



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ANALISIS COMPARATIVO ESTRUCTURAL
DE CINCO ALTERNATIVAS DE OFICINAS
BANCARIAS DE CUATRO NIVELES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA:
RAUL LOPEZ SANTILLAN**

**DIRECTOR:
ING. CONSTANCIO RODRIGUEZ CABELLO**



MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

Capítulo I INTRODUCCION

I.1 Antecedentes	1
I.2 Etapas del diseño estructural	3
I.3 Objetivo del presente estudio	6

Capítulo II PRIMER ALTERNATIVA: CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 8.54 m CON COLUMNAS Y TRABES PREFABRICADAS

II.1 Descripción de la estructura	8
II.2 Cimentación	11
II.3 Cargas consideradas en el diseño	11
II.4 Análisis estructural	13
II.5 Criterios de diseño y materiales	14
II.6 Procedimiento constructivo	15
II.7 Croquis y figuras	16

Capítulo III SEGUNDA ALTERNATIVA: CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 8.54 m CON COLUMNAS Y TRABES COLADAS EN SITIO

III.1 Descripción de la estructura	36
III.2 Cimentación	36
III.3 Cargas consideradas en el diseño	37
III.4 Análisis estructural	39
III.5 Criterios de diseño y materiales	39
III.6 Procedimiento constructivo	40
III.7 Croquis y figuras	41

Capítulo IV TERCER ALTERNATIVA: CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 10.98 m CON COLUMNAS Y TRABES PREFABRICADAS

IV.1 Descripción de la estructura	48
IV.2 Cimentación	51
IV.3 Cargas consideradas en el diseño	51
IV.4 Análisis estructural	53
IV.5 Criterios de diseño y materiales	53
IV.6 Procedimiento constructivo	54
IV.7 Croquis y figuras	56

Capítulo V CUARTA ALTERNATIVA:
CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 13.42 m
CON COLUMNAS Y TRABES PREFABRICADAS

V.1 Descripción de la estructura	68
V.2 Cimentación	70
V.3 Cargas consideradas en el diseño	71
V.4 Análisis estructural	73
V.5 Criterios de diseño y materiales	73
V.6 Procedimiento constructivo y materiales	74
V.7 Croquis y figuras	75

Capítulo VI CUARTA ALTERNATIVA:
CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 13.42 m
CON COLUMNAS COLADAS EN SITIO Y
TRABES METALICAS

VI.1 Descripción de la estructura	93
VI.2 Cimentación	94
VI.3 Cargas consideradas en el diseño	94
VI.4 Analisis estructural	96
VI.5 Criterios de diseño y materiales	97
VI.6 Procedimiento constructivo	98
VI.7 Croquis y figuras	99

Capítulo VII ANALISIS COMPARATIVO ENTRE
LAS CINCO ALTERNATIVAS

VII.1 Breve descripción de los cinco edificios estudiados	106
VII.2 Cuantificación de materiales	107
VII.3 Costos y precios considerados en el análisis	108
VII.4 Indices de comparación	110
VII.5 Tablas y gráficas	112

Capítulo VIII CONCLUSIONES	130
----------------------------	-----

CAPITULO I

INTRODUCCION.

I.1 ANTECEDENTES

Una estructura puede concebirse como un sistema, es decir, como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada. La función puede ser: salvar un claro, como en los puentes; encerrar un espacio, como sucede en los edificios. Así pues el diseño estructural es en cierta forma un arte en el que se utilizan la experiencia obtenida en construcciones anteriores, realizadas con o sin éxito, las leyes de la física y las matemáticas, y los resultados de investigaciones de laboratorio, para obtener la geometría y dimensiones de estructuras que se comporten de una manera segura y eficiente ante las diferentes acciones o sollicitaciones que se presenten durante las diferentes etapas de su existencia.

El diseño estructural se encuentra inscrito en el proceso más general, en el cual se definen las características que debe tener una construcción para cumplir de manera adecuada las funciones que está destinada a desempeñar.

Un requisito esencial para que una construcción cumpla sus funciones, es que no sufra fallas o mal comportamiento debido a su incapacidad para soportar las cargas que sobre ella actúan. Deben cuidarse además los aspectos relacionados al funcionamiento y a la habitabilidad, que en general son responsabilidad de otros especialistas. Luego entonces, resulta evidente mencionar, que el proceso mediante el cual se crea una construcción puede llegar a ser de gran complejidad.

Sea por ejemplo, el caso de interés de un edificio, el cual está integrado por varios subsistemas, dentro de los cuales pueden estar los siguientes:

- El estructural
- Las diversas instalaciones (eléctrica, aire acondicionado, sanitarias, etc)
- El de los elementos arquitectónicos (acabados diversos, fachadas, etc.)
- El de los elevadores

Todos estos subsistemas interactúan de manera que en su diseño debe tenerse en cuenta la relación que existe entre ellos.

En la práctica profesional, con bastante frecuencia, esta interacción entre los diferentes subsistemas se considera sólo en forma rudimentaria. En forma convencional, el diseño de un edificio suele realizarse por la superposición sucesiva de los proyectos de los diversos subsistemas que lo integran. Así pues, el arquitecto propone un proyecto arquitectónico, a veces, con escasa atención a los problemas estructurales implícitos. El estructurista procura adaptarse lo mejor posible a los requisitos arquitectónicos planteados, con frecuencia con conocimiento limitado de los requisitos de las diversas instalaciones. Por último, los proyectistas de éstas formulan sus diseños con base en los proyectos arquitectónico y estructural.

El proyecto general definitivo se logra una vez que los diversos especialistas han hecho las correcciones y ajustes indispensables en sus proyectos respectivos.

De esta forma, cada especialista encargado de una parte del proyecto tiende a dar importancia sólo a los aspectos del proyecto que le atañen, sin tomar en cuenta que la solución que está proponiendo es inadmisibles o inconveniente para el cumplimiento de otras funciones. En particular el ingeniero estructural debe tener siempre presente que el proyecto no constituye un fin por sí mismo, sino que representa una parte del proceso que conduce a la construcción de una obra determinada. Luego entonces, lo importante es la calidad del resultado que se logre, por lo que el proyecto será más satisfactorio en cuanto a que mejor contribuya a facilitar la construcción de una obra adecuada. Por ello, se debe tener en mente que lo que se proyecta se tendrá que construir y, así pues, elegir las soluciones que mejor se ajusten a los materiales y técnicas de construcción disponibles.

A pesar de los evidentes inconvenientes, que el proceso que en términos simplistas se acaba de describir, es lo que se suele seguir, con resultados aceptables, en el diseño de la mayoría de las construcciones.

Sin embargo en los últimos años, dada la creciente complejidad de las obras, se ha iniciado una tendencia a racionalizar el proceso de diseño recurriendo a los métodos de la ingeniería de sistemas. En esencia, se pretende aprovechar las herramientas del método científico para hacer más eficiente el proceso de diseño. En particular, se pone énfasis en la optimización de la obra en su totalidad. Una diferencia fundamental respecto al enfoque tradicional de diseño es la consideración simultánea de la interacción de los diversos subsistemas que integran una obra en una etapa temprana del proceso de diseño en lugar de una superposición sucesiva de proyectos.

Cualquiera que sea la metodología seguida en el diseño de una obra, el ingeniero estructural debe saber encuadrar su actividad dentro del proceso general del proyecto. Al igual que no debe imponer soluciones que resulten inconvenientes o insuficientes para el funcionamiento general de la construcción, así mismo debe pugnar para que no se le impongan esquemas o restricciones que conduzcan a un diseño estructural poco racional o antieconómico.

El objetivo de un sistema estructural es resistir las acciones a las que va a estar sometido, sin colapso o mal funcionamiento. Las diferentes soluciones estructurales están sujetas a las restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto, y a las limitaciones generales del costo y tiempo de ejecución.

I.2 ETAPAS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

Las diferentes etapas que conforman el proceso de diseño estructural pueden resultar hasta cierto punto arbitrario. Sin embargo se suelen considerar tres aspectos fundamentales:

- Estructuración
- Análisis
- Dimensionamiento

A continuación se describe brevemente en que consiste cada etapa:

Estructuración.- Se determinan los materiales de los que va a estar constituida la estructura, la forma global de ésta, el arreglo de sus elementos constitutivos, dimensiones y características más esenciales. Luego entonces se desprende que esta etapa es la más importante del diseño, ya que de la adecuada elección de un sistema o esquema estructural dependerá el adecuado comportamiento del mismo. Es en esta etapa donde la creatividad, criterio y experiencia del proyectista desempeñan un papel primordial.

Análisis.- Está formado por las actividades que llevan a la obtención de la respuesta de la estructura ante las diferentes solicitaciones que pueden afectarla. Para llevar a cabo lo anterior, es

costumbre seguir los siguientes pasos:

a) Modelar la estructura. Consiste en la idealización de la estructura real por medio de un modelo teórico factible de ser analizado con los procedimientos de cálculo disponibles. La modelación incluye la definición de las diversas propiedades de los elementos que componen al modelo, es decir, la recolección de los diversos datos y la suposición de otras propiedades. Estos valores durante el proceso mismo de diseño suelen modificarse e irse refinando a medida que se avanza en el diseño.

b) Determinar las acciones de diseño. En la mayoría de las situaciones las cargas y otros agentes que introducen esfuerzos a la estructura están definidos por Códigos o Reglamentos a los cuales el proyectista debe respetar. Sin embargo es frecuente que la determinación del valor de diseño de alguna(s) carga(s) sean responsabilidad del proyectista.

c) Determinación de los efectos de las acciones de diseño en el modelo de la estructura elegido, esta etapa constituye el análisis propiamente dicho, se determinan las fuerzas internas (momentos flexionantes y de torsión, fuerzas acciales y cortantes), así como las flechas y deformaciones de la misma. Conviene mencionar que los métodos de análisis y su aplicación mediante computadoras han evolucionado en las últimas décadas mucho más que los otros aspectos del diseño. Luego entonces, y sin menospreciar las ventajas de utilizar sistemas de análisis refinados, no se debe buscar un grado de "presición" incongruente con las suposiciones realizadas en el punto anterior.

Dimensionamiento. En esta etapa se define en detalle la estructura y se revisa si se cumple con los requisitos de seguridad adoptados. Además, se elaboran planos y especificaciones de construcción de la estructura. Estas actividades están con frecuencia muy ligadas a la aplicación de uno o más códigos que rigen el diseño de la estructura en cuestión. Los códigos y procedimientos son particulares del material y del sistema de construcción elegido. Lo que constituye un aspecto general son los criterios de seguridad y la estructura de los procesos de diseño.

El haber dividido el proceso de diseño en las tres etapas mencionadas anteriormente, no debe de ninguna manera llevar a pensar que se trata de un proceso unidireccional en el que primero se imagina una estructura, luego se analiza y finalmente se dimensiona. El proceso real es mucho más complejo e iterativo, e implica repetir varias veces cada etapa a medida que la estructura evoluciona hacia su forma final.

El análisis de la secuencia temporal con que se realiza el diseño de una estructura permite distinguir las fases siguientes.

1) Planteamiento de soluciones preliminares. Se requiere tener una definición clara de la función que debe cumplir la estructura y de las restricciones que impone el entorno dentro del cual se encontrará el proyecto en cuestión. En esta fase es particularmente necesaria la interacción entre el estructurista y los demás subsistemas, para definir las necesidades básicas de cada uno de ellos.

De una evaluación esencialmente cualitativa surge un número limitado de soluciones que pueden ser aceptables. Esta evaluación se basa por lo general en cálculos simplistas y/o comparación de estructuras semejantes. Cabe también mencionar que es en esta etapa fundamental el criterio y experiencia del proyectista, ya que de esto dependerán los futuros resultados (éxitos o no) del proceso de diseño.

2) Evaluación de soluciones preliminares. Se realizan las actividades que se han mencionado anteriormente (estructuración, análisis y dimensionamiento), pero a un nivel muy tosco, a esta serie de actividades se le suele denominar como PREDISEÑO, en el cual se pretende definir las características esenciales de la estructura en diversas alternativas con el fin de identificar sus partes y llegar a una estimación de los costos de las diversas soluciones. La elección de la opción más conveniente no sólo se debe basar en una comparación de los costos de la estructura. Es fundamental la consideración de la eficacia con la que la estructura considerada se adapta a los demás aspectos del proyecto.

3) Diseño detallado. Una vez seleccionada la opción más conveniente, se procede a definirla hasta su detalle, realizando de manera detallada todas las etapas del proceso de diseño. Es frecuente, aún en este nivel, tener que repetir más de una vez las diversas etapas.

4) Transferencia de los resultados de diseño. Es la elaboración de planos que incluyan no sólo las características básicas de la estructura. La memoria de los cálculos que indique los pormenores del diseño (cualitativa y cuantitativamente), ésto con la finalidad de implementar cualquier cambio al proyecto original.

5) Supervisión. Tiene como objetivo que las personas encargadas del proyecto estructural verifiquen que se está interpretando correctamente su diseño, y sobre todo, resolver los cambios y adaptaciones, que se presentan en mayor o menor grado en todas las obras, de manera que estos no alteren la seguridad de la estructura y sean congruentes con los criterios de cálculo adoptados.

I.3 OBJETIVO DEL PRESENTE ESTUDIO

De lo expuesto anteriormente se puede afirmar que los problemas de diseño estructural no tienen una solución única, sino una solución razonable. Esto es, el objeto del diseño de un sistema es la optimización del sistema mismo, es decir, la obtención de la mejor de todas las soluciones posibles. El lograr una solución óptima absoluta es prácticamente imposible. Lo que es óptimo, en un conjunto de circunstancias, no lo es en otro; lo que es óptimo para un individuo puede no serlo para otra persona.

La finalidad del presente estudio es la de comparar cinco diferentes alternativas estructurales para un edificio de oficinas de cuatro niveles, con un área de construcción similar. Presentándose en todos los casos los criterios de diseño, características, ventajas y desventajas desde el punto de vista estructural de cada una de las diferentes alternativas. Haciéndose finalmente una comparación entre ellas.

Las alternativas estructurales que se consideran son las siguientes:

- I.- Claros entre columnas de 8.54 m, con columnas y traveses de concreto prefabricadas
- II.- Claros entre columnas de 8.54 m, con columnas y traveses de concreto coladas en sitio
- III.- Claros entre columnas de 10.98 m con columnas coladas en sitio y traveses de concreto prefabricadas
- IV.- Claros entre columnas de 13.42 m con columnas coladas en sitio y traveses de concreto prefabricadas
- V.- Claros entre columnas de 13.42 m con columnas de concretos coladas en sitio y traveses metálicas.

Las premisas de diseño, para las cinco alternativas a

estudiar, son las siguientes:

- Estructura de cuatro niveles.
- La geometría de las plantas es cuadrada e igual en todos los niveles.
- El área por planta es aproximadamente de 2000 m²
- Zona sísmica de la República Mexicana " B " (según el Reglamento de construcciones de la Comisión Federal de Electricidad).
- Estructura tipo B (oficinas bancarias).

C A P I T U L O I I

PRIMER ALTERNATIVA :

CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 8.54 m
CON COLUMNAS Y TRABES PREFABRICADAS

II.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

Se trata de un edificio para oficinas bancarias, el cual consta de cuatro niveles, con una altura total de entrepiso de 4.88 m, la planta es tipo, de forma cuadrada, con una longitud por cada lado de 45.9 m. La separación entre columnas en ambos sentidos es de 8.54 m (ver Fig. 2.1). Al centro de la planta se tiene un hueco para servicios (escaleras, elevadores, etc.).

El edificio está resuelto mediante elementos de concreto prefabricado (reforzados y presforzados). Se tienen también una serie de muros de rigidez de concreto reforzado colados en sitio.

Como se puede observar en las Figs. 2.1 y 2.2, el edificio está estructurado mediante marcos (columnas y trabes prefabricados) en el sentido de los ejes letra, y marcos con muros en el sentido de los ejes número. Lo anterior es debido a que en el sentido de los ejes letra los marcos son más rígidos, y no se presentan problemas por desplazamientos laterales debidos a la acción de sismo; mientras que en el sentido de los ejes número, las columnas están orientadas en su sentido más débil y las trabes son menos rígidas que en el sentido de los ejes letra, por lo que se tienen marcos más flexibles. Luego entonces, y para no tener problemas por desplazamientos laterales excesivos debidos a sismo en dicho sentido, se agregaron una serie de muros de rigidez de concreto reforzado colados en sitio, los cuales además de disminuir los desplazamientos laterales, éstos por su misma rigidez, tenderán a tomar buena parte de las acciones debidas a sismo en dicho sentido y disminuir los elementos mecánicos sobre las columnas en dicho sentido.

El sistema de piso está resuelto mediante trabes " T " (trabes T-1 y T-2), trabes " L " (trabes T-4), como se puede observar en las Figs 2.1 y 2.2.

La integridad del sistema de piso se logra mediante el colado de un firme estructural con una resistencia a la compresión $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un espesor de 6 cm reforzado con una malla electrosoldada 6x6-6/6. Este firme es independiente del

mortero que se suele colocar en esta clase de edificios para contener las tuberías que canalizan las instalaciones que se llevan por piso.

Las trabes secundarias T-1 que se indican en la planta tipo (Fig. 2.2), son elementos de concreto prefabricado parcialmente presforzado con una sección transversal en " T " (ver Figs. 2.3 y 2.4). Las trabes T-4 son similares a las trabes T-1, pero en sección " L " , es decir, sólo tienen patín a un lado del alma. Para el diseño de las trabes secundarias se tomaron en cuenta dos etapas:

- En la primera de ellas se consideró como sección simple, sobre la que actúan solamente el peso propio de la trabe, el del firme estructural y el de una carga viva de 100 kg/m², la cual se considera se dá en el proceso de construcción.
- En la segunda etapa, ya trabajando en sección compuesta con el firme estructural, se consideró la sobrecarga muerta (entortado, instalaciones, piso y acabados) más la carga viva de servicio.

Para el diseño de las trabes secundarias se consideró que se encuentran simplemente apoyadas. Estas piezas en los extremos tienen el alma desbastada, por lo que se requiere de un refuerzo adicional en dicha zona (ver fig 2.4).

Las trabes de rigidez T-2, que se muestran en la Fig 2.2, son elementos de concreto reforzado prefabricados con una sección transversal en " T " (ver Figs. 2.5 y 2.6), por su forma estas trabes son parte también del sistema de piso, las cuales además al conectarse a las columnas se comportan como trabes de rigidez. Para el diseño de dichas trabes se consideraron dos etapas:

- En la primera, como una trabe " T " trabajando como sección simple, sobre la cual, al igual que para las trabes T-1, actúa el peso propio de la trabe, el del firme estructural y una carga viva en la etapa constructiva. En esta primer etapa la sección trabaja como simplemente apoyada.
- En una segunda etapa (de servicio), ya trabajando en sección compuesta se consideró la carga viva de servicio más la sobrecarga muerta. En esta segunda etapa, ya se tiene continuidad, es decir, ya forma marco con las columnas, las cuales son también prefabricadas.

Los extremos de las trabes T-2 se encuentran desbastados (ver Fig 2.7) para apoyarse sobre una ménsula que sobresale de

las columnas.

Las trabes portantes T-3, que se muestran en la Fig. 2.2. son, al igual que las trabes T-1 y T-2, son piezas de concreto reforzado prefabricadas, pero con una sección transversal rectangular en cajón, excepto en las zonas donde se apoyan las trabes secundarias T-1, donde se tiene una forma de "I" invertida, y finalmente en los extremos la sección es también rectangular, pero maciza (ver Figs. 2.8 y 2.9). En la zona de apoyo de las trabes T-1, se colocó un refuerzo y accesorio adicionales para recibir a dichas trabes. Para el diseño de las trabes T-3, también se consideraron dos etapas:

- En la primera actúan el peso propio de la trabe más las descargas de las trabes T-1 en dicha etapa. En esta primer etapa se considera que la trabe se encuentra simplemente apoyada sobre unos "brazos" que sobresalen de las columnas prefabricadas. En la zona de apoyo, al igual que en las trabes T-1 y T-2, la pieza se desbasta, teniéndose que colocar también un refuerzo adicional en dicha sección (ver Fig. 2.10).

- En la segunda etapa, la trabe trabaja en sección compuesta con el firme estructural y con continuidad con las columnas, es decir, ya forma marco, y sobre ella actúan la carga viva de servicio, la sobrecarga muerta y también las acciones debidas a sismo.

Las columnas, como ya se mencionó anteriormente son prefabricadas de concreto reforzado y con una altura total de 21.22 m, con una sección transversal de 60 x 90 cm (ver Fig. 2.11).

En el sentido de los ejes letra, y en cada nivel, sobresalen de las columnas unos "brazos", los cuales sirven de apoyo a las trabes portantes T-3, dichos brazos no son otra cosa que la extensión de las trabes T-3, en el extremo de los brazos se tiene una ménsula para apoyo de las trabes portantes, así como una serie de accesorios para dar continuidad a dichas trabes en la etapa de servicio (ver Fig. 2.12 y 2.13).

En el sentido de los ejes número sobresalen unas ménsulas de ambas caras de las columnas, las cuales sirven de apoyo a las trabes de rigidez T-2. Así mismo se dejaron una serie de ductos a través de las columnas para poder pasar el refuerzo que en la etapa de servicio da continuidad a dichas trabes (ver Fig. 2.13).

Como se mencionó anteriormente existen una serie de muros de concreto reforzado colados in situ, los cuales se encuentran adosados a las columnas prefabricadas, debiéndose dejar en éstas una serie de conectores para hacer trabajar a estas columnas y muros como una unidad.

II.2 CIMENTACION

Como se puede observar en la Fig 2.14, la cimentación está resuelta mediante zapatas corridas de concreto reforzado coladas en sitio en el sentido de los ejes letra, así como en los ejes 1, 3, 4 Y 5 en los entreejes A-B y E-F, en los cuales se encuentran localizados los muros de rigidez. En el resto de los ejes número se tienen las contratrabes CT-1 y CT-2 (ver Fig. 2.15), las cuales toman las acciones debidas a sismo que transmiten las columnas a la cimentación en dicho sentido.

