo firme, ya que las capas de suelo superior presentaron un acomodo irregular, tanto en su composición como en su compacidad, además de que algunas zonas estaban contaminadas por cascajo, asegurando con esto una mejor transmisión de cargas hacia el terreno .

Es posible combinar varios métodos de construcción en una misma edificación, como en este caso que se tuvieron elementos prefabricados, colados en el lugar, acero estructural y concreto reforzado, pero tenemos que considerar y cuidar todas las preparaciones y elementos de unión para obtener una estructura monolítica.

Fue importante tomar en cuenta los espacios y preparaciones que se debieron ir dejando en el momento de estar desarrollando la construcción, para evitar tener que romper elementos estructurales durante la colocación de las instalaciones con las que contará la edificación.

Al tener varias combinaciones de materiales y métodos en las losas de entepiso de este edificio, se tuvo que cambiar varias veces parte del personal obrero para contar con el que estuviera capacitado para realizarlo, así como con técnicos que pudieran coordinar el buen desempeño de los trabajos a realizar.

Considero que lo mejor sería utilizar, en un edificio, un sistema único en cuanto a la estructura, ya que esto implicaría el menor número de combinaciones de materiales, y la utilización de personal con actividades ya mecanizadas por la repetición del proceso, así como menor número de equipos de construcción, lo que posiblemente se traduciría en un abatimiento de tiempo y consecuentemente de costos.

Fue importante contar con un programa de obra, ya que con él se podía evaluar si el avance se estaba llevando en tiempo o si existían desfases de consideración, pudiendo de esta manera identificar los motivos y aplicar soluciones a los mismos para ubicarse nuevamente dentro de los tiempos establecidos.

En la realización del edificio las actividades que se tenían que estar cuidado constantemente eran las que tenían que ver con la estructura, es decir armados, cimbrados y colados, así como todas las subactividades de estas, ya que se consideran actividades críticas cuyo desarrollo afecta los tiempos de ejecución del conjunto.

Al participar en un proyecto, ya sea en su concepción, planeación, diseño o construcción, debemos tener siempre presente que ese bien social debe estar integrado a un proyecto global, al cual en un futuro a corto o mediano plazo se integrará, aportando así un elemento más a la gran maquinaria de producción que estará colaborando a mejorar la economía de la nación.

Debemos tener presentes los programas de desarrollo regionales para poder integrar adecuadamente los proyectos realizados a esos programas y puedan verdaderamente ser funcionales y benéficos para la comunidad, procurando en todo momento afectar lo menos

posible a la naturaleza, observándola con el respeto que se merece y haciendo que las edificaciones armonicen con ella en todo lo posible.

En la industria de la construcción se tiene una gran variedad de materiales y equipos, que están a disposición de los constructores, para que al ponderarlos adecuadamente, junto con el personal calificado, en cantidad y tiempo, podamos obtener una obra sana en calidad, higiénica, segura, funcional y agradable, en el tiempo y costo establecidos en un principio, de acuerdo al presupuesto y programa financiero y de obra, los cuales constantemente tenemos que estar revisando, para verificar su cumplimiento y tomar las medidas preventivas o correctivas cuando se vayan presentando desviaciones que afecten los objetivos planteados.

Desgraciadamente en nuestra sociedad difícilmente se termina una obra en el tiempo planeado, con el costo calculado y algunas veces tampoco con la calidad establecida, ya que algunos proyectos los realiza el que ofrece el precio más bajo, dejando a un lado la calidad del trabajo realizado, menospreciando la preparación del personal empleado, así como el cumplimiento normativo de los materiales y equipo, es por eso que debemos reforzar la ética de compromiso de los ingenieros, pues nuestro medio nos necesita totalmente profesionales para llevar a cabo un adecuado control de la calidad de los insumos que se utilizan.

Es vital constructivamente hablando, el estar actualizado en los procedimientos o métodos empleados para el desarrollo de una obra de construcción, desde luego tomándolos en cuenta desde la planeación y el diseño, ya que día a día se van mejorando y renovando al entrar en el mercado nuevos y mejores materiales y equipos, que se van integrando a las tendencias actuales de primer mundo, en las cuales el ingeniero civil se hace presente aportando su granito de arena para crear una plataforma de infraestructura, que coadyuve al mejoramiento social, para estar al día y adaptarse al vertiginoso mundo en que vivimos, pues no se entendería nuestro desarrollo como nación sin la participación de los ingenieros civiles.

BIBLIOGRAFÍA

Mecánica de suelos, tomo I, Fundamentos de la mecánica de suelos,

Eulalio Juárez Badillo,

Alfonso Rico Rodríguez.

Editorial Limusa

Aplicaciones en ingeniería de métodos modernos de planeación, programación y control de procesos productivos,

Melchor Rodríguez Caballero, Sc. D.

Editorial Limusa.

Reglamento de construcciones para el Distrito Federal,

Editorial Porrúa.

Métodos planeamiento y equipos de construcción,

R. L. Peurifoy.

Editorial Diana México.

Breve descripción del equipo usual de construcción,

Carlos M. Chavarri Maldonado,

U.N.A.M.

Los costos en la construcción,

Ing. Rafael Aburto Valdés,

FUNDEC A.C.

Costo y tiempo en edificación,

Ing. Carlos Suárez Salazar,

Editorial Limusa, Noriega editores.

Diseño estructural,
Roberto Meli,
Editorial Limusa, Noriega editores.

Manual de las instalaciones en los edificios, tomo 1, 2 y 3,
Charles Merrick Gay,
Charles de van Fawcett,
William J. Mc Guinness,
Benjamin Stein,
Editores G. Gili, S.A. de C.V.

Apuntes de la materia de "Construcción de estructuras",
Prof. Luis Zarate Rocha,
U.N.A.M.