Las zapatas corridas ZC-1 y ZC-2 (ver Fig. 2.16) de los ejes letra; y la zapata ZC-3 (ver Fig. 2.17), tienen una doble contratrabe, esto con la finalidad de que el peralte y refuerzo de la zapata disminuyan, así mismo para facilitar el paso del refuerzo longitudinal de dichas contratrabes en la zona del "candelerero", que es donde se empotra la columna prefabricada (ver Fig 2.18).

Cabe mencionar que para el diseño de la cimentación se consideró una capacidad de carga al terreno de 20 ton/m² en condiciones de servicio, además de que toda la cimentación se deberá desplantar sobre una plantilla de concreto f'c = 100 kg/cm².

II.3 CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO

II.3.1 Estimación de cargas gravitacionales.

A continuación se enlistan las cargas que se consideraron actuando sobre la estructura:

ENTREPISO (Zona con piso de marmol)

Peso propio sistema de piso		250 kg/m ²
Firme estructural	.06 x 2400 =	144 kg/m ²
Entortado	.08 x 1000 =	80 kg/m ²
Marmol	.025 x 2600 =	66 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²

Carga Muerta		720 kg/m ²
Carga Viva Máxima		250 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		180 kg/m ²

Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	970 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	900 kg/m ²

ENTREPISO (zona con piso de alfombra o similar)

Peso propio sistema de piso		250 kg/m ²
Firme estructural		144 kg/m ²
Entortado		80 kg/m ²
Alfombrado		6 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²

Carga Muerta		660 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	910 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	840 kg/m ²

AZOTEA

Peso propio sistema de piso		250 kg/m ²
Firme estructural		144 kg/m ²
Rellenos ligeros	.15 x 1000 =	150 kg/m ²
Entortado	.03 x 2200 =	66 kg/m ²
Enladrillado	.02 x 1800 =	36 kg/m ²
Impermeabilizante		14 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²

Carga Muerta		740 kg/m ²
Carga Viva Máxima		100 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		70 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima		840 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea		810 kg/m ²

Cabe mencionar los siguientes puntos:

- Para el diseño de todos los elementos estructurales se consideró una carga muerta de 740 kg/m² más la carga viva correspondiente
- Para valuar la masa sísmica se consideró que el 30 % del

Área de entrepiso son pasillos (zona con piso de marmol) y el 70 % restante tendrá piso de alfombra o similar.

II.3.2 Estimación de las acciones debidas a sismo.

La valuación de las acciones debidas a sismo se efectuaron de acuerdo al Método estático que marcan las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, en su capítulo de Diseño por Sismo, de cuyos principales puntos se hace una relación a continuación:

Zona sísmica de la republica	B
Tipo de Suelo	II
Coefficiente de Diseño Sísmico	$c = 0.2$
Tipo de Estructura	B
Coefficiente de comportamiento Sísmico	$Q = 2$

La variación del coeficiente correspondiente a cada nivel se consideró lineal, nulo en el desplante y máximo en la punta, tal que la fuerza cortante en la base se obtiene igual a $c/Q = 0.1$ por el peso de la estructura.

II.4 ANALISIS ESTRUCTURAL

Para analizar la estructura, se empleó un programa de computadora de análisis de marcos planos (AMPLAN), el cual está basado en el método de las rigideces, y por su estructura está formado de dos partes, en la primera se archiva la geometría de la estructura, y en la otra se introducen los diferentes tipos de carga a la que estará sujeta la estructura.

Para el análisis de la cimentación se utilizó el mismo programa, pero considerando a las zapatas y contratrabes como vigas continuas con apoyos simples.

11.5 CRITERIOS DE DISEÑO Y MATERIALES

Se seleccionaron los siguientes materiales:

- Concreto

Cimentación	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Muros de rigidez	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Columnas y trabes prefabricadas	$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
Firme estructural	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad	$Ec = 10000 \sqrt{f'c}$
- Acero de refuerzo grado duro $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero en mallas electrosoldadas $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- Acero estructural A-36 $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Para el diseño de miembros de concreto se usó el criterio plástico propuesto por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, de sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Se emplearon los siguientes coeficientes de Carga:

- a) Por cargas permanentes $F.C. = 1.4$
- b) Por combinación de cargas permanentes y accidentales $F.C. = 1.1$

Además se emplearon los siguientes coeficientes de reducción en los materiales:

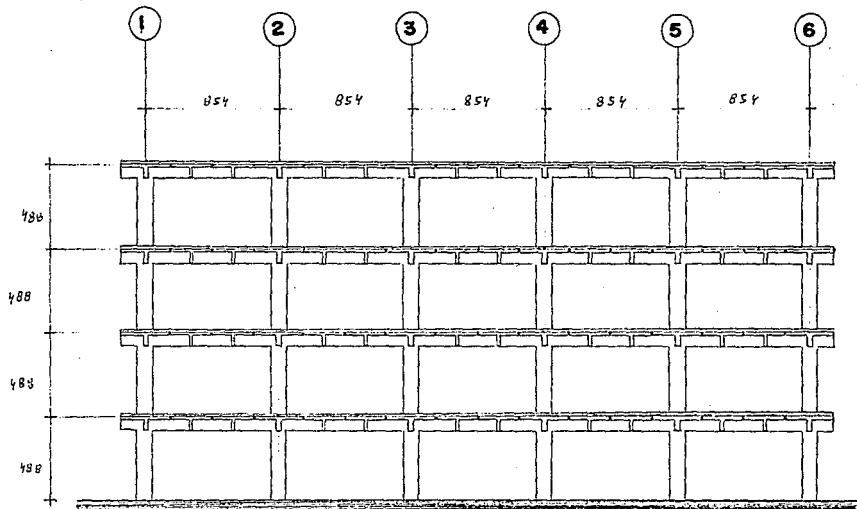
- a) a la flexión $Fr = 0.9$
- b) a la flexocompresión con falla en tensión $Fr = 0.8$
- c) a la flexocompresión con falla en compresión $Fr = 0.7$
- d) a cortante $Fr = 0.8$
- e) para aplastamiento $Fr = 0.7$

Las expresiones utilizadas en el cálculo están consignadas en el Reglamento anteriormente mencionado.

II.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

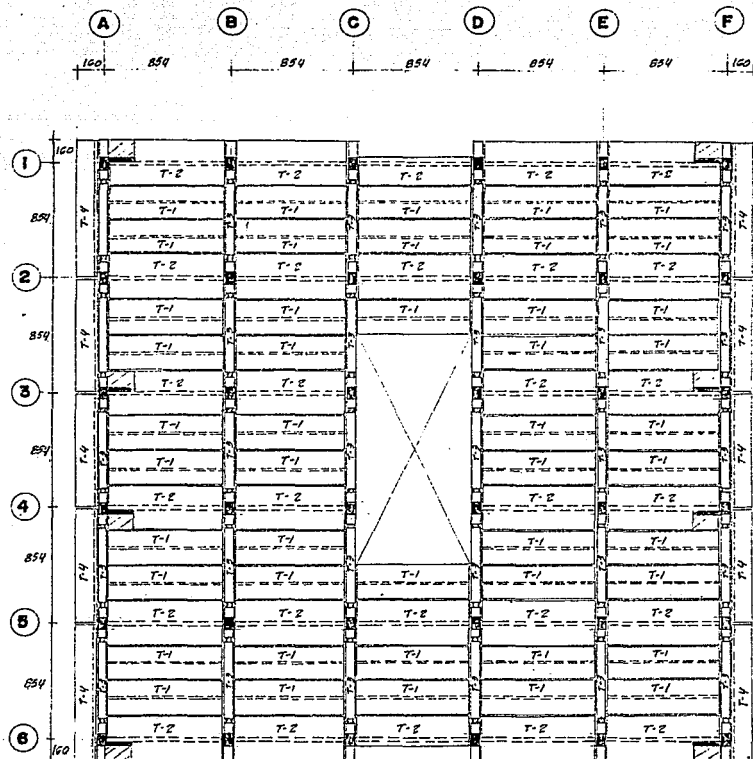
Se sugiere el siguiente orden de actividades:

- 1.- Despalme y nivelación del terreno
- 2.- Construcción de cimentación (zapatas, contratrabes y candeleros), considerando los ademes y bermas necesarios.
- 3.- Paralelamente a la construcción de la cimentación, y en una planta de prefabricación, se procede a la fabricación de columnas, trabes secundarias (T-1 y T-4), trabes de rigidez (T-2) y trabes portantes (T-3).
- 4.- Montaje de todas las columnas prefabricadas.
- 5.- Montaje de las trabes portantes T-3 de los ejes A, B y C del nivel 1, debiéndose conectar éstas a los brazos de las columnas como se indica en la Fig. 2.19
- 6.- Montaje en el primer nivel de las trabes de rigidez T-2 y trabes secundarias T-1, como se muestra en las figuras 2.20 y 2.21, respectivamente, del entreaje A-B en forma continua, y posteriormente del entreaje B-C.
- 7.- Montaje de las trabes T-4 del eje A.
- 8.- Montaje de las trabes portantes T-3 de los ejes D, E y F del nivel 1.
- 9.- Montaje de las trabes de rigidez y secundarias del entreaje D-E y finalmente del entreaje E-F del nivel 1.
- 10.- Montaje de las trabes T-4 del eje F
- 11.- Una vez montada cada trabe, se puede comenzar a habilitar el refuerzo para la segunda etapa.
- 12.- Habilitado y colado de muros de rigidez colados en sitio.
- 13.- Colado del firme estructural en el nivel 1.
- 14.- Repetir los pasos del 5 al 13 para los niveles posteriores.



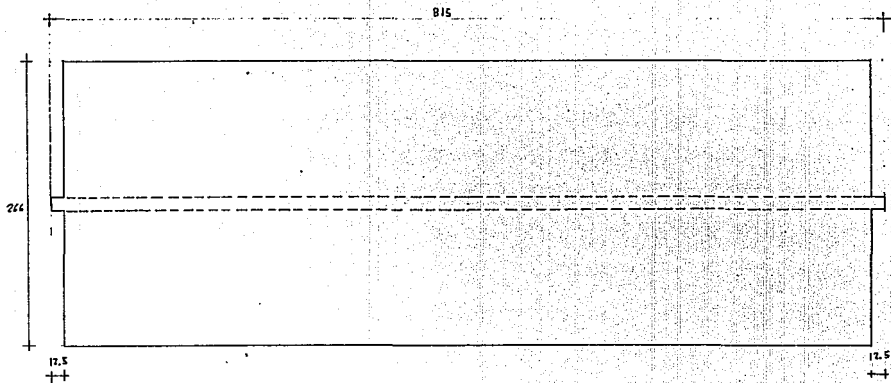
ELEVACION DE EDIFICIO

FIGURA 2.1

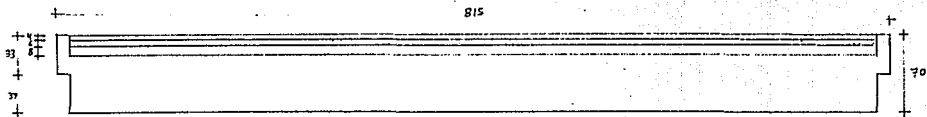


PLANTA (TIPO)

FIGURA 2.2



PLANTA



ELEVACION LONGITUDINAL

TRABE T-1

FIGURA 2.3

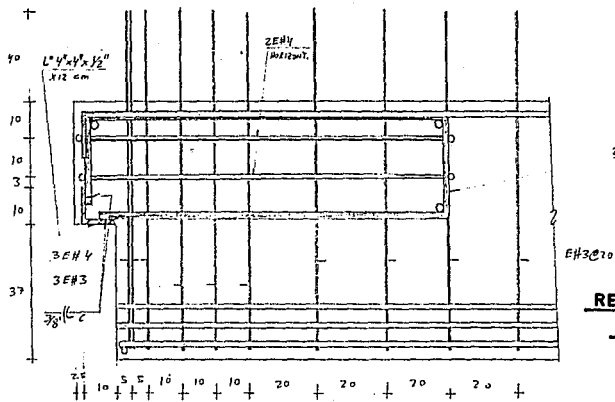
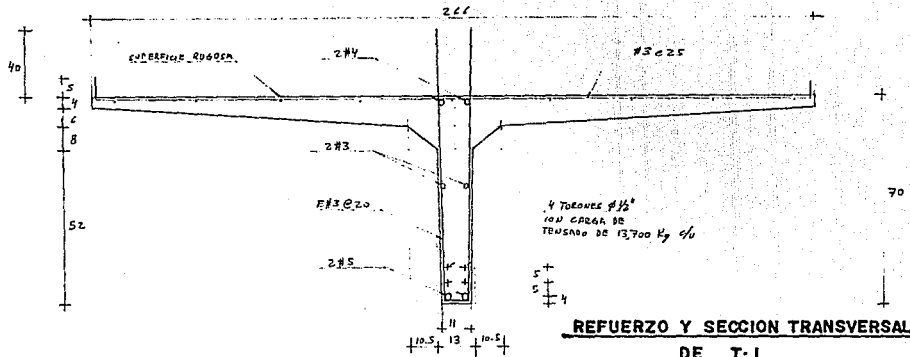
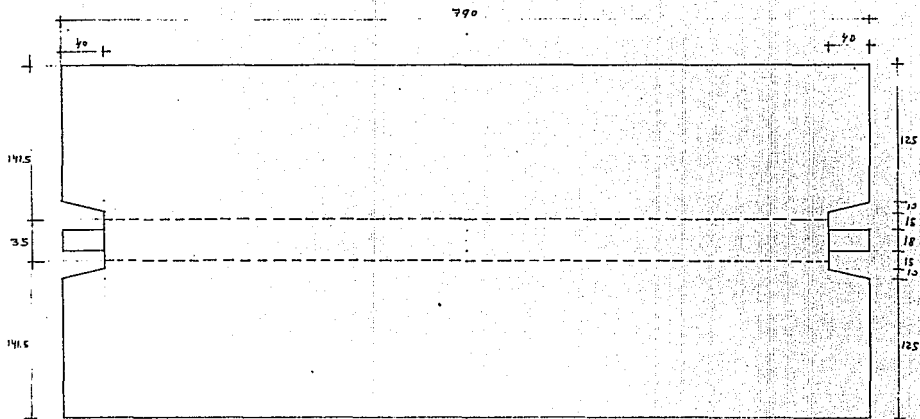


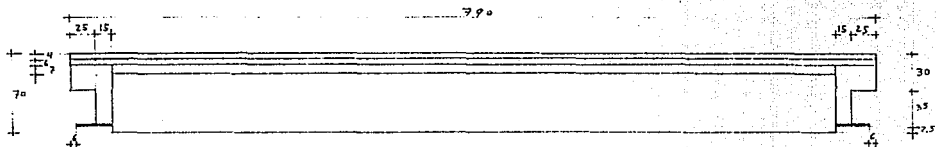
FIGURA 2.4

266

#3 @ 20



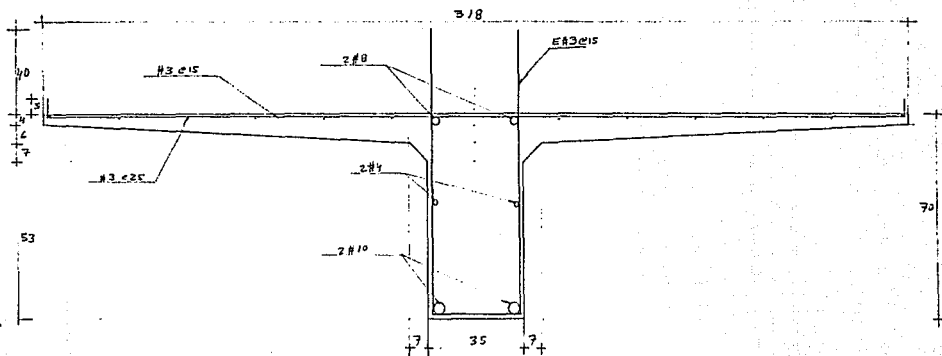
PLANTA



ELEVACION LONGITUDINAL

TRABE T-2

FIGURA 2.5



REFUERZO Y SECCION TRANSVERSAL DE T-2

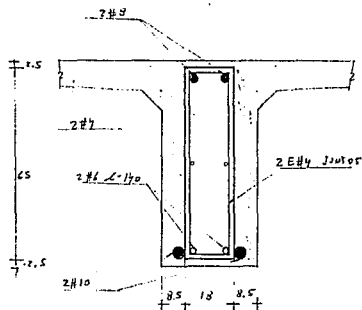
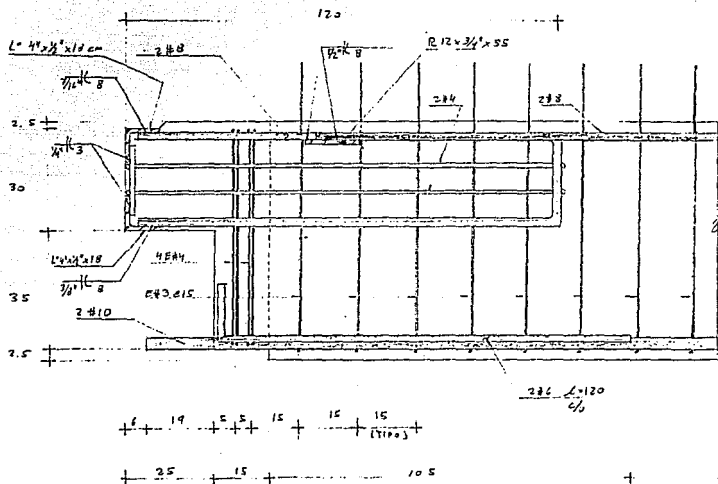


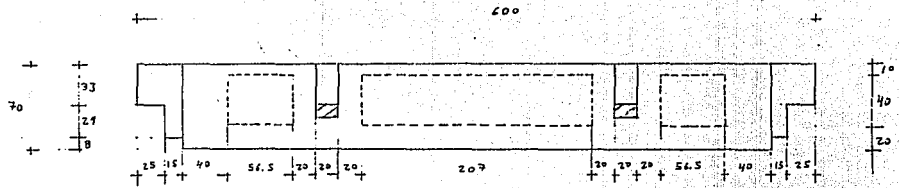
FIGURA 2.6

REFUERZO Y SECCION TRANSVERSAL EN ZONA

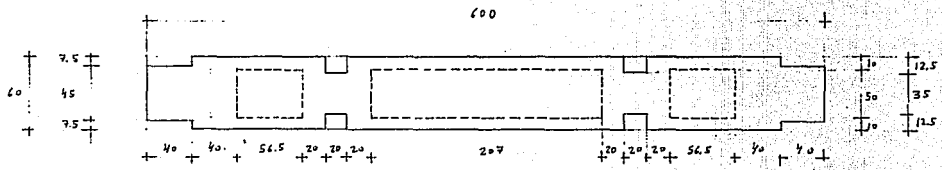


REFUERZO ADICIONAL EN ZONA DE APOYO DE T.2

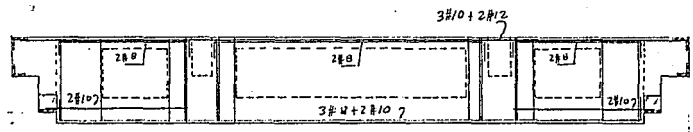
FIGURA 2.7



ELEVACION LONGITUDINAL

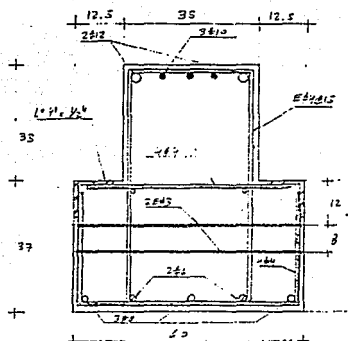


PLANTA

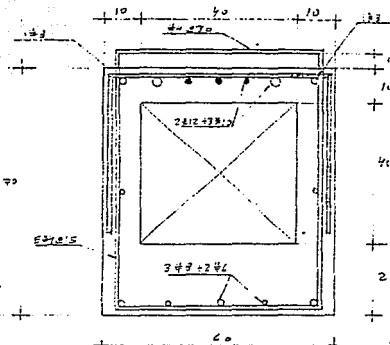


REFUERZO PRINCIPAL TRABE T-3

FIGURA 2.8

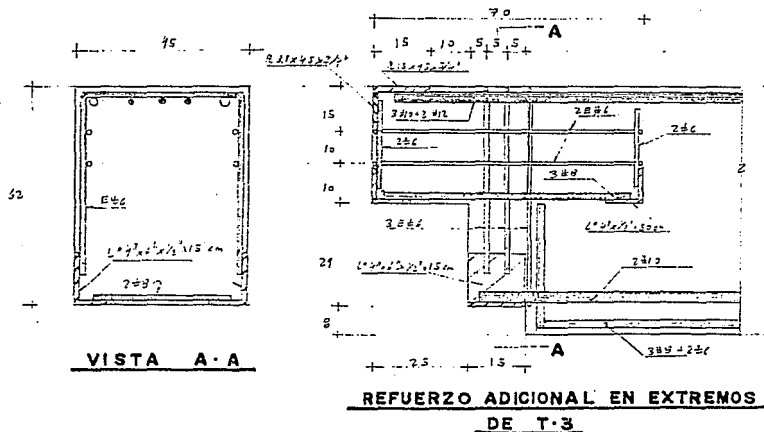


**REFUERZO ADICIONAL EN T.3
EN ZONA DE APOYO DE T.1**



**REFUERZO Y SECCION
TRANSVERSAL DE T.3**

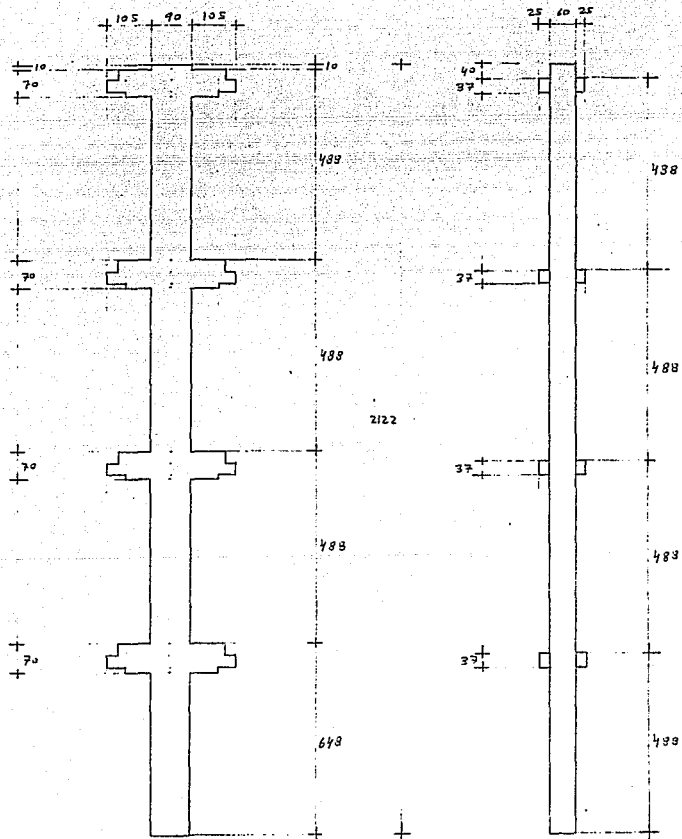
FIGURA 2.9



VISTA A-A

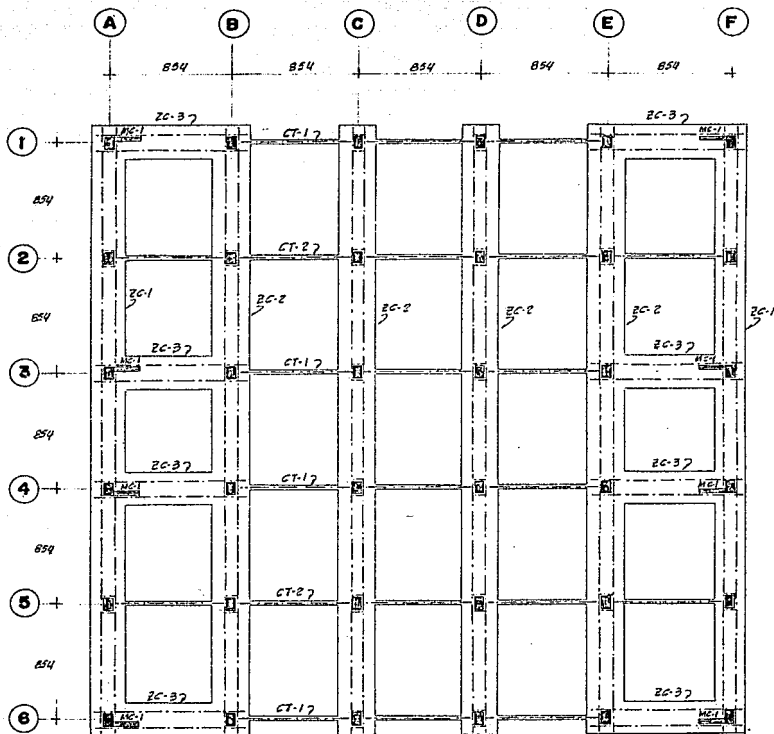
**REFUERZO ADICIONAL EN EXTREMOS
DE T.3**

FIGURA 2.10



ELEVACION DE COLUMNA (TIPO)

FIGURA 2.11



PLANTA DE CIMENTACION

FIGURA 2.14

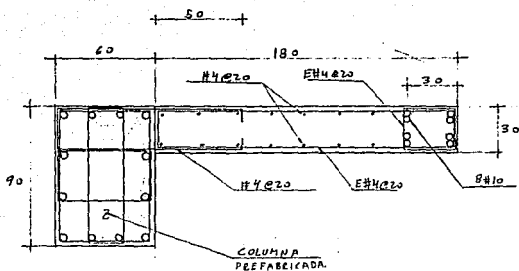
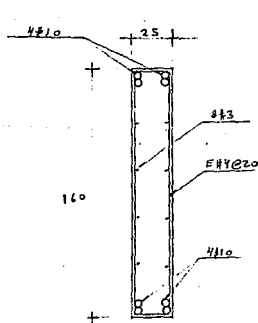
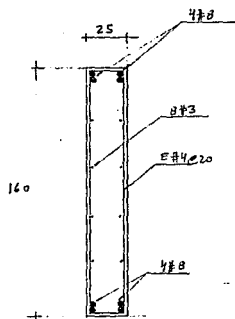
**MURO MC-1****CONTRATRABE CT-1****CONTRATRABE CT-2**

FIGURA 2.15

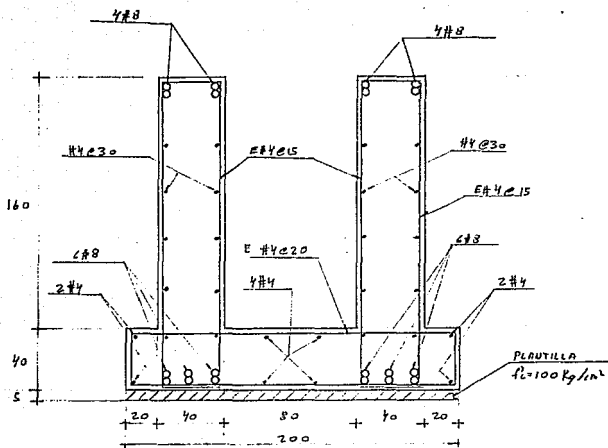
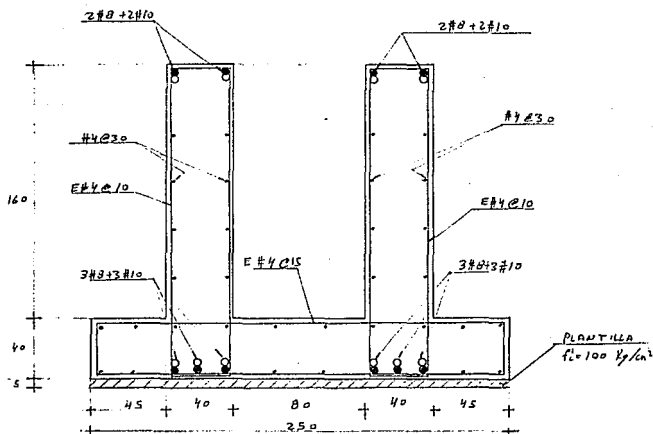
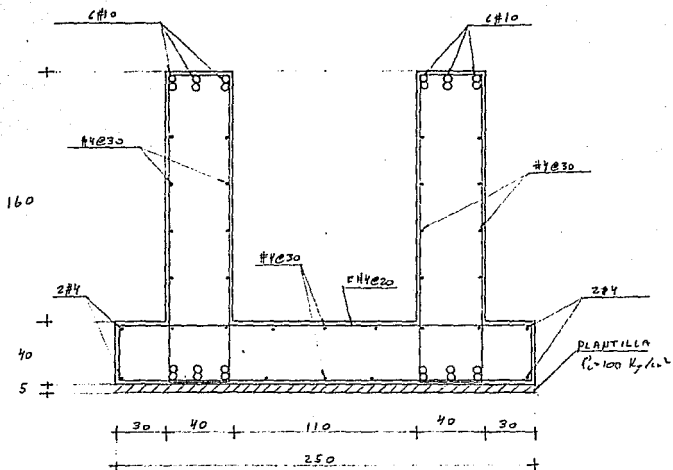
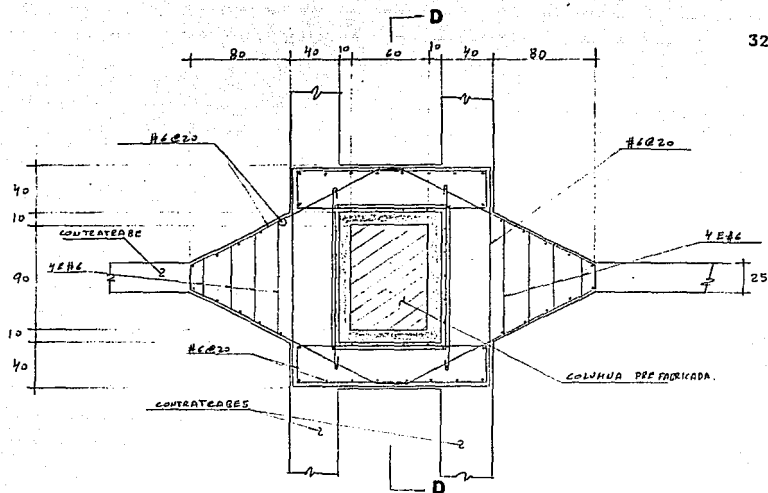
**ZAPATA ZC-1****ZAPATA ZC-2**

FIGURA 2.16

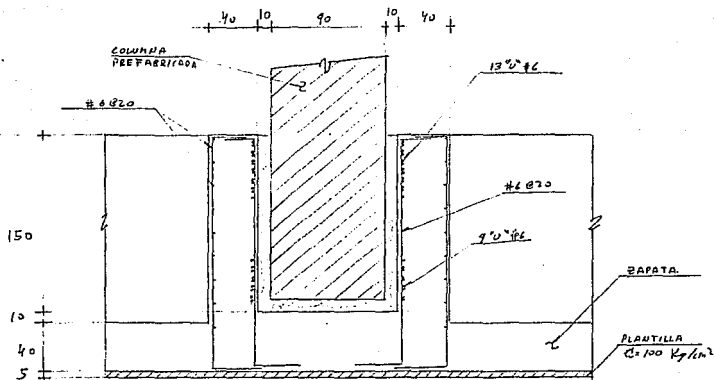


ZAPATA ZC-3

FIGURA 2.17

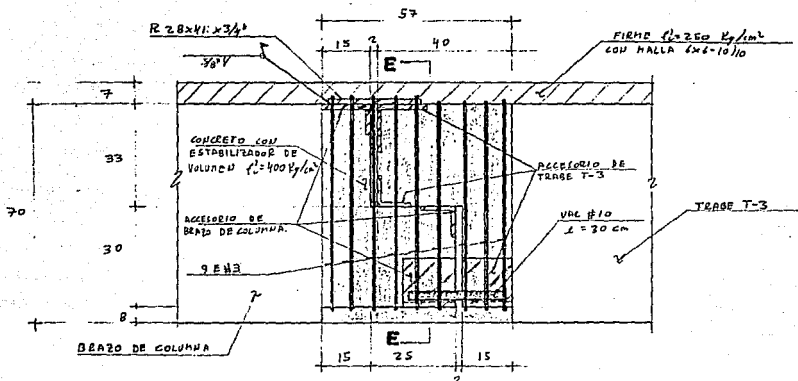


**DETALLE DE ARMADO EN CANDELERO
(PLANTA)**

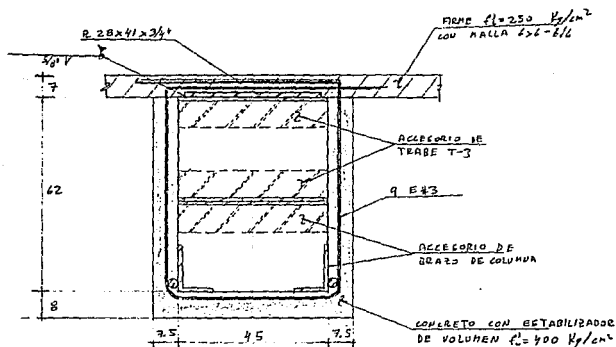


VISTA D · D (ELEVACION)

FIGURA 2.18

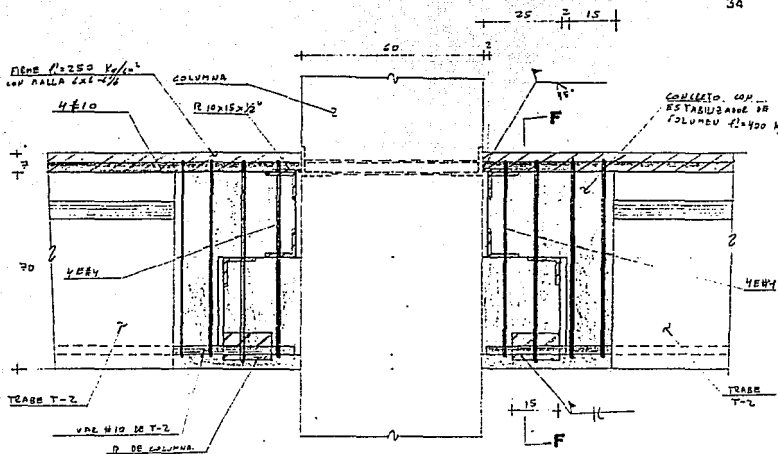


CONEXION DE T-3 A BRAZO DE COLUMNA

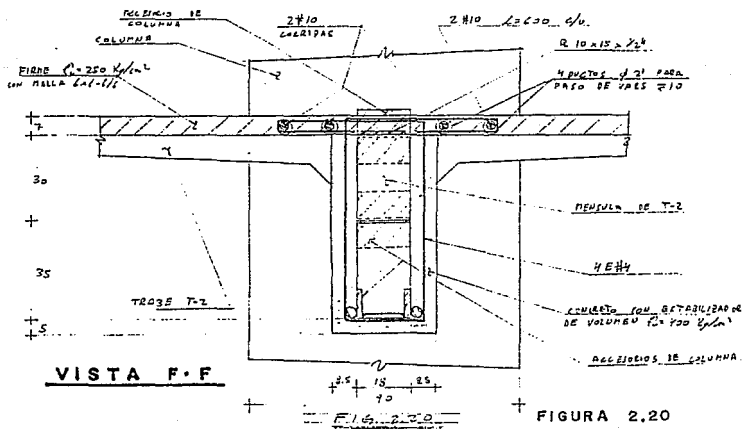


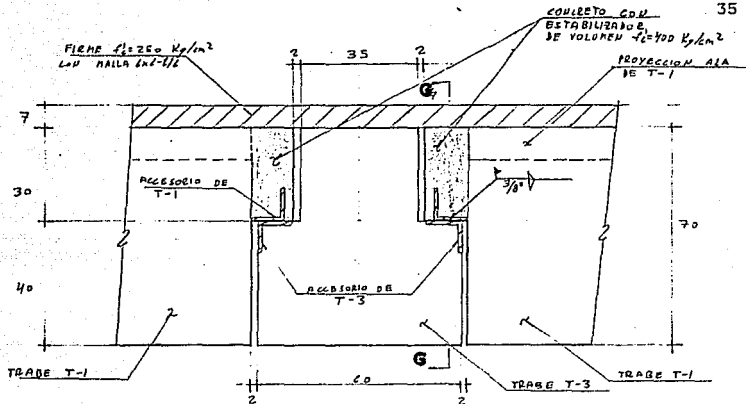
VISTA E · E

FIGURA 2.19

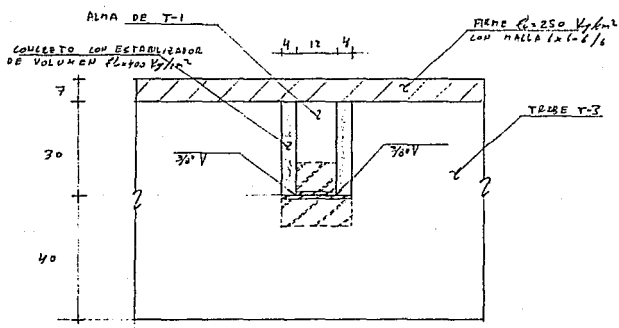


CONEXION DE T-2 A COLUMNA





CONEXION DE TRABES T-1 CON T-3



VISTA G-G

FIGURA 2.21

C A P I T U L O I I I

SEGUNDA ALTERNATIVA :

CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 8.54 m CON COLUMNAS Y TRABES COLADAS EN SITIO

III.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

Se trata de un edificio para oficinas bancarias, el cual consta de cuatro niveles, con una altura total de entrepiso de 4.88 m, la planta es tipo, de forma cuadrada, con una longitud por cada lado de 45.9 m. La separación entre columnas en ambos sentidos es de 8.54 m (ver Fig. 3.1). Al centro de la planta se tiene un hueco para servicios (escaleras, elevadores, etc.).

El edificio está resuelto mediante elementos de concreto reforzado colados en sitio.

Como se puede observar en las Figs. 3.1 y 3.2, el edificio está estructurado con marcos (columnas y trabes) en ambos sentidos.

El sistema de piso está resuelto con losas macizas de concreto reforzado con un peralte de 10 cm y armada con varillas del # 3 en ambos lechos (ver Fig. 3.3.). La losa a su vez se apoya sobre trabes principales (ejes) y trabes secundarias interiores (T-1) y de borde (T-2), y éstas a su vez sobre las trabes principales (ver Figs. 3.2 y 3.4).

Las columnas son de sección cuadrada de 90 x 90 cm, armadas con varillas del # 10 y estribos del # 4 (ver Fig. 3.7).

III.2 CIMENTACION

Como se puede observar en la Fig 3.5, la cimentación está resuelta mediante zapatas corridas ZC-1 y ZC-2 (Ver Fig. 3.6), de concreto reforzado coladas en sitio en el sentido de los ejes letra y contratraves CT-1 (ver Fig. 3.7), en el sentido de los ejes número, las cuales toman las acciones debidas a sismo que transmiten las columnas a la cimentación en dicho sentido.

Cabe mencionar que para el diseño de la cimentación se

consideró una capacidad de carga al terreno de 20 ton/m² en condiciones de servicio. Toda la cimentación se deberá desplantar sobre una plantilla de concreto f'c = 100 kg/cm².

III.3 CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO

III.3.1 Estimación de cargas gravitacionales.

A continuación se enlistan las cargas que se consideraron actuando sobre la estructura:

ENTREPISO (Zona con piso de marmol)

Peso propio losa	.10 x 2400 =	240 kg/m ²
Entortado	.06 x 1400 =	84 kg/m ²
Marmol	.025 x 2600 =	66 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		20 kg/m ²

Carga Muerta 550 kg/m²

Carga Viva Máxima 250 kg/m²

Carga Viva Instantanea 180 kg/m²

Carga Muerta + Carga Viva Máxima = 800 Kg/m²

Carga Muerta + Carga Viva Instantanea = 730 kg/m²

ENTREPISO (zona con piso de alfombra o similar)

Peso propio losa		240 kg/m ²
Entortado		84 kg/m ²
Alfombrado		6 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		20 kg/m ²

Carga Muerta 490 kg/m²

Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	740 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	670 kg/m ²

AZOTEA

Peso propio losa		240 kg/m ²
Rellenos ligeros	.15 x 1000 =	150 kg/m ²
Entortado	.03 x 2200 =	66 kg/m ²
Enladrillado	.02 x 1800 =	36 kg/m ²
Impermeabilizante		18 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		20 kg/m ²

Carga Muerta		570 kg/m ²
Carga Viva Máxima		100 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		70 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima		670 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea		640 kg/m ²

Cabe mencionar los siguientes puntos:

- Para el diseño de todos los elementos estructurales se consideró una carga muerta de 550 kg/m² más la carga viva correspondiente
- Para valuar la masa sísmica se consideró que el 30 % del área de entrepiso son pasillos (zona con piso de marmol) y el 70 % restante tendrá piso de alfombra c similar.

III.3.2 Estimación de las acciones debidas a sismo.

La valuación de las acciones debidas a sismo se efectuaron de acuerdo al Método estático que marcan las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, en su capítulo de Diseño por Sismo, de cuyos principales puntos se hace una relación a continuación:

Zona sísmica de la republica	B
Tipo de Suelo	II
Coefficiente de Diseño Sísmico	c = 0.2

Tipo de Estructura

B

Coefficiente de comportamiento Sísmico $Q = 2$

La variación del coeficiente correspondiente a cada nivel se consideró lineal, nulo en el desplante y máximo en la punta, tal que la fuerza cortante en la base se obtiene igual a $c/Q = 0.1$ por el peso de la estructura.

III.4 ANALISIS ESTRUCTURAL

Para analizar la estructura, se empleó un programa de computadora de análisis de marcos planos (AMPLAN), el cual está basado en el método de las rigideces, y por su estructura está formado de dos partes, en la primera se archiva la geometría de la estructura, y en la otra se introducen los diferentes tipos de carga a la que estará sujeta la estructura.

Para el análisis de la cimentación se utilizó el mismo programa, pero considerando a las zapatas y contratraves como vigas continuas con apoyos simples.

III.5 CRITERIOS DE DISEÑO Y MATERIALES

Se seleccionaron los siguientes materiales:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| - Concreto | $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ |
| Módulo de elasticidad | $Ec = 10000 \sqrt{f'c}$ |
| - Acero de refuerzo grado duro | $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ |
| - Acero en mallas electrosoldadas | $fy = 5000 \text{ kg/cm}^2$ |

Para el diseño de miembros de concreto se usó el criterio plástico propuesto por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, de sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Se emplearon los siguientes coeficientes de Carga:

a) Por cargas permanentes

F.C. = 1.4

- b) Por combinación de cargas permanentes y accidentales F.C. = 1.1

Además se emplearon los siguientes coeficientes de reducción en los materiales:

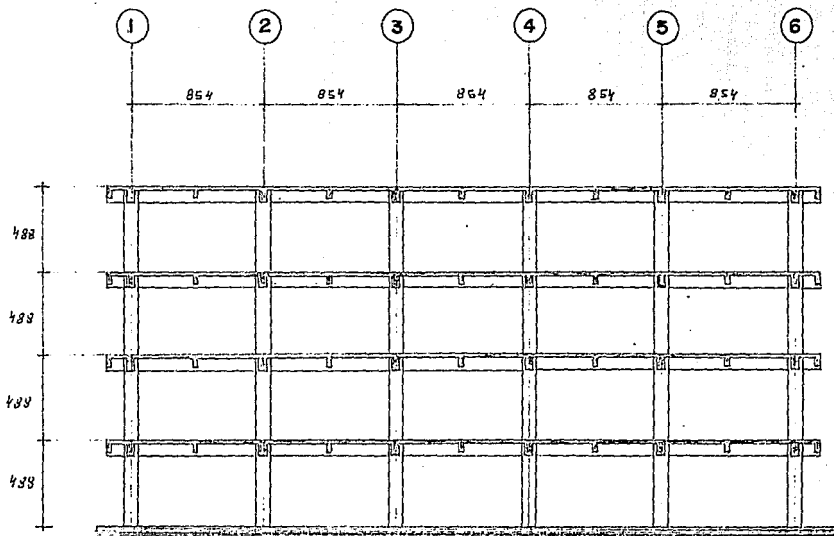
- | | |
|---|----------|
| a) a la flexión | Fr = 0.9 |
| b) a la flexocompresión con falla en tensión | Fr = 0.8 |
| c) a la flexocompresión con falla en compresión | Fr = 0.7 |
| d) a cortante | Fr = 0.8 |
| e) para aplastamiento | Fr = 0.7 |

Las expresiones utilizadas en el cálculo están consignadas en el Reglamento anteriormente mencionado.

III.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

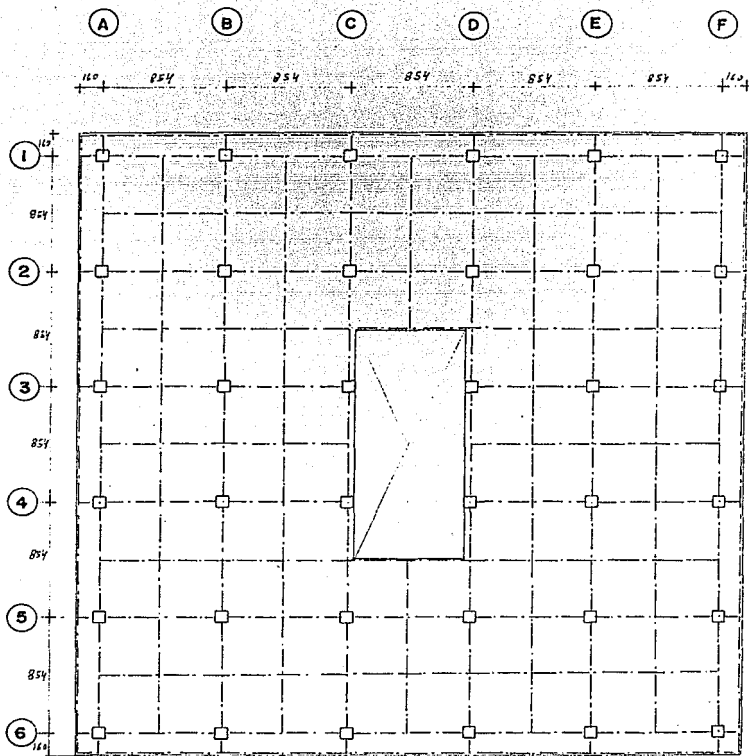
Se sugiere el siguiente orden de actividades:

- 1.- Despalme y nivelación del terreno
- 2.- Construcción de cimentación (zapatas contratraveses y candeleros), considerando los ademes y bermas necesarios.
- 3.- Habilitación de refuerzo y colado de columnas del primer nivel.
- 4.- Cimbrado, habilitación y colado de trabes y losa en forma monolítica, debiéndose observar los siguientes puntos:
 - Para el colado de la losa es conveniente, dadas sus dimensiones, que éste se realice en tres franjas, dos extremas (una del eje A al eje C, y otra del eje D al F) y una central en el entreeje C-D, pudiéndose colar las dos extremas al mismo tiempo y posteriormente la franja central.
 - No debe descimbrarse la losa hasta que el concreto haya alcanzado al menos el 70% de su resistencia especificada de diseño.
 - Deben mantenerse las losas de dos niveles inferiores a la del colado.
- 5.- Repetir los pasos 3 y 4 para los niveles posteriores.



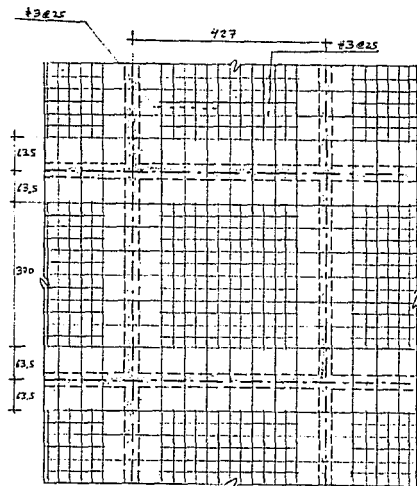
ELEVACION DE EDIFICIO

FIGURA 3.1

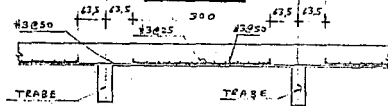


PLANTA TIPO

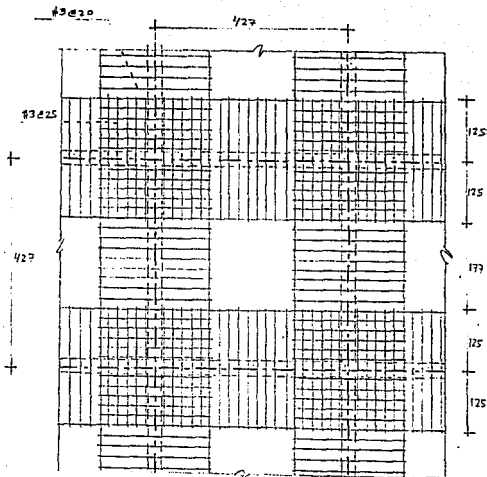
FIGURA 3.2



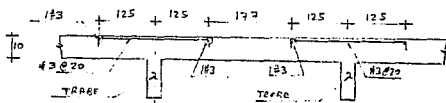
PLANTA



DISPOSICION DE REFUERZO EN LECHO INFERIOR



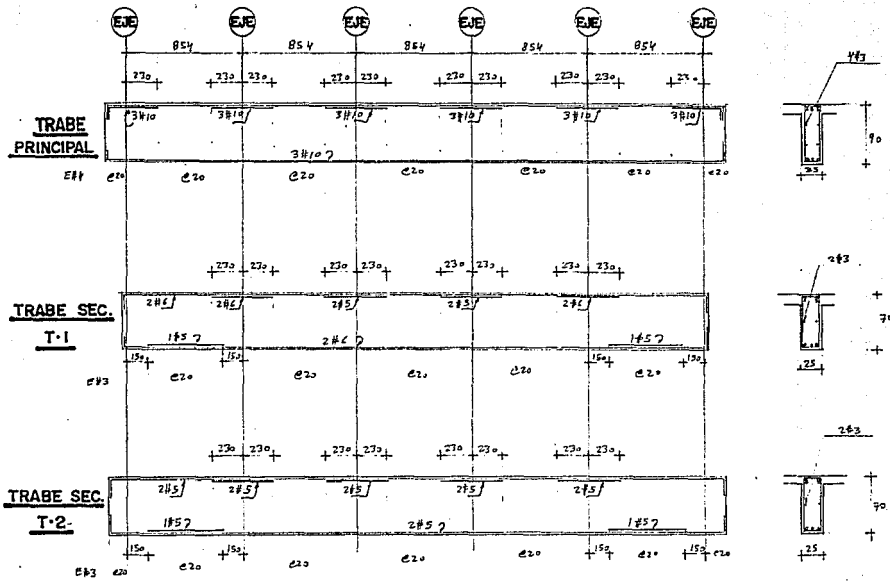
PLANTA



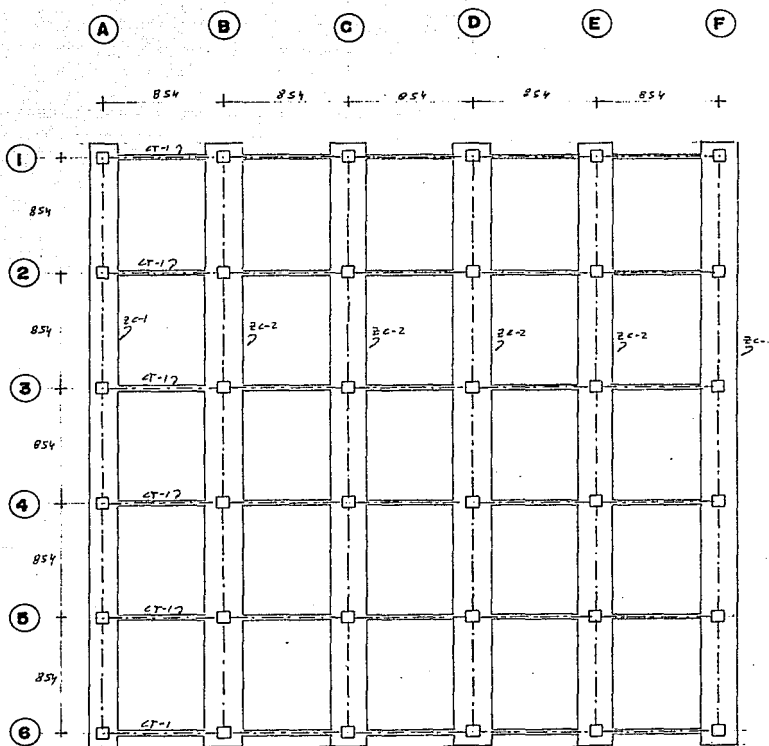
DISPOSICION DE REFUERZO EN LECHO SUPERIOR

ARMADO EN LOSA (TABLERO TIPO)

FIGURA 3.3



REFUERZO EN TRABES
FIGURA 3.4



PLANTA DE CIMENTACION

FIGURA 3.5

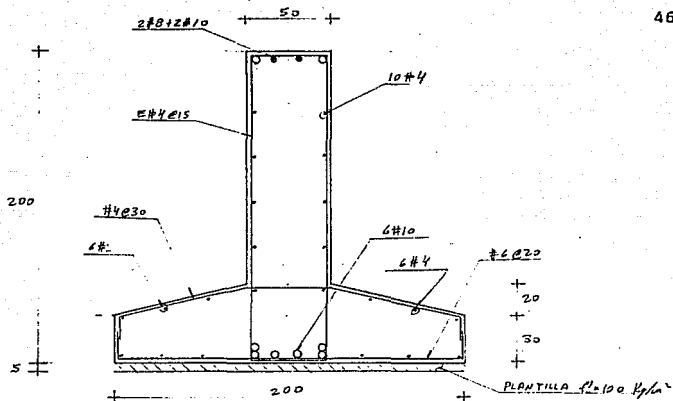
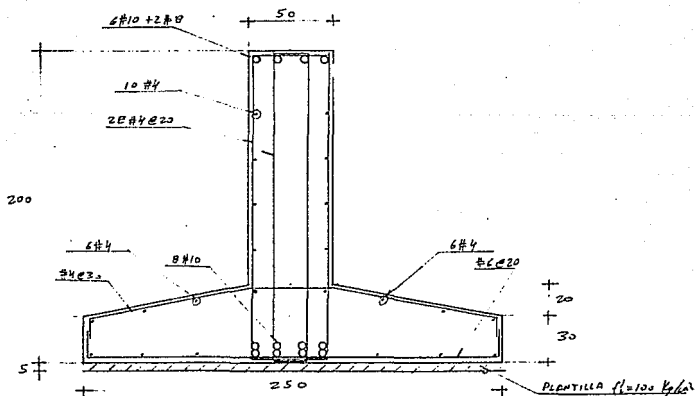
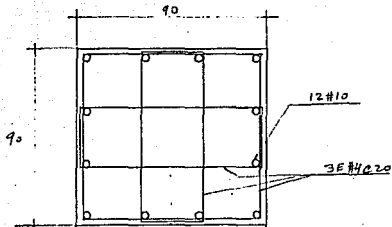
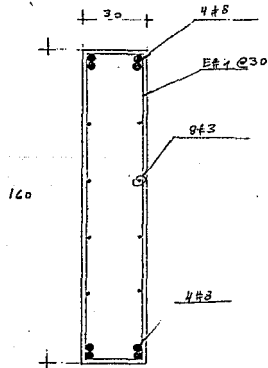
**ZAPATA ZC-1****ZAPATA ZC-2**

FIGURA 3.6



COLUMNA (TIPO)



CONTRABE CT-1

FIGURA 3.7

CAPITULO IV

TERCER ALTERNATIVA:

CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 10.98 m

CON COLUMNAS COLADAS EN SITIO Y TRABES PREFABRICADAS

IV.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

Se trata de un edificio para oficinas bancarias, el cual consta de cuatro niveles, con una altura total de entrepiso de 4.88 m, la planta es tipo, de forma cuadrada, con una longitud por cada lado de 47.4 m. La separación entre columnas en ambos sentidos es de 10.98 m (ver Figs 4.1 y 4.2). En la parte interior de la planta se tiene un hueco para servicios (escaleras, elevadores, etc.).

El edificio está resuelto mediante elementos de concreto prefabricado (reforzados y presforzados) y colados en sitio. Siendo las trabes y el sistema de piso prefabricados, y las columnas coladas en sitio.

El sistema de piso está constituido por trabes prefabricadas TT-1, TT-2, TT-3 y TT-4, las cuales son parcialmente presforzadas (Ver sección y refuerzo en en Fig 4.3).

Las trabes TT-1, que se encuentran ubicadas en los entretejes B-C y C-D, tienen una longitud de 10.28 m y con un peralte de 50 cm (ver Fig. 4.4). Estas trabes se apoyan en sus extremos sobre las trabes portantes TP-1 y TP-2.

Las trabes TT-2, que se encuentran en los entretejes extremos, tienen una longitud de 12.36 m y un peralte de 50 cm (ver Fig. 5.5), y al igual que las trabes TT-1 se apoyan sobre las trabes portantes TP-1, pero uno de sus extremos tiene un voladizo de 1.73 m.

Las trabes TT-3 y TT-4 son similares a las trabes TT-1 y TT-2 respectivamente, pero sin aleros, es decir, tienen una sección de "U" invertida.

La integridad del sistema de piso se logra mediante el colado de un firme estructural con una resistencia a la compresión $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un espesor de 6 cm reforzado con una malla electrosoldada 6x6-6/6. Este firme es independiente del

mortero que se suele colocar en esta clase de edificios para contener las tuberías que canalizan las instalaciones que se llevan por piso.

Para el diseño de las trabes secundarias se tomaron en cuenta dos etapas:

- En la primera de ellas se consideró como sección simple sobre la que actúan solamente el peso propio de la trabe, el del firme estructural y el de una carga viva de 100 kg/m², la cual se considera se dá en el proceso de construcción.
- En la segunda etapa, ya trabajando en sección compuesta con el firme estructural, se consideró la sobrecarga muerta (entortado, instalaciones, piso y acabados) más la carga viva de servicio.

Para el diseño de las trabes secundarias TT-1 se consideró que se encuentran simplemente apoyadas.

Las trabes TT-2, al igual que las trabes TT-1, se encuentran simplemente apoyadas, pero con la salvedad de que al estar uno de sus extremos en voladizo, se tiene un momento negativo en dicha zona, por lo que se tuvo que colocar un refuerzo adicional en el lecho superior de la trabe, además de que se enductó el acero de presfuerzo en dicha zona, ésto para evitar el efecto negativo del presfuerzo en la trabe ante tales circunstancias.

Las trabes TT-1 y TT-2 se apoyan directamente sobre las trabes portantes TP-1, sin necesidad de despatinar las almas en sus extremos, sin embargo se debe colocar un refuerzo adicional en dicha zona, para resistir los esfuerzos que se generan en la zona de apoyo, similar al que se muestra en la Fig. 5.6 para las trabes TT-1 y TT-2 de la cuarta alternativa.

Las trabes TR-1, que se muestran en la Fig 4.2, son elementos de concreto reforzado prefabricados con una sección transversal en " U " en una primer etapa, con un tímpano al centro del claro para evitar la inestabilidad lateral de la trabe (ver Figs. 4.5 y 4.6). En la etapa de servicio, gracias a un colado complementario, la trabe funciona como sección cajón. Por su forma, estas piezas son también parte del sistema de piso, las cuales además al conectarse adecuadamente a las columnas se obtiene continuidad con las mismas, comportándose de esta forma como trabes de rigidez, para lograr lo anterior se deben colocar una serie de accesorios y refuerzo adicionales en los extremos, similares a los de la trabe TR-1 de la cuarta alternativa (ver Fig. 5.9).

Para el diseño de las trabes TR-1 se consideraron dos etapas:

- En la primera, como una trabe " U " trabajando como sección simple, sobre la cual, al igual que para las trabes TT-1 y TT-2, actúa el peso propio de la trabe, el del firme estructural y una carga viva en la etapa constructiva. En esta primer etapa la sección trabaja como simplemente apoyada.
- En una segunda etapa (de servicio), ya trabajando en sección compuesta en cajón se consideró la carga viva de servicio más la sobrecarga muerta. En esta segunda etapa, ya se tiene continuidad, es decir, ya forma marco con las columnas.

Las trabes portantes TP-1, que se muestran en la Fig. 4.2., al igual que las trabes anteriores son piezas de concreto reforzado prefabricadas, pero con una sección transversal rectangular en cajón (ver Figs. 4.8 y 4.9). En la zona de apoyo de las trabes TT-1 y TT-2, se colocó un refuerzo y accesorio adicionales para recibir a dichas trabes. Para el diseño de las trabes TP-1, también se consideraron dos etapas:

- En la primera actúan el peso propio de la trabe más las descargas de las trabes TT-1 y TT-2 en dicha etapa. En esta primer etapa se considera que la trabe se encuentra simplemente apoyada.
- En la segunda etapa, la trabe trabaja en sección compuesta con el firme estructural y en continuidad con las columnas, es decir, ya forma marco, para lograr lo anterior se colocó una serie de accesorios y refuerzo adicionales, similares a los de la trabe TP-1 de la cuarta alternativa (ver Fig. 5.12). En esta etapa actúan sobre la trabe la carga viva de servicio, la sobrecarga muerta y también las acciones debidas a sismo.

Las columnas, como ya se mencionó anteriormente, son de concreto reforzado coladas en sitio con una sección transversal de 90 x 90 cm (ver Fig. 4.12).

IV.2 CIMENTACION

Como se puede observar en la Fig 4.10, la cimentación está resuelta mediante zapatas aisladas de concreto reforzado coladas en sitio, de sección variable, las cuales se encuentran diseñadas por carga vertical (ver Fig. 4.11). Las zapatas se encuentran unidas entre sí mediante contratrabes (CT-1) de sección variable (ver Fig. 4.12), las cuales toman los momentos flexionantes debidos a sismo que transmiten las columnas a la cimentación.

Cabe mencionar que para el diseño de la cimentación se consideró una capacidad de carga al terreno de 20 ton/m² en condiciones de servicio, además de que toda la cimentación se deberá desplantar sobre una plantilla de concreto f'c = 100 kg/cm².

IV.3 CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO

IV.3.1 Estimación de cargas gravitacionales.

A continuación se enlistan las cargas que se consideraron actuando sobre la estructura:

ENTREPISO (Zona con piso de marmol)

Peso propio sistema de piso		270 kg/m ²
Firme estructural	.06 x 2400 =	144 kg/m ²
Entortado	.08 x 1000 =	80 kg/m ²
Mármol	.025 x 2600 =	66 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²

Carga Muerta		740 kg/m ²
Carga Viva Máxima		250 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		180 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	990 Kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	920 kg/m ²

ENTREPISO (zona con piso de alfombra o similar)

Peso propio sistema de piso		270 kg/m ²
Firme estructural		144 kg/m ²
Entortado		80 kg/m ²
Alfombrado		6 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²
<hr/>		
Carga Muerta		680 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	930 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	860 kg/m ²

AZOTEA

Peso propio sistema de piso		270 kg/m ²
Firme estructural		144 kg/m ²
Rellenos ligeros	.15 x 1000 =	150 kg/m ²
Entortado	.03 x 2200 =	66 kg/m ²
Enladrillado	.02 x 1800 =	36 kg/m ²
Impermeabilizante		14 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²
<hr/>		
Carga Muerta		760 kg/m ²
Carga Viva Máxima		100 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		70 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima		860 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea		830 kg/m ²

Cabe mencionar los siguientes puntos:

- Para el diseño de todos los elementos estructurales se consideró una carga muerta de 760 kg/m² más la carga viva correspondiente

- Para valuar la masa sísmica se consideró que el 30 % del área de entrepiso son pasillos (zona con piso de marmol) y el 70 % restante tendrá piso de alfombra o similar.

IV.3.2 Estimación de las acciones debidas a sismo.

La valuación de las acciones debidas a sismo se efectuaron de acuerdo al Método estático que marcan las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, en su capítulo de Diseño por Sismo, de cuyos principales puntos se hace una relación a continuación:

Zona sísmica de la republica	B
Tipo de Suelo	II
Coefficiente de Diseño Sísmico	$c = 0.2$
Tipo de Estructura	B
Coefficiente de comportamiento Sísmico	$Q = 2$

La variación del coeficiente correspondiente a cada nivel se consideró lineal, nulo en el desplante y máximo en la punta, tal que la fuerza cortante en la base se obtiene igual a $c/Q = 0.1$ por el peso de la estructura.

IV.4 ANALISIS ESTRUCTURAL

Para analizar la estructura, se empleó un programa de computadora de análisis de marcos planos (AMPLAN), el cual está basado en el método de las rigideces, y por su estructura está formado de dos partes, en la primera se archiva la geometría de la estructura, y en la otra se introducen los diferentes tipos de carga a la que estará sujeta la estructura.

Para el análisis de la cimentación se utilizó el mismo programa, pero considerando a las contratrabes como vigas continuas con apoyos simples.

IV.5 CRITERIOS DE DISEÑO Y MATERIALES

Se seleccionaron los siguientes materiales:

- Concreto

Cimentación
Columnas

$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Trabes prefabricadas	$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
Firme estructural	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad	$Ec = 10000 \text{ JF}'c$
- Acero de refuerzo grado duro	$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero en mallas electrosoldadas	$fy = 5000 \text{ kg/cm}^2$
- Acero estructural A-36	$fy = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Para el diseño de miembros de concreto se usó el criterio plástico propuesto por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, de sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Se emplearon los siguientes coeficientes de Carga:

- | | |
|---|------------|
| a) Por cargas permanentes | F.C. = 1.4 |
| b) Por combinación de cargas permanentes y accidentales | F.C. = 1.1 |

Además se emplearon los siguientes coeficientes de reducción en los materiales:

- | | |
|---|------------|
| a) a la flexión | $Fr = 0.9$ |
| b) a la flexocompresión con falla en tensión | $Fr = 0.8$ |
| c) a la flexocompresión con falla en compresión | $Fr = 0.7$ |
| d) a cortante | $Fr = 0.8$ |
| e) para aplastamiento | $Fr = 0.7$ |

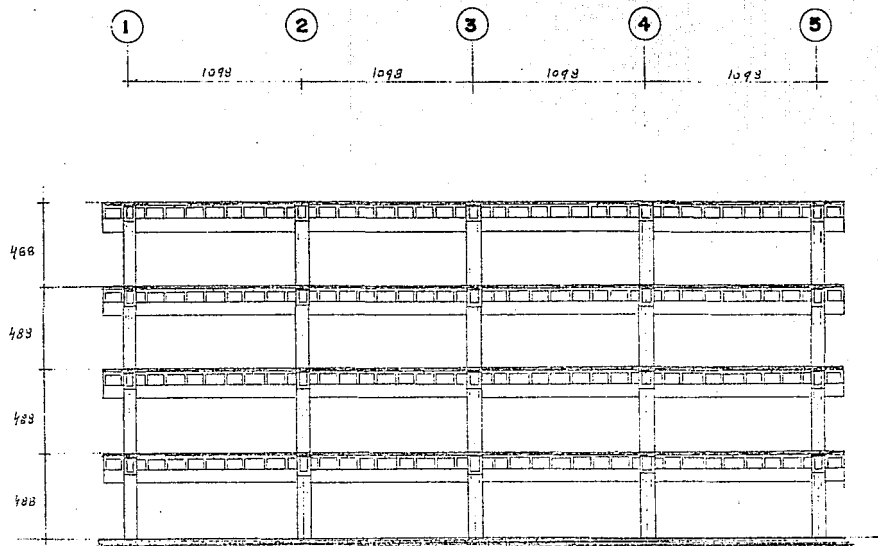
Las expresiones utilizadas en el cálculo están consignadas en el Reglamento anteriormente mencionado.

IV.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Se sugiere el siguiente orden de actividades:

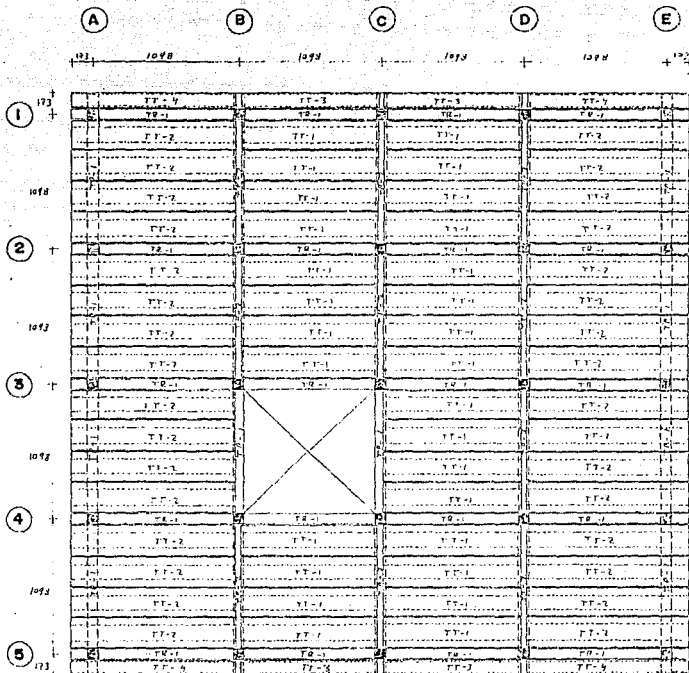
- 1.- Despalme y nivelación del terreno
- 2.- Construcción de cimentación (zapatas y contratrabes), considerando los ademes y bermas necesarios.
- 3.- Paralelamente a la construcción de la cimentación, y en una planta de prefabricación, se procede a la fabricación de trabes secundarias (TT-1, TT-2, TT-3 y TT-4), trabes de rigidez (TR-1) y trabes portantes (TP-1).

- 4.- Habilitación y colado de todas las columnas del primer nivel.
- 5.- Montaje de las traveses portantes TP-1 del primer nivel, previo apuntalamiento (ver Fig. S.16).
- 6.- Montaje de las traveses de rigidez y secundarias.
- 7.- Habilitación del refuerzo para la segunda etapa de las traveses prefabricadas.
- 8.- Colado de firme estructural y nudos traveses-columna.
- 9.- Repetir los pasos 4 a 8 para los niveles posteriores.



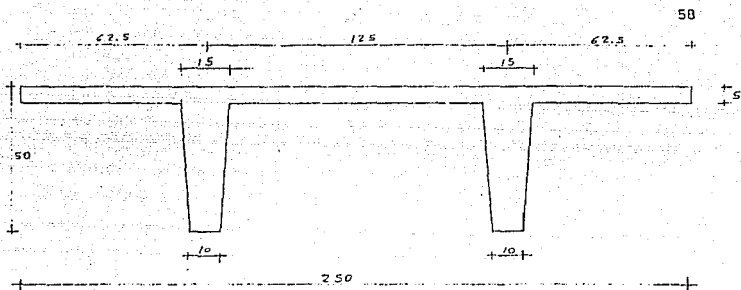
ELEVACION DE EDIFICIO

FIGURA 4.1

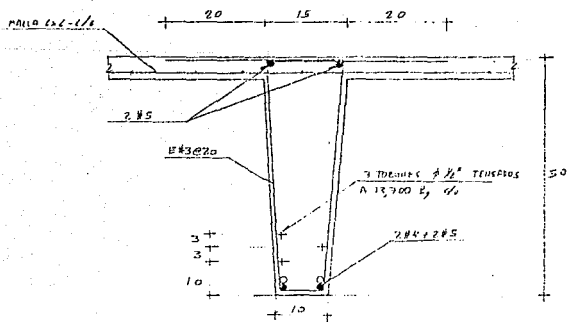


PLANTA TIPO

FIGURA 4.2

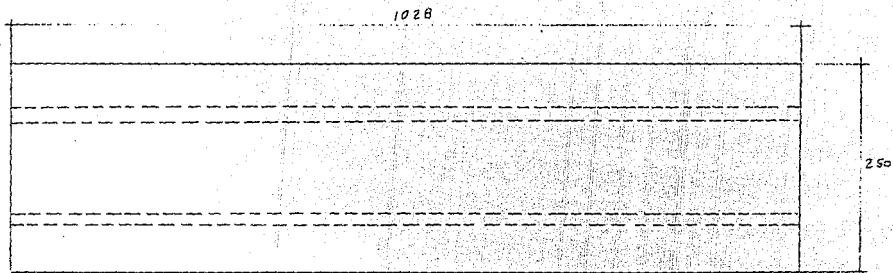


SECCION TRANSVERSAL DE TT-1 Y TT-2

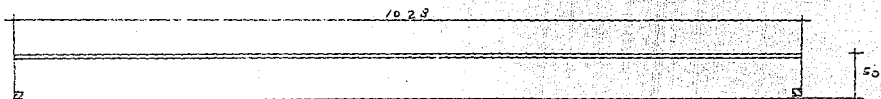


REFUERZO EN TRABES TT-1 Y TT-2
(POR NERVIO)

FIGURA 4.3



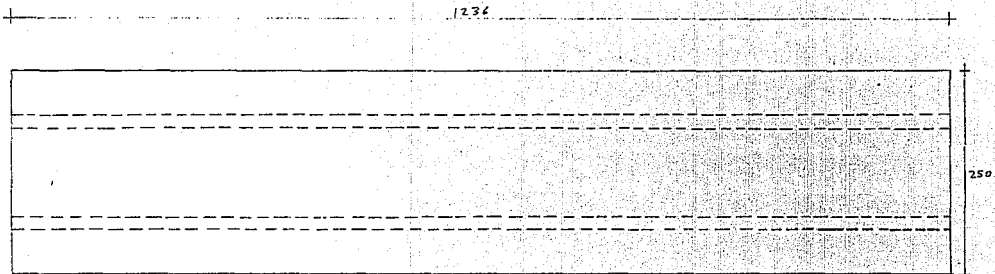
PLANTA



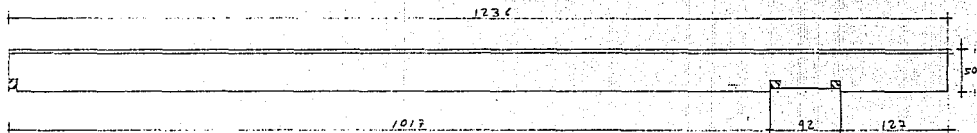
ELEVACION LONGITUDINAL

TRABE TT-1

FIGURA 4.4.



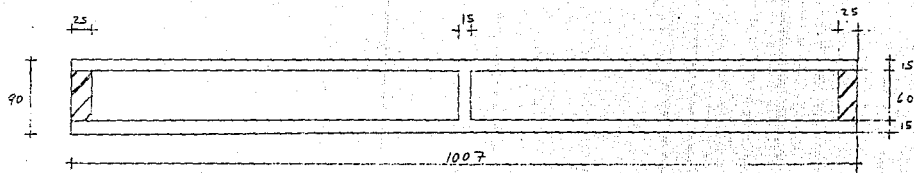
PLANTA



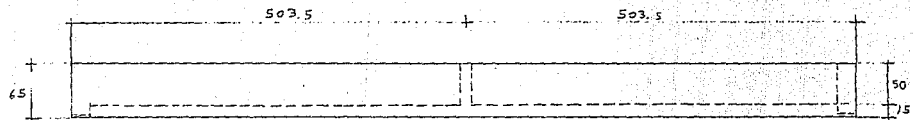
ELEVACION LONGITUDINAL

TRABE TT-2

FIGURA 4.5



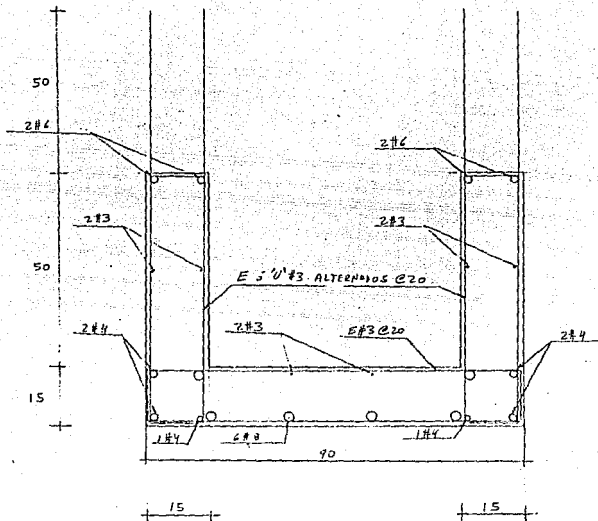
PLANTA



ELEVACION LONGITUDINAL

TRABE TR-1

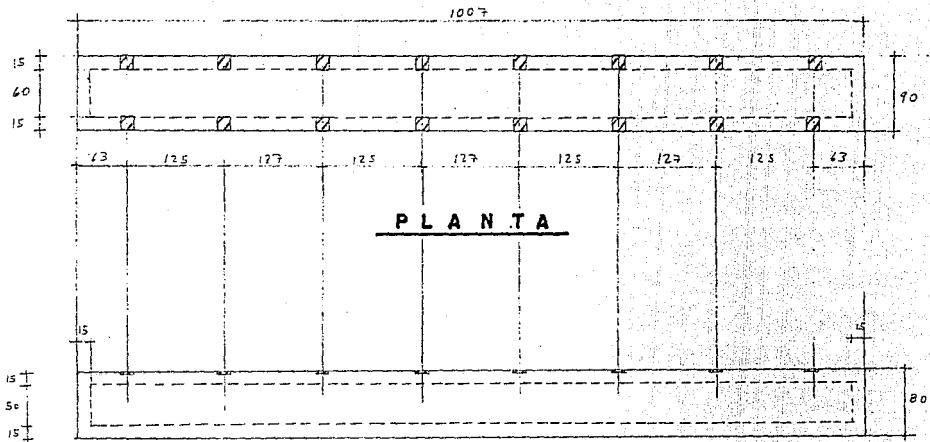
FIGURA 4.6



TRABE TR-1

SECCION TRANSVERSAL

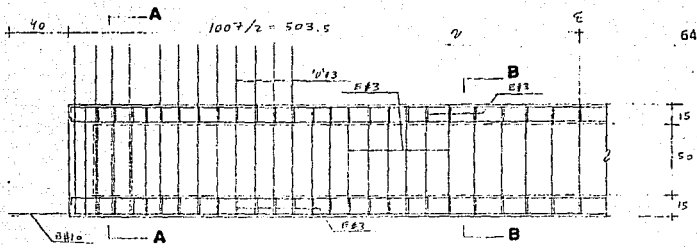
FIGURA 4.7



ELEVACION LONGITUDINAL

TRABES TP-1 Y TP-2

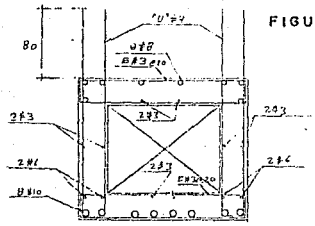
FIGURA 4.8



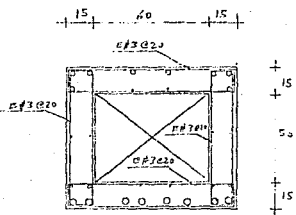
REFUERZO EN TRABES TP-1 Y TP-2

(ELEVACION LONGITUDINAL)

FIGURA 4.9

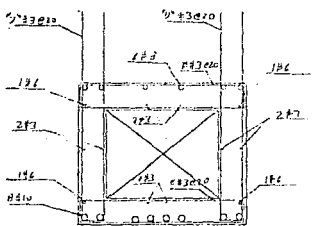


CORTE A · A

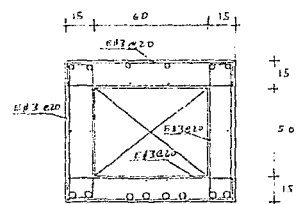


CORTE B · B

REFUERZO EN TRABE TP-2

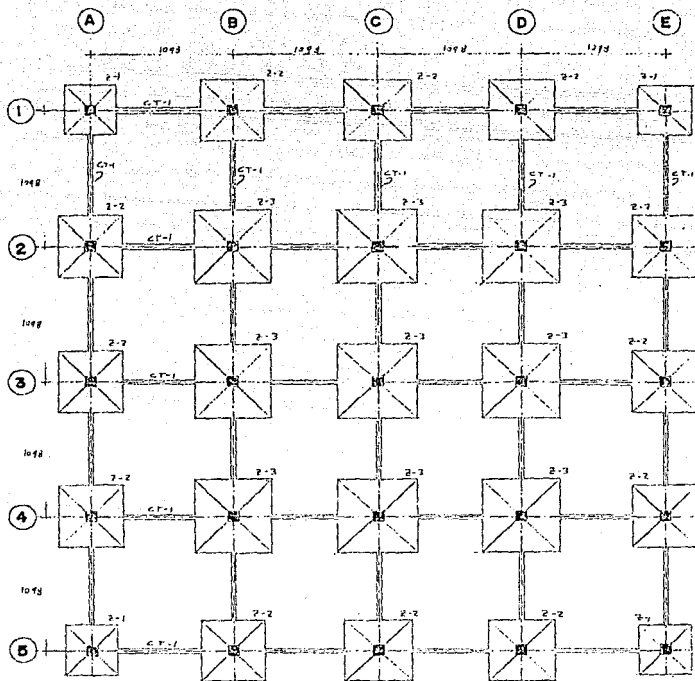


CORTE A · A



CORTE B · B

REFUERZO EN TRABE TP-1



PLANTA DE CIMENTACION

FIGURA 4.10

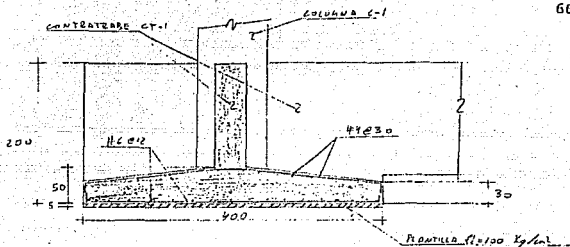
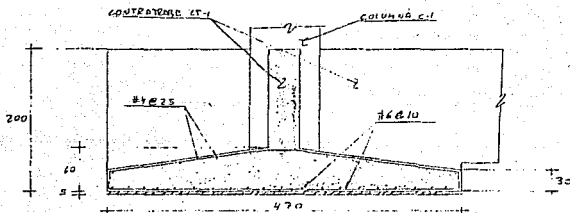
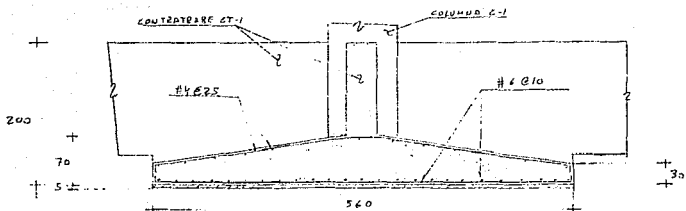
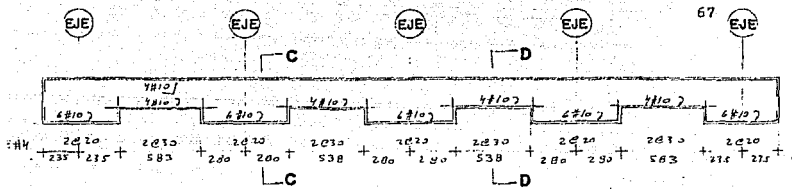
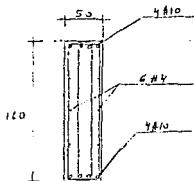
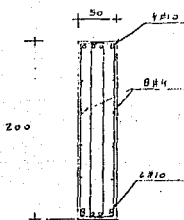
**ZAPATA Z-1****ZAPATA Z-2****ZAPATA Z-3**

FIGURA 4.11

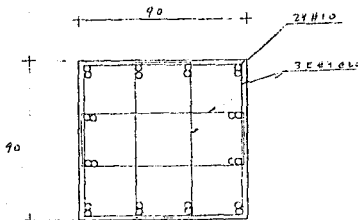


CONTRATRABE CT. I



CORTE D · D

CORTE C · C



COLUMNA C · I

FIGURA 4.12

CAPÍTULO V

CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 13.42 m CON COLUMNAS COLADAS EN SITIO Y TRABES PREFABRICADAS

V.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se trata de un edificio para oficinas bancarias, el cual consta de cuatro niveles, con una altura total de entrepiso de 4.88 m, la planta es tipo, de forma cuadrada, con una longitud por cada lado de 46.4 m. La separación entre columnas en ambos sentidos es de 13.42 m (ver Figs 5.1 y 5.2). Al centro de la planta se tiene un hueco para servicios (escaleras, elevadores, etc.).

El edificio está resuelto mediante elementos de concreto prefabricado (reforzados y presforzados) y colados en sitio. Siendo las trabes y el sistema de piso prefabricados, y las columnas coladas en sitio.

El sistema de piso está constituido por trabes prefabricadas TT-1 y TT-2, las cuales son parcialmente presforzadas (Ver sección y refuerzo en el Fig 5.3).

Las trabes TT-1, que se encuentran ubicadas en el entreje B-C, tienen una longitud de 12.4 m y con un peralte de 50 cm (ver Fig. 5.4). Estas trabes se apoyan en sus extremos sobre las trabes portantes TP-1.

Las trabes TT-2, que se encuentran en los entrejes extremos, tienen una longitud de 15.25 m y un peralte de 50 cm (ver Fig. 5.5), y al igual que las trabes TT-1 se apoyan sobre las trabes portantes TP-1, pero uno de sus extremos tiene un voladizo de 3.05 m.

La integridad del sistema de piso se logra mediante el colado de un firme estructural con una resistencia a la compresión $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con un espesor de 6 cm reforzado con una malla electrosoldada 6x6-6/6. Este firme es independiente del mortero que se suele colocar en esta clase de edificios para contener las tuberías que canalizan las instalaciones que se llevan por piso.

Para el diseño de las trabes secundarias se tomaron en cuenta dos etapas:

- En la primera de ellas se consideró como sección simple sobre la que actúan solamente el peso propio de la trabe, el del firme estructural y el de una carga viva de 100 kg/m^2 , la cual se considera se da en el proceso de construcción.

- En la segunda etapa, ya trabajando en sección compuesta con el firme estructural, se consideró la sobrecarga muerta (entortado, instalaciones, piso y acabados) más la carga viva de servicio.

Para el diseño de las trabes secundarias TT-1 se consideró que se encuentran simplemente apoyadas.

Las trabes TT-2, al igual que las trabes TT-1, se encuentran simplemente apoyadas, pero con la salvedad de que al estar uno de sus extremos en voladizo, se tiene un momento negativo en dicha zona, por lo que se tuvo que colocar un refuerzo adicional en el lecho superior de la trabe, además de que se inducó el acero de presfuerzo en dicha zona, esto para evitar el efecto negativo del presfuerzo en la trabe ante tales circunstancias.

Las trabes TT-1 y TT-2 se apoyan directamente sobre las trabes portantes TP-1, sin necesidad de despatinar las almas en sus extremos, sin embargo se colocó un refuerzo adicional en dicha zona para resistir los esfuerzos que se generan en la zona de apoyo (ver Fig. 5.6).

Las trabes TR-1, que se muestran en la Fig 5.2, son elementos de concreto reforzado prefabricados con una sección transversal en "U" en una primer etapa, con un par de timpanos a los tercios del claro para evitar la inestabilidad lateral de la trabe (ver Figs. 5.7 y 5.8). En la etapa de servicio, gracias a un colado complementario, la trabe funciona como sección cajón. Por su forma, estas piezas son también parte del sistema de piso, las cuales además al conectarse adecuadamente a las columnas se obtiene continuidad con las mismas, comportándose de esta forma como trabes de rigidez, para lograr lo anterior se colocó una serie de accesorios y refuerzo adicionales en los extremos (ver Fig. 5.9).

Para el diseño de las trabes TR-1 se consideraron dos etapas:

- En la primera, como una trabe "U" trabajando como sección simple, sobre la cual, al igual que para las trabes TT-1 y TT-2, actúa el peso propio de la trabe, el del firme estructural y una carga viva en la etapa constructiva. En esta primer etapa la sección trabaja como simplemente apoyada.

- En una segunda etapa (de servicio), ya trabajando en sección compuesta en cajón se consideró la carga viva de servicio más la sobrecarga muerta. En esta segunda etapa, ya se tiene continuidad, es decir, ya forma marco con las columnas.

Las trabes portantes TP-1, que se muestran en la Fig. 5.2., al igual que las trabes anteriores son piezas de concreto reforzado prefabricadas, pero con una sección transversal rectangular en cajón (ver Figs. 5.10 y 5.11). En la zona de apoyo de las trabes TT-1 y TT-2, se colocó un refuerzo y accesorio adicionales para recibir a dichas trabes. Para el diseño de las trabes TP-1, también se consideraron dos etapas:

- En la primera actuó el peso propio de la trabe más las descargas de las trabes TT-1 y TT-2 en dicha etapa. En esta primer etapa se considera que la trabe se encuentra simplemente apoyada.

- En la segunda etapa, la trabe trabaja en sección compuesta con el firme estructural y en continuidad con las columnas, es decir, ya forma marco, para lograr lo anterior se colocó una serie de accesorios y refuerzo adicionales (ver Fig. 5.12). En esta etapa actúan sobre la trabe la carga viva de servicio, la sobrecarga muerta y también las acciones debidas a sismo.

Las columnas, como ya se mencionó anteriormente, son de concreto reforzado coladas en sitio con una sección transversal de 122 x 122 cm (ver Fig. 5.15).

V.2 CIMENTACION

Como se puede observar en la Fig 5.13, la cimentación está resuelta mediante zapatas aisladas de concreto reforzado coladas en sitio de sección variable, las cuales se encuentran diseñadas por carga vertical (ver Fig. 5.14). Las zapatas se encuentran unidas entre si mediante contratraveses (CT-1) de sección variable (ver Fig. 5.15), las cuales toman los momentos flexionantes debidos a sismo que transmiten las columnas a la cimentación.

Cabe mencionar que para el diseño de la cimentación se consideró una capacidad de carga al terreno de 20 ton/m² en condiciones de servicio, además de que toda la cimentación se deberá desplantar sobre una plantilla de concreto f'c = 100 kg/cm².

V.3 CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO

V.3.1 Estimación de cargas gravitacionales.

A continuación se enlistan las cargas que se consideraron actuando sobre la estructura:

ENTREPISO (Zona con piso de marmol)

Peso propio sistema de piso		270 kg/m ²
Firme estructural	.06 x 2400 =	144 kg/m ²
Entortado	.08 x 1000 =	80 kg/m ²
Marmol	.025 x 2600 =	66 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²

Carga Muerta		740 kg/m ²
Carga Viva Máxima		250 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		180 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	990 Kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	920 kg/m ²

ENTREPISO (zona con piso de alfombra o similar)

Peso propio sistema de piso		270 kg/m ²
Firme estructural		144 kg/m ²
Entortado		80 kg/m ²
Alfombrado		6 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²

Carga Muerta		680 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	930 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	860 kg/m ²

AZOTEA

Peso propio sistema de piso		270 kg/m ²
Firme estructural		144 kg/m ²
Rellenos ligeros	.15 x 1000 =	150 kg/m ²
Entortado	.03 x 2200 =	66 kg/m ²
Enladrillado	.02 x 1800 =	36 kg/m ²
Impermeabilizante		14 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		40 kg/m ²

Carga Muerta		760 kg/m ²
Carga Viva Máxima		100 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		70 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima		860 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea		830 kg/m ²

Cabe mencionar los siguientes puntos:

- Para el diseño de todos los elementos estructurales se consideró una carga muerta de 760 kg/m² más la carga viva correspondiente
- Para valuar la masa sísmica se consideró que el 30 % del área de entrepiso son pasillos (zona con piso de marmol) y el 70 % restante tendrá piso de alfombra o similar.

V.3.2 Estimación de las acciones debidas a sismo.

La valuación de las acciones debidas a sismo se efectuaron de acuerdo al Método estático que marcan las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, en su capítulo de Diseño por Sismo, de cuyos principales puntos se hace una relación a continuación:

Zona sísmica de la republica	B
Tipo de Suelo	II
Coefficiente de Diseño Sísmico	c = 0.2
Tipo de Estructura	B
Coefficiente de comportamiento Sísmico	Q = 2

La variación del coeficiente correspondiente a cada nivel se consideró lineal, nulo en el desplante y máximo en la punta, tal que la fuerza cortante en la base se obtiene igual a $c/Q = 0.1$ por el peso de la estructura.

V.4 ANALISIS ESTRUCTURAL

Para analizar la estructura, se empleó un programa de computadora de análisis de marcos planos (AMPLAN), el cual está basado en el método de las rigideces, y por su estructura está formado de dos partes, en la primera se archiva la geometría de la estructura, y en la otra se introducen los diferentes tipos de carga a la que estará sujeta la estructura.

Para el análisis de la cimentación se utilizó el mismo programa, pero considerando a las contratrabes como vigas continuas con apoyos simples.

V.5 CRITERIOS DE DISEÑO Y MATERIALES

Se seleccionaron los siguientes materiales:

- Concreto

Cimentación	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Columnas	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Trabes prefabricadas	$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$
Firme estructural	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad	$E_c = 10000 \text{ Jf}'c$

- Acero de refuerzo grado duro $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

- Acero en mallas electrosoldadas $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

- Acero estructural A-36 $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Para el diseño de miembros de concreto se usó el criterio plástico propuesto por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, de sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Se emplearon los siguientes coeficientes de Carga:

a) Por cargas permanentes $F.C. = 1.4$

- b) Por combinación de cargas permanentes y accidentales

F.C. = 1.1

Además se emplearon los siguientes coeficientes de reducción en los materiales:

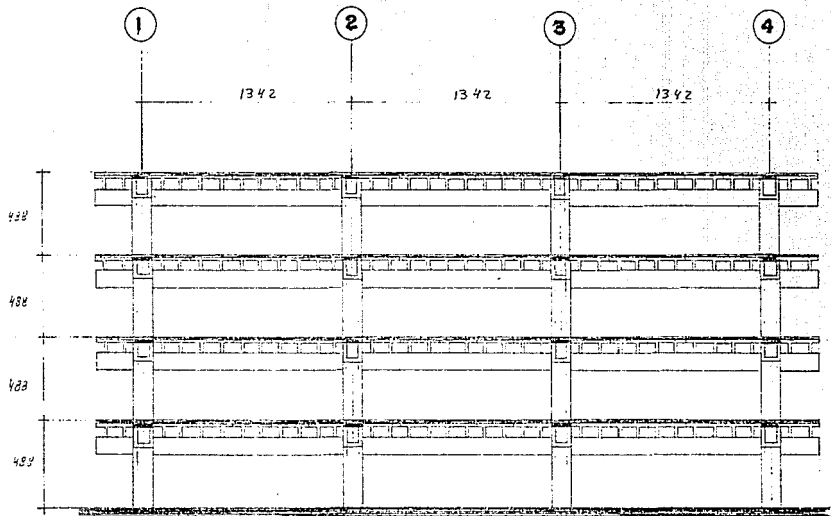
- | | |
|---|----------|
| a) a la flexión | Fr = 0.9 |
| b) a la flexocompresión con falla en tensión | Fr = 0.8 |
| c) a la flexocompresión con falla en compresión | Fr = 0.7 |
| d) a cortante | Fr = 0.8 |
| e) para aplastamiento | Fr = 0.7 |

Las expresiones utilizadas en el cálculo están consignadas en el Reglamento anteriormente mencionado.

V.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

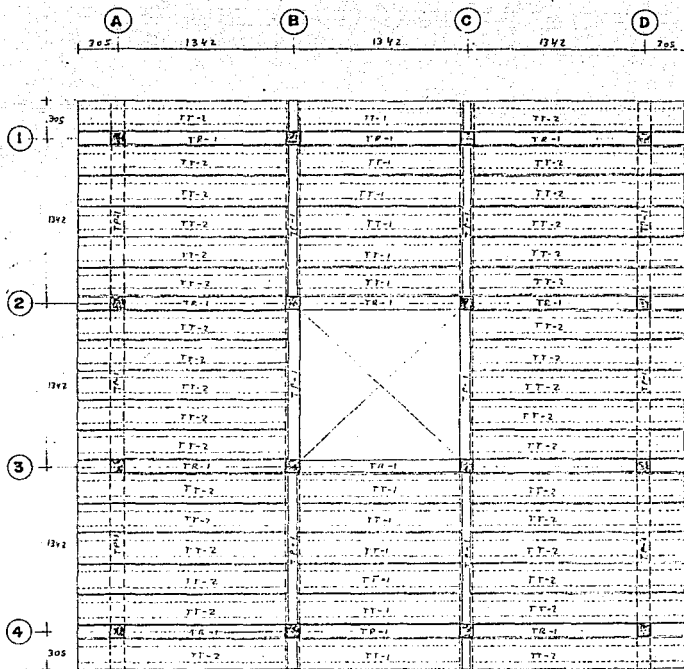
Se sugiere el siguiente orden de actividades:

- 1.- Despalme y nivelación del terreno
- 2.- Construcción de cimentación (zapatas y contratraveses), considerando los ademes y bermas necesarios.
- 3.- Paralelamente a la construcción de la cimentación, y en una planta de prefabricación, se procede a la fabricación de traveses secundarias (TT-1 y TT-2), traveses de rigidez (TR-1) y traveses portantes (TP-1).
- 4.- Habilitación y colado de todas las columnas del primer nivel.
- 5.- Montaje de las traveses portantes TP-1 del primer nivel, previo apuntalamiento (ver Fig. S.16).
- 6.- Montaje de las traveses de rigidez y secundarias.
- 7.- Habilitación del refuerzo para la segunda etapa de las traveses prefabricadas.
- 8.- Colado de firme estructural y nudos traveses-columna.
- 9.- Repetir los pasos 4 a 8 para los niveles posteriores.



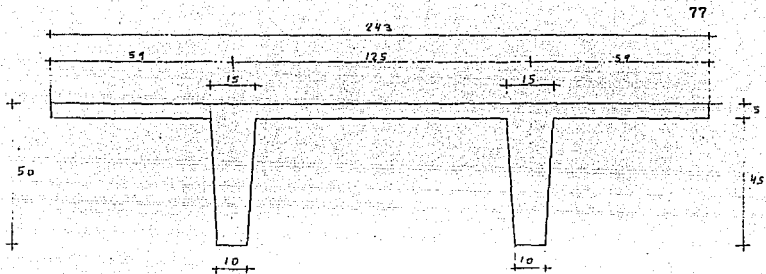
ELEVACION DE EDIFICIO

FIGURA 5.1

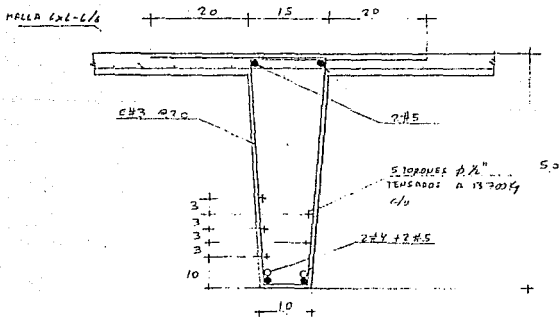


PLANTA (TIPO)

FIGURA 5.2



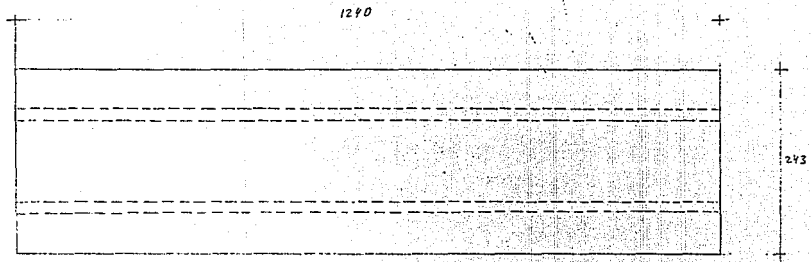
SECCION TRANSVERSAL DE TT-1 Y TT-2



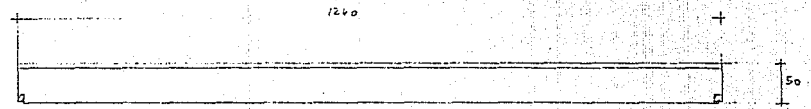
REFUERZO EN TRABES TT-1 Y TT-2

(POR NERVIOS)

FIGURA 5.3



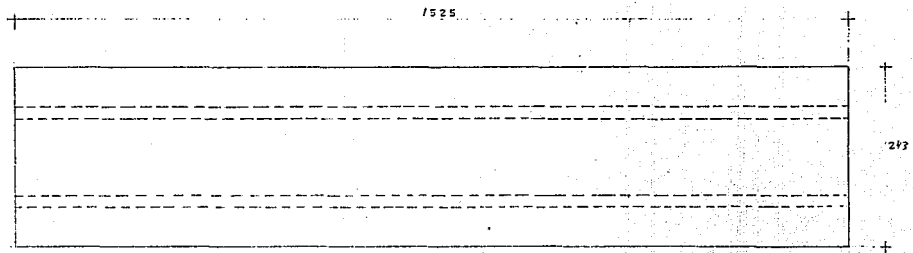
PLANTA



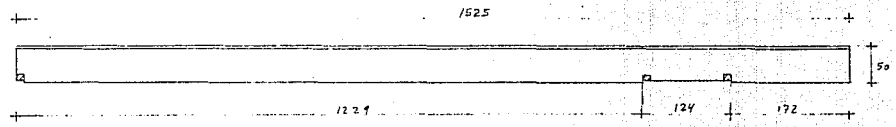
ELEVACION LONGITUDINAL

TRABE TT-1

FIGURA 5.4



PLANTA

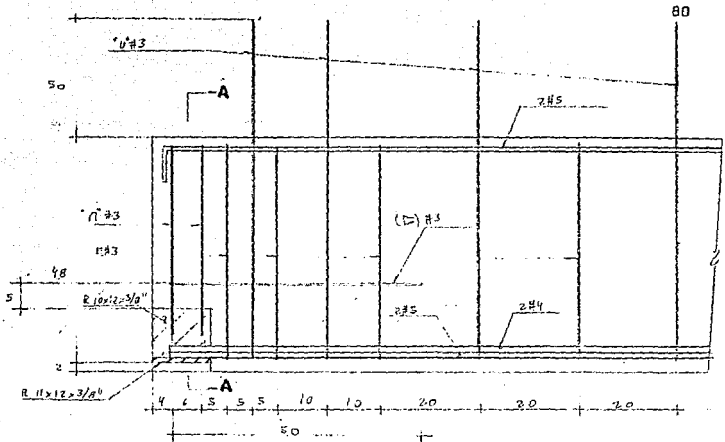


ELEVACION LONGITUDINAL

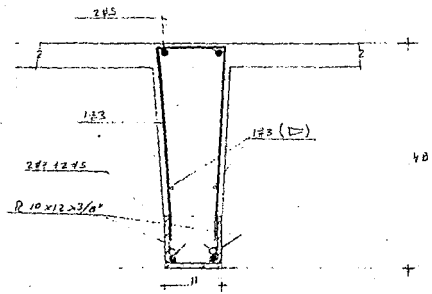
T-RABE TT-2

FIGURA 5.5

CON ESTO NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

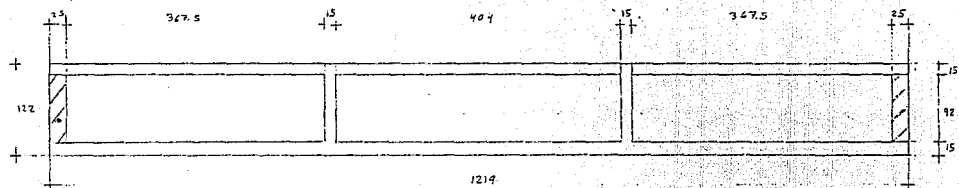


REFUERZO ADICIONAL EN ZONA DE APOYO TT-1 Y TT-2

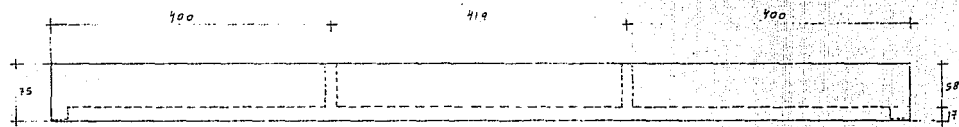


CORTE A · A

FIGURA 5.6



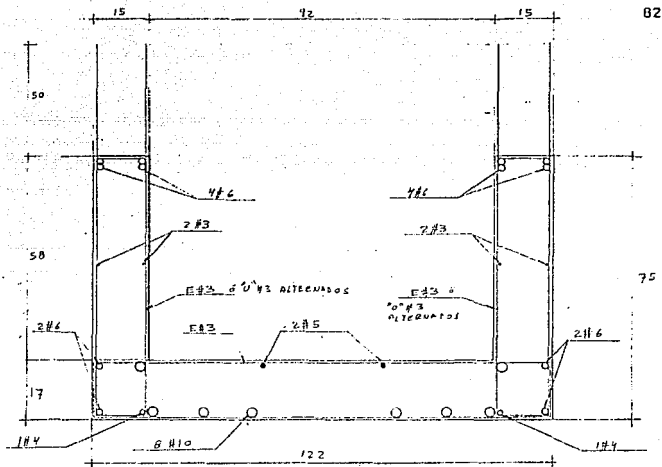
PLANTA



ELEVACION LONGITUDINAL

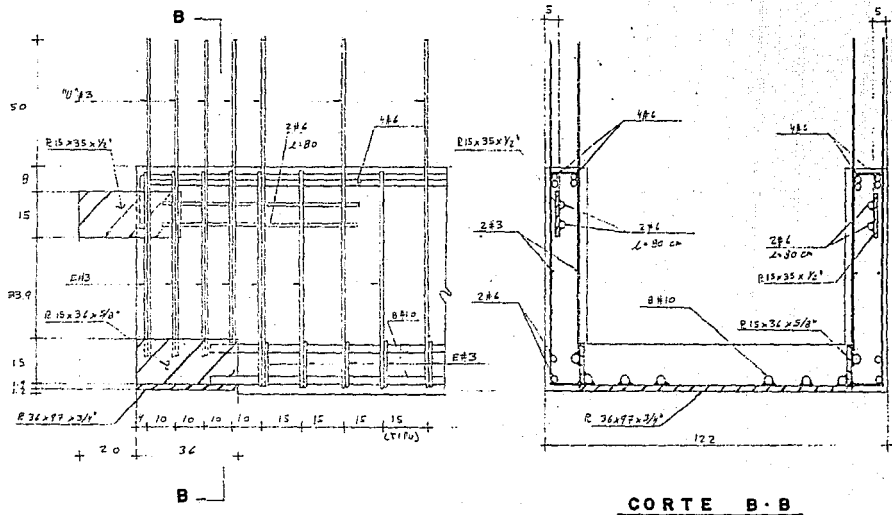
TRABE TR-1

FIGURA 5.7



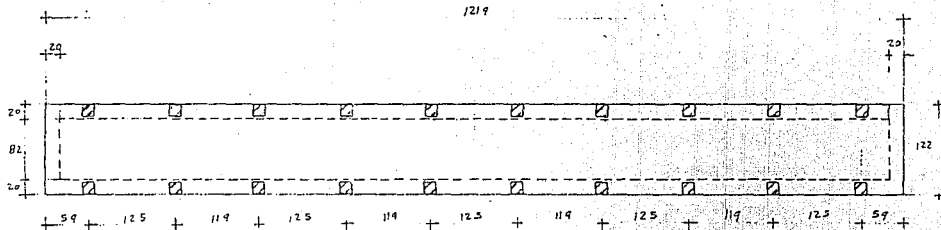
TRABE TR-1
SECCION TRANSVERSAL

FIGURA 5.8

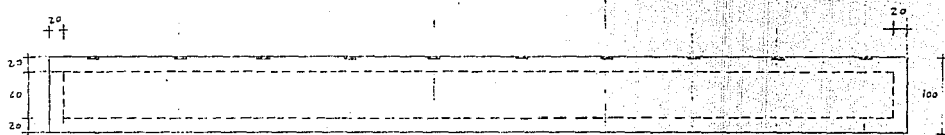


REFUERZO ADICIONAL EN ZONA DE APOYO DE TR-I

FIGURA 5.9



PLANTA



ELEVACION LONGITUDINAL

TRABE TP.1

FIGURA 5.10

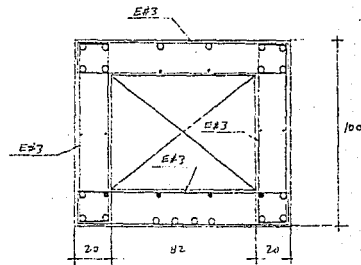
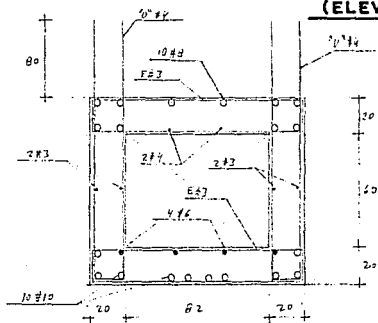
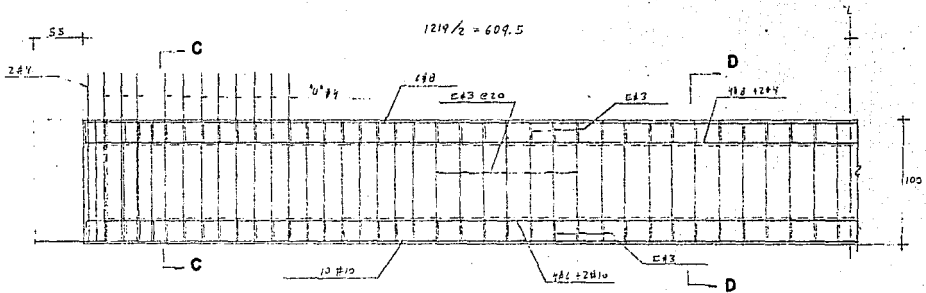
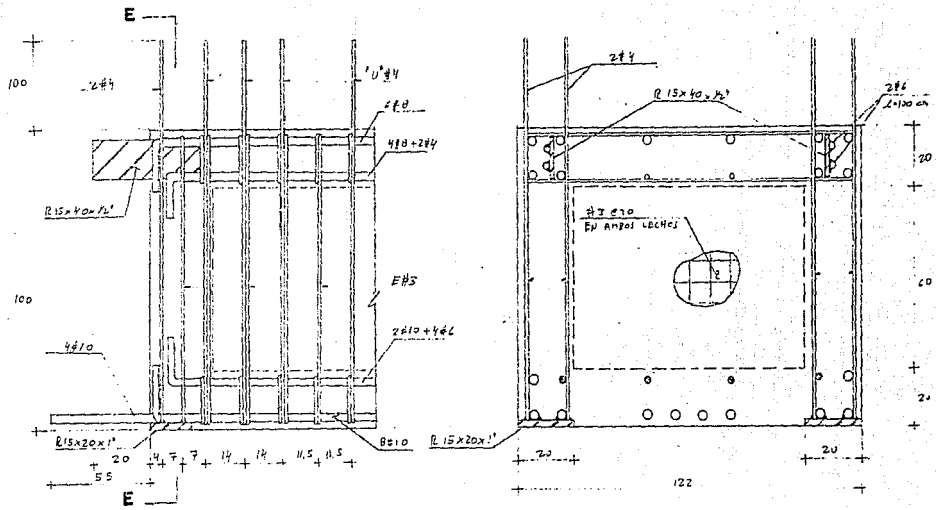


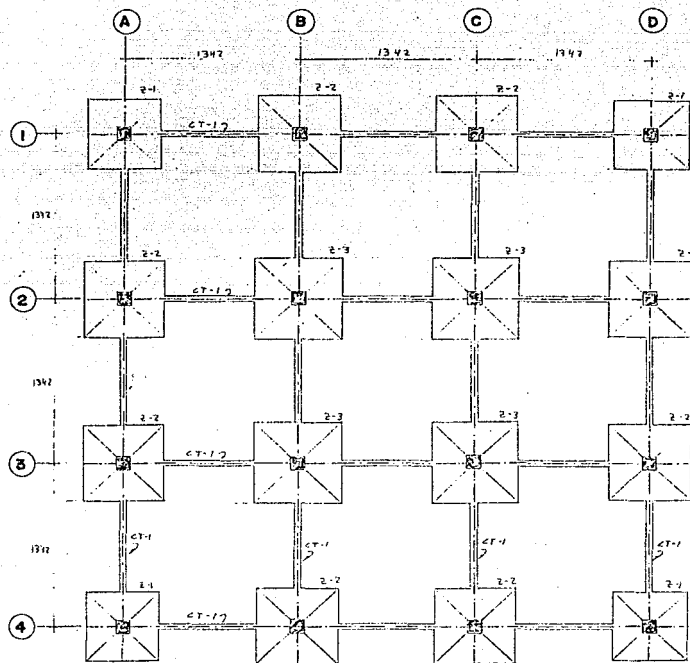
FIGURA 5.11



REFUERZO ADICIONAL EN ZONA DE APOYO DE TPI

CORTE E - E

FIGURA 5.12



PLANTA DE CIMENTACION

FIGURA 6.13

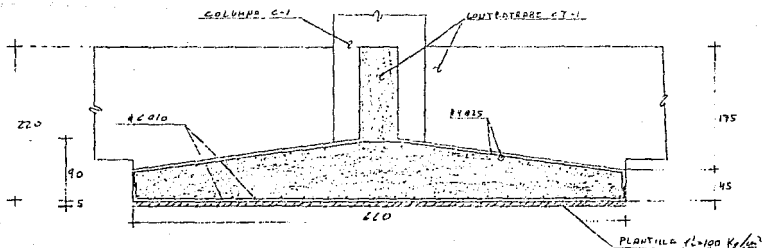
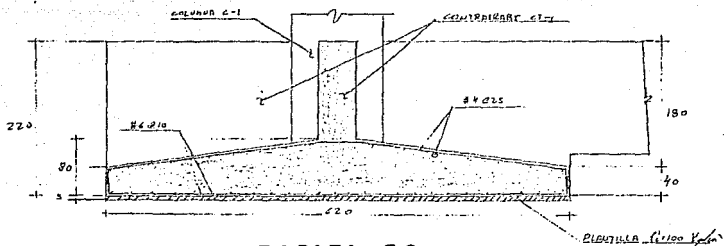
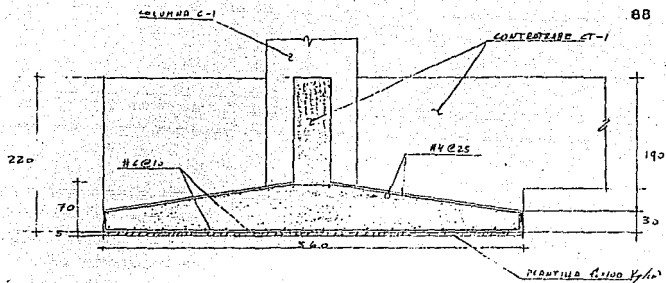


FIGURA 5.14

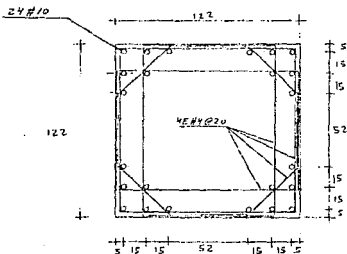
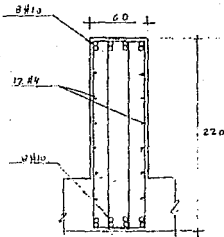
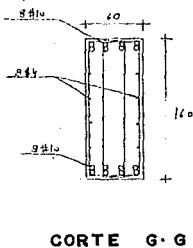
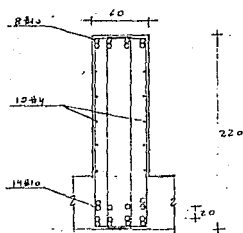
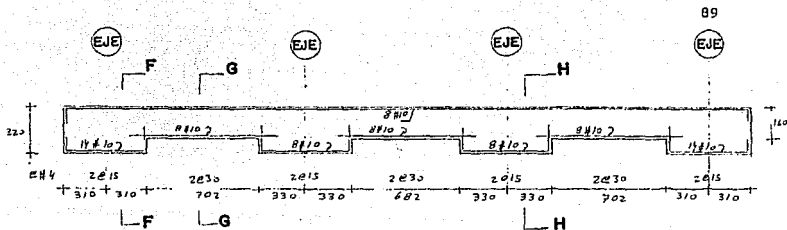
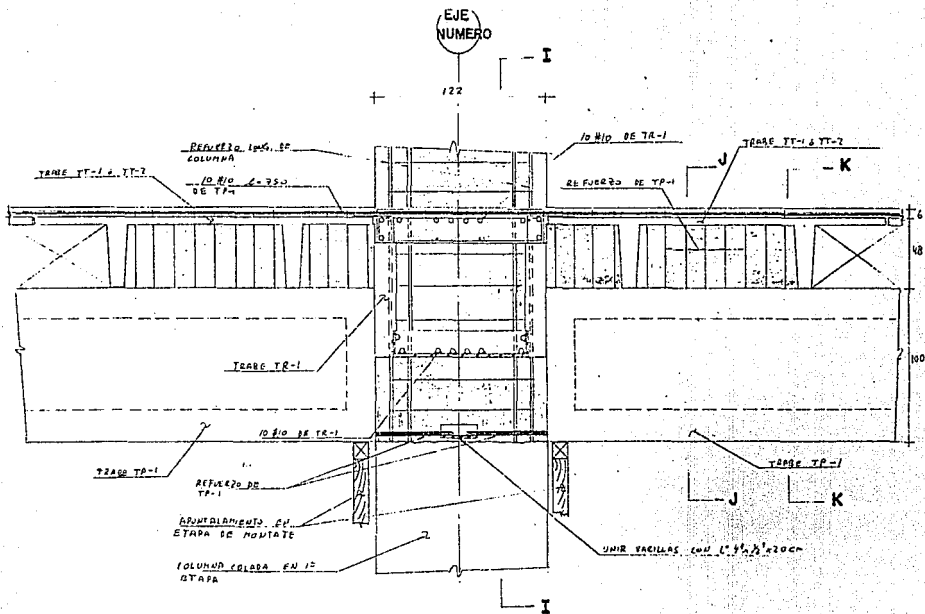
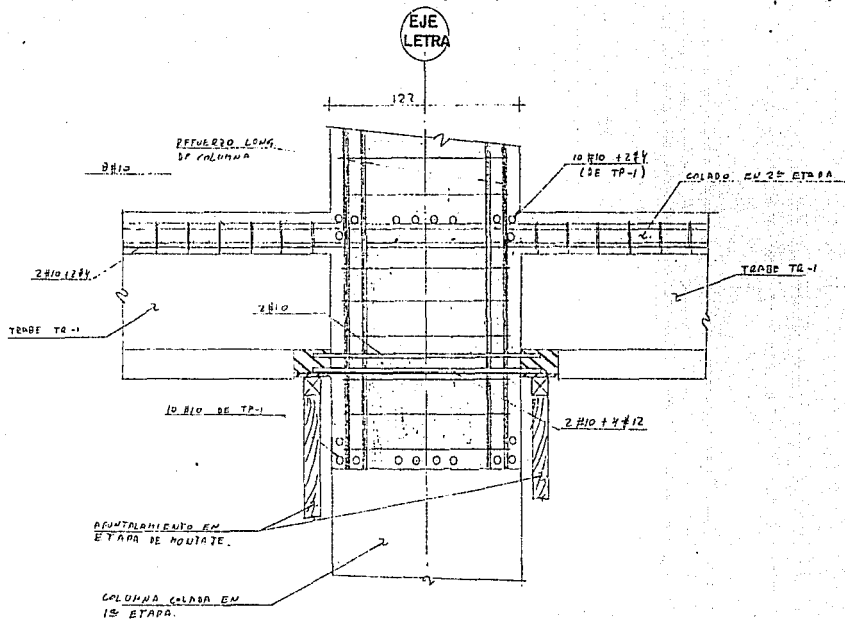


FIGURA 5.15

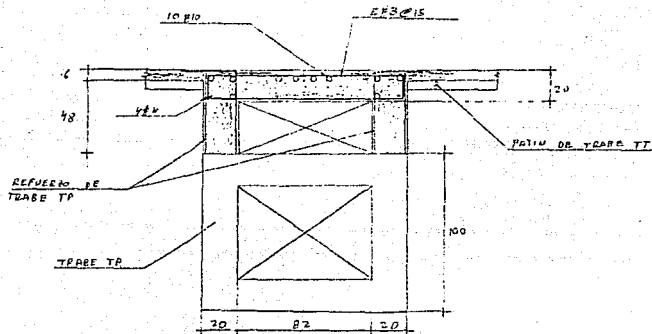
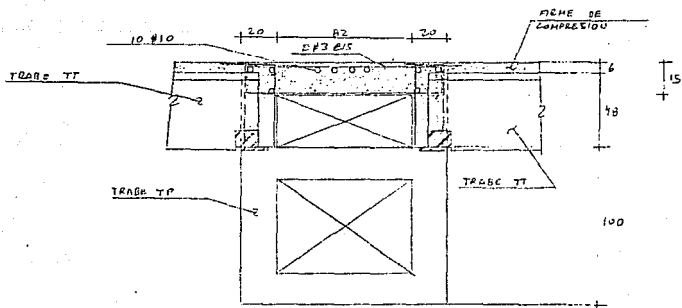


CONEXION DE TRABES A COLUMNA

FIGURA 5.16



CORTE I - I

**CORTE J·J****CORTE K·K**

C A P I T U L O V I

CLAROS ENTRE COLUMNAS DE 13.42 m

CON COLUMNAS COLADAS EN SITIO Y TRABES METALICAS

VI.1 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

Se trata de un edificio para oficinas bancarias, el cual consta de cuatro niveles, con una altura total de entrepiso de 4.88 m, la planta es tipo, de forma cuadrada, con una longitud por cada lado de 46.4 m. La separación entre columnas en ambos sentidos es de 13.42 m (ver Figs 6.1 y 6.2). Al centro de la planta se tiene un hueco para servicios (escaleras, elevadores, etc.).

El edificio está resuelto mediante marcos con columnas de concreto reforzado coladas en sitio y trabes metálicas.

El sistema de piso está constituido por una losa formada por una sección compuesta de lámina estriada (losacero Romsa) y un firme estructural con una resistencia a la compresión $f'c = 200$ kg/cm², con un espesor de 6 cm reforzado con una malla electrosoldada 6x6-6/6. Este firme es independiente del mortero que se suele colocar en esta clase de edificios para contener las tuberías que canalizan las instalaciones que se llevan por piso.

La losa se apoya sobre una serie de armadura metálicas A-1 (ver Figs. 6.2. y 6.4), las cuales para que se comporten en una forma más eficiente, se hacen trabajar en sección compuesta con la losa, lo anterior se logra mediante la colocación de una serie de conectores (pernos de cortante). Lo anterior es admisible en toda la longitud de las armaduras, dado que en sus extremos están simplemente apoyadas sobre las trabes T-2 y T-3, y no tienen continuidad, por lo que siempre se tienen momentos positivos, es decir, compresión en la parte superior.

Las trabes T-1 que se muestran en la Fig. 6.2 son elementos metálicos con sección transversal en cajón (ver Fig. 6.4), las cuales trabajan básicamente como trabes de rigidez. Para su análisis y diseño únicamente se consideró su sección nominal, es decir, se despreció la contribución que puede dar el firme estructural como sección compuesta, lo anterior se debe básicamente a que en las zonas extremas se tienen momentos negativos, es decir, existen tensiones en la parte superior, las cuales no pueden ser tomadas por el concreto.

Las traves portantes T-2 y T-3 que se indican en la Fig. 6.2, al igual que las traves T-1 son elementos metálicos con sección transversal en cajón (ver Fig. 6.4). Las armaduras A-1 se apoyan sobre las traves T-2 y T-3 mediante unos ángulos metálicos (2" x 1/4"), los cuales se sueldan a los montantes extremos de las armaduras y a las caras de las traves portantes. La conexión se realiza de tal forma que no se transmitan momentos en los extremos (ver Fig. 5.6). Para el análisis y diseño de las traves T-2 y T-3, al igual que en las traves T-1, sólo se consideró su sección nominal.

Las columnas, como ya se mencionó anteriormente, son de concreto reforzado coladas en sitio con una sección transversal de 122 x 122 cm (ver Fig. 6.8).

VI.2 CIMENTACION

Como se puede observar en la Fig 6.3, la cimentación está resuelta mediante zapatas aisladas de concreto reforzado coladas en sitio de sección variable, las cuales se encuentran diseñadas por carga vertical (ver Fig. 6.7). Las zapatas se encuentran unidas entre sí mediante contratraves (CT-1) de sección variable (ver Fig. 6.8), las cuales toman los momentos flexionantes debidos a sismo que transmiten las columnas a la cimentación.

Cabe mencionar que para el diseño de la cimentación se consideró una capacidad de carga al terreno de 20 ton/m² en condiciones de servicio, además de que toda la cimentación se deberá desplantar sobre una plantilla de concreto f'c = 100 kg/cm².

VI.3 CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO

VI.3.1 Estimación de cargas gravitacionales.

A continuación se enlistan las cargas que se consideraron actuando sobre la estructura:

ENTREPISO (Zona con piso de marmol)

Peso propio lámina		10 kg/m ²
Firme estructural		220 kg/m ²
Entortado		84 kg/m ²
Marmol	.08 x 1000 =	66 kg/m ²
Instalaciones	.025 x 2600 =	20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		20 kg/m ²

Carga Muerta		540 kg/m ²
Carga Viva Máxima		250 kg/m ²
Carga Viva Instantanea		180 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	790 Kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	720 kg/m ²

ENTREPISO (zona con piso de alfombra o similar)

Peso propio lámina		10 kg/m ²
Firme estructural		220 kg/m ²
Entortado		84 kg/m ²
Alfombrado		6 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Muros divisorios		100 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		20 kg/m ²

Carga Muerta		480 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	=	730 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	=	660 kg/m ²

AZÓTEA

Peso propio lámina		10 kg/m ²
Firme estructural		220 kg/m ²
Rellenos ligeros	.15 x 1000 =	150 kg/m ²
Entortado	.03 x 2200 =	66 kg/m ²
Enladrillado	.02 x 1800 =	36 kg/m ²
Impermeabilizante		18 kg/m ²
Instalaciones		20 kg/m ²
Plafond		20 kg/m ²
Peso adic. según Reglamento		20 kg/m ²

Carga Muerta		560 kg/m ²

Carga Viva Máxima	100 kg/m ²
Carga Viva Instantanea	70 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	860 kg/m ²
Carga Muerta + Carga Viva Instantanea	830 kg/m ²

Cabe mencionar que para valuar la masa sismica se consideró que el 30 % del área de entrepiso son pászillos (zona con piso de marmol) y el 70 % restante tendrá piso de alfombra o similar.

VI.3.2 Estimación de las acciones debidas a sismo.

La valuación de las acciones debidas a sismo se efectuaron de acuerdo al método estático que marcan las recomendaciones del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, en su capítulo de Diseño por Sismo, de cuyos principales puntos se hace una relación a continuación:

Zona sísmica de la republica	B
Tipo de Suelo	II
Coefficiente de Diseño Sísmico	$c = 0.2$
Tipo de Estructura	B
Coefficiente de comportamiento Sísmico	$Q = 2$

La variación del coeficiente correspondiente a cada nivel se consideró lineal, nulo en el desplante y máximo en la punta, tal que la fuerza cortante en la base se obtiene igual a $c/Q = 0.1$ por el peso de la estructura.

VI.4 ANALISIS ESTRUCTURAL

Para analizar la estructura, se empleó un programa de computadora de análisis de marcos planos (AMPLAN), el cual está basado en el método de las rigideces, y por su estructura está formado de dos partes, en la primera se archiva la geometría de la estructura, y en la otra se introducen los diferentes tipos de carga a la que estará sujeta la estructura.

Dado que las columnas y las trabes son de concreto y acero respectivamente, tienen diferente módulo de elasticidad, y puesto que el programa sólo acepta un sólo tipo de material, se tuvo que transformar la sección de las columnas por la relación modular, la cual es el cociente, en este caso, del módulo de elasticidad del concreto entre el del acero.

Para el análisis de la cimentación se utilizó el mismo programa, pero considerando a las contratraves como vigas continuas con apoyos simples.

VI.5 CRITERIOS DE DISEÑO Y MATERIALES

Se seleccionaron los siguientes materiales:

- Concreto

Cimentación	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Columnas	$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
Firme estructural	$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad	$E_c = 10000 \sqrt{f'c}$

- Acero de refuerzo grado duro $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

- Acero en mallas electrosoldadas $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$

- Acero estructural A-36 $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
 $E = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$

Para el diseño de miembros de concreto se usó el criterio plástico propuesto por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, de sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Se emplearon los siguientes coeficientes de Carga:

- | | |
|---|------------|
| a) Por cargas permanentes | F.C. = 1.4 |
| b) Por combinación de cargas permanentes y accidentales | F.C. = 1.1 |

Además se emplearon los siguientes coeficientes de reducción en los materiales:

- | | |
|---|-------------|
| a) a la flexión | $F_r = 0.9$ |
| b) a la flexocompresión con falla en tensión | $F_r = 0.8$ |
| c) a la flexocompresión con falla en compresión | $F_r = 0.7$ |

- d) a cortante
e) para aplastamiento

$$Fr = 0.8$$

$$Fr = 0.7$$

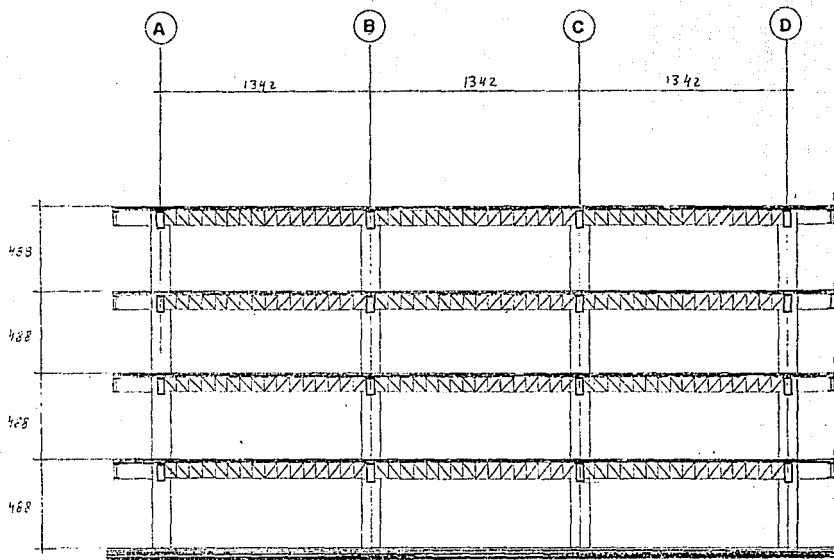
Las expresiones utilizadas en el cálculo están consignadas en el Reglamento anteriormente mencionado.

Para el diseño de los elementos metálicos se empleó el método elástico propuesto por el reglamento anteriormente mencionado.

VI.6 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

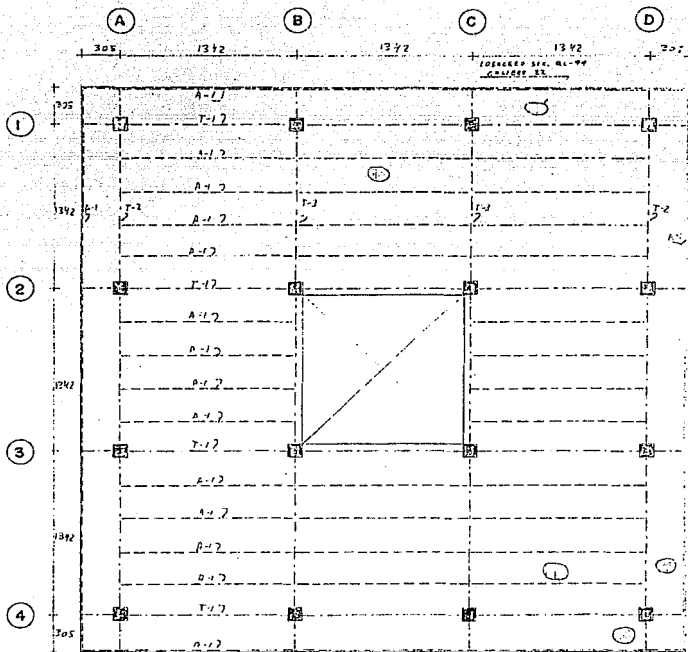
Se sugiere el siguiente orden de actividades:

- 1.- Despalme y nivelación del terreno
- 2.- Construcción de cimentación (zapatas y contratraveses), considerando los ademes y bermas necesarios.
- 3.- Paralelamente a la construcción de la cimentación, y en un taller con las instalaciones necesarias, se procede a la fabricación de las armaduras secundarias A-1 y las trabes principales T-1, T-2 y T-3.
- 4.- Habilitación y colado de todas las columnas del primer nivel.
- 5.- Montaje de las trabes principales
- 6.- Colado de nudos columna-trabe.
- 7.- Montaje de las armaduras secundarias A-1.
- 8.- Colocación de lámina en todo el entrepiso.
- 9.- Colocación de conectores de cortante en trabes y armaduras
- 10.- Colocación de malla electrosoldada.
- 11.- Colado de firme estructural
- 12.- Repetir los pasos 4 a 11 para los niveles posteriores.



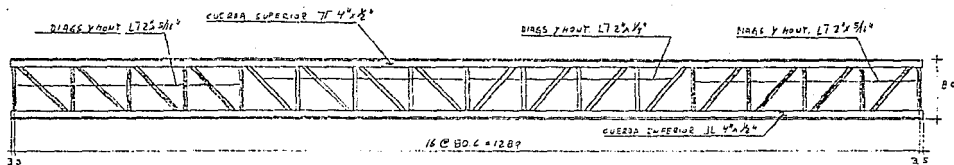
ELEVACION DE EDIFICIO

FIGURA 6.1

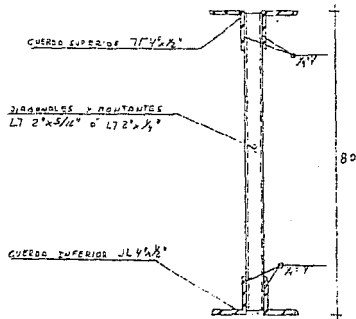


PLANTA (TIPO)

FIGURA 6.2



ARMADURA A-1
(ELEVACION LONGITUDINAL)



ARMADURA A-1
(SECCION TRANSVERSAL)

FIGURA 6.3

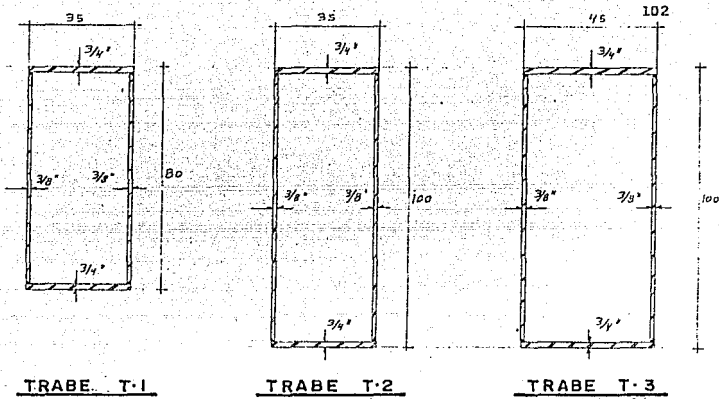
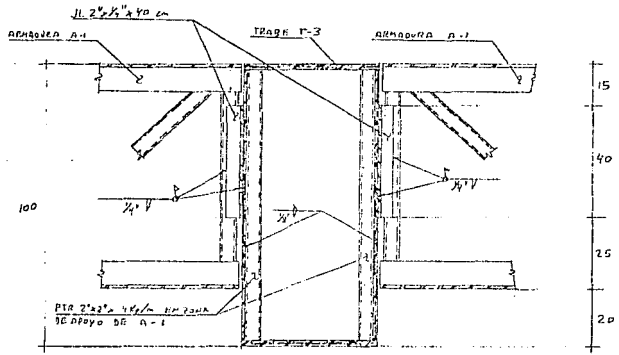
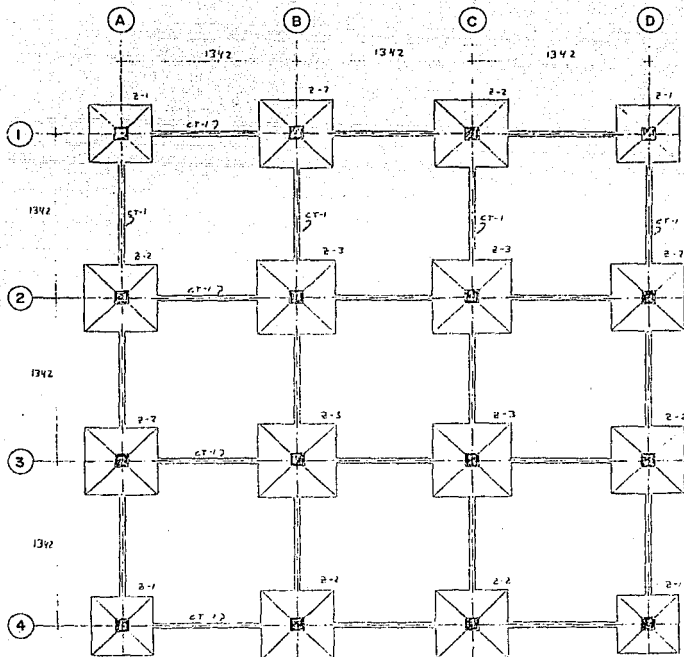


FIGURA 6.4



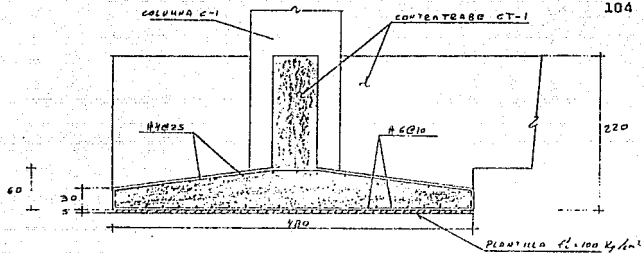
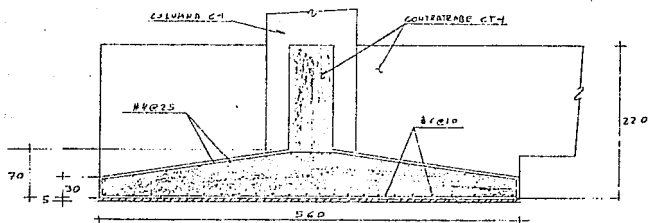
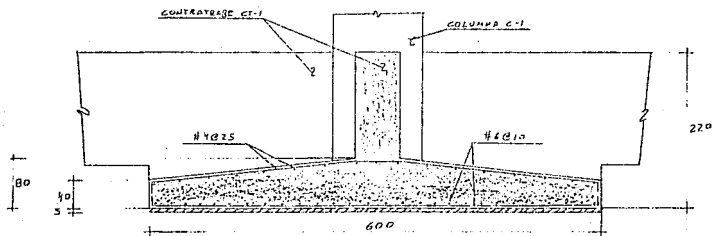
CONEXION DE ARMADURAS A TRABE TP-3

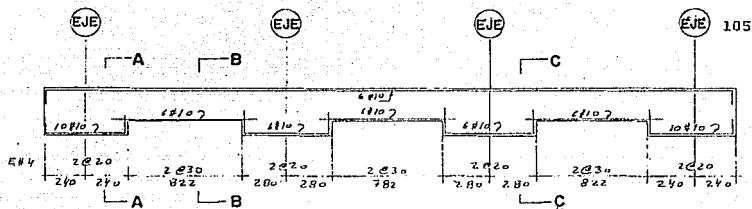
FIGURA 6.5



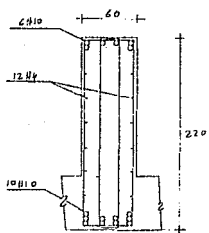
PLANTA DE CIMENTACION

FIGURA 6.6

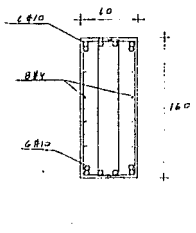
ZAPATA Z-1ZAPATA Z-2ZAPATA Z-3



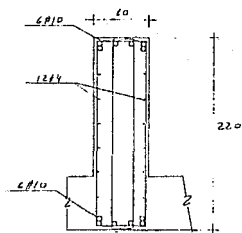
CONTRABE CT-1



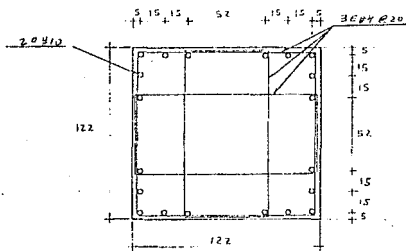
CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C



COLUMNA C-1

FIGURA 6.8

CAPITULO VII

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LAS CINCO ALTERNATIVAS

VII.1 BREVE DESCRIPCION DE LOS CINCO EDIFICIOS ESTUDIADOS.

A manera de resumen, se describen a continuación brevemente los cinco edificios considerados:

EDIFICIO TIPO I (PRIMER ALTERNATIVA).

- Planta cuadrada con claros entre columnas de 8.54 m.
- Cimentación colada en sitio con zapatas corridas y contratrabes.
- Columnas prefabricadas de un sólo tramo, combinadas con muros de rigidez colados en sitio.
- Trabes portantes prefabricadas de sección cajón.
- Trabes de rigidez prefabricadas de sección " T ".
- Sistema de piso con trabes prefabricadas de sección " T ".

EDIFICIO TIPO II (SEGUNDA ALTERNATIVA).

- Planta cuadrada con claros entre columnas de 9.54 m.
- Cimentación colada en sitio con zapatas corridas en un sentido y contratrabes en el otro.
- Columnas, trabes principales y secundarias coladas en sitio.
- Sistema de piso mediante losas macizas de concreto.

EDIFICIO TIPO III (TERCER ALTERNATIVA).

- Planta cuadrada con claros entre columnas de 10.98 m.
- Cimentación colada en sitio con zapatas aisladas unidas entre sí con trabes de liga.
- Columnas coladas en sitio.
- Trabes portantes y de rigidez prefabricadas de sección cajón.
- Sistema de piso a través de trabes prefabricadas con sección " TT ".

EDIFICIO TIPO IV (CUARTA ALTERNATIVA).

- Planta cuadrada con claros entre columnas de 13.42 m.

- Cimentación colada en sitio con zapatas aisladas unidas entre si con trabes de liga.
- Columnas coladas en sitio.
- Trabes portante y de rigidez prefabricadas de sección cajón.
- Sistema de piso mediante trabes de secundarias prefabricadas con sección " TT ".

EDIFICIO TIPO V (QUINTA ALTERNATIVA).

- Planta cuadrada con claros entre columnas de 13.42 m.
- Cimentación colada en sitio con zapatas aisladas unidas entre si con trabes de liga.
- Columnas coladas en sitio.
- Trabes portantes y de rigidez metálicas con sección en cajón.
- Sistema de piso mediante lámina acanalada con un firme estructural, los cuales se apoyan sobre armaduras metálicas.

VII.2 CUANTIFICACION DE MATERIALES.

Para llevar a cabo las comparaciones respectivas se realizó una cuantificación tanto de la cimentación como de la estructura de cada edificio.

Para la cimentación de cada edificio se cuantificaron los siguientes elementos:

- Zapatas corridas (para los edificios I y II).
- Zapatas aisladas (para los edificios III, IV y V).
- Contratraves.

Asi mismo para cada elemento se consideraron los siguientes conceptos a cuantificar:

- Excavación.
- Plantilla de desplante.
- Acero de refuerzo.
- Cimbra.
- Concreto.

Para realizar lo anterior se hicieron las tablas 7.1 a 7.5 en que se muestra dicha cuantificación.

Para la cuantificación de la estructura de los cinco edificios en cuestión se consideraron los siguientes elementos:

- Columnas y muros de concreto.
- Trabes de rigidez.
- Trabes portantes.
- Losas.

Al igual que para la cimentación, se tomaron en cuenta para la cuantificación de los siguientes conceptos:

- Refuerzo.
- Cimbra.
- Concreto.

Las tablas 7.6 a 7.10 muestran las cuantificaciones de la estructura para cada edificio.

VII.3 COSTOS Y PRECIOS CONSIDERADOS EN EL ANALISIS.

Para tener una idea aproximada del costo de todos los edificios en cuestión, tanto de la cimentación como de la estructura, se recolectó una serie de indicadores, los cuales se mencionan a continuación.

A) Del manual de costos para la construcción " BIMSA " del mes de junio de 1993, se pudieron obtener los siguientes costos directos:

- Excavación para la cimentación N\$ 42.53 /m³
- Plantilla de concreto N\$ 23.45 /m³
- Cimbra de madera
 - a) zapatas N\$ 32.22 /m²
 - b) contratraves N\$ 35.66 /m²
 - c) columnas N\$ 40.67 /m²
 - d) losas y trabes N\$ 48.82 /m²
 - e) losas N\$ 48.03 /m²
- Acero de refuerzo en cimentación y planta baja
 - a) vars # 3 N\$ 2,469.47 / ton
 - b) vars # 4 N\$ 2,228.27 / ton
 - c) vars # 5 N\$ 2,319.40 / ton
 - d) vars # 6 N\$ 2,275.62 / ton
 - e) vars # 8 N\$ 2,026.91 / ton
 - f) vars # 10 N\$ 2,111.87 / ton
 - g) malla electrosoldada 6x6-6/6 N\$ 7.9 / m²

- Concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

a) cimentación	N\$ 397.30 / m3
b) columnas	N\$ 425.67 / m3
c) losas y trabes	N\$ 411.07 / m3

En forma simplista, y dado que la finalidad del presente estudio no es obtener un precio "exacto" se optó por considerar un costo directo promedio de N\$ 2,200 / ton. para las varillas.

Los costos anteriores son costos directos, y para obtener el precio de cada concepto se utilizó un factor de 1.3 para tomar en cuenta los costos indirectos y la utilidad del contratista correspondiente.

B) El precio de acero estructural ya montado y soldado para este tipo de estructura se le consideró un valor de N\$ 7 / kg,

C) El precio de la lámina acanalada tipo ROMSA, para un área como la que se está manejando tiene un precio de N\$ 38.38 / m² más un flete de todo el lote de N\$ 10,800. Adicionalmente, y para conectar la losa a las trabes y armaduras se consideraron tres conectores de 3/4" de diámetro con una longitud de 7.6 cm por metro cuadrado de lámina, los cuales ya instalados tienen un precio de N\$ 8 por cada uno.

D) Para el caso de los elementos prefabricados, el precio está en función de una mayor cantidad de variables, como pueden ser disponibilidad del molde de cada pieza o en su caso el costo de la fabricación del mismo, la ubicación de la planta de prefabricación con respecto a la obra, es decir, el costo de transporte y montaje de las piezas, etc.. Debido a lo anterior y a manera de antepresupuesto, es común en algunas prefabricadoras manejar el precio, en este caso para un edificio de oficinas, por metro cuadrado de losa o por metro cúbico de concreto de cada pieza. Para este estudio, y en función del tipo de piezas que se están manejando, se recomendó considerar un precio por metro cúbico de N\$ 1,800.

Cabe mencionar que todos los costos y precios anteriores son para el área metropolitana de la ciudad de México y para el mes de Junio de 1993.

VII.4 INDICES DE COMPARACION.

Los principales indicadores que se manejan son el volumen de concreto y la cantidad de refuerzo a utilizarse.

Dado que la cimentación en los dos primeros casos está resuelta mediante zapatas corridas y en las tres últimas alternativas se maneja la cimentación mediante zapatas aisladas, sólo se hizo una comparación total en concreto y refuerzo. Para esto, y como las áreas de los edificios son similares, pero no iguales, se consideraron los siguientes índices:

Índice de concreto = Volumen de concreto / Área de entrepiso

Índice de refuerzo = Peso de acero de ref. / Área de entrepiso

Los índices anteriores para cada edificio se muestran en la Fig. 7.1. Donde se puede observar que la alternativa más económica es la del edificio tipo II. Lo anterior se puede manejar mediante una analogía de una "losa equivalente", es decir, para el caso del edificio tipo II se requiere una cimentación con un volumen de concreto equivalente a $0.29 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ del área de un entrepiso tipo, o también como una losa de 29 cm de peralte con un refuerzo de 34.4 kg/m^2 .

Para el caso de las estructuras de los cinco edificios, se utilizaron los mismos índices, sin embargo, y dado que los edificios están estructurados por los mismos elementos, se pudo calcular los índices para cada uno de ellos, es decir: columnas (Fig. 7.2), traves de rigidez (Fig. 7.3), traves portantes (Fig. 7.4) y losas (Fig. 7.5), y finalmente la suma de todos los elementos anteriormente mencionados, como se puede ver en la Fig. 7.6.

Cabe mencionar que los índices mostrados en las Figs. 7.2 a 7.6 son por entrepiso, y que si se quisiera el total, los valores de dichos índices se tendrían que multiplicar por cuatro.

Así mismo, y con los datos de las tablas 7.1 a 7.10 y los precios mencionados en el punto anterior se procedió a obtener los precios aproximados de cada edificio (cimentación y estructura).

Es evidente que existe en el mercado una fluctuación tanto de los precios de adquisición, como la disponibilidad misma de un bien o servicio. puede suceder que ésta se deba a fluctuaciones de las existencias de un material. Así mismo, el precio fluctúa con las variaciones del precio y la demanda. No debe olvidarse la inflación que se tiene en el país, y a pesar de que en los últimos años se ha controlado a un nivel aceptable, no se tiene

una seguridad total de esto a futuro.

De lo expuesto anteriormente, y con los parámetros indicados anteriormente se procedió a calcular los precios aproximados de cimentación, sin embargo, y para fines prácticos, se tomó como base al menor precio al cual se le asignó un valor de 100 unidades para usar como comparación con los otros edificios. El mismo criterio se usó para la estructura como se puede ver en la Fig. 7.7.

Finalmente y para indicar el costo total, tanto de la estructura como de la cimentación, al edificio de menor precio se le asignó un valor de 100 unidades (que en este caso es el edificio tipo II). También se indica de este valor que porcentaje corresponde a la cimentación (19%), y cual a la estructura (79%), como se puede ver en la Fig 7.8.

CUANTIFICACION GENERAL DE CIMENTACION EDIFICIO TIPO I												
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	EXCAVACION (m ³)		PLANTILLA (m ²)		ACERO DE REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
ZAPATA ZC-1	m	85.4	6.3	538.0	2.0	171	193.4	16,516	7.2	615	2.1	179
ZAPATA ZC-2	m	170.8	7.4	1,264	2.5	427	266.7	45,552	7.2	1,230	2.3	393
ZAPATA ZC-3	m	68.3	7.4	505	2.5	171	270.4	18,468	7.2	492	2.3	157
CANDELERO	PZA.	36	—	—	—	—	1,084	39,024	10.6	382	2.2	79
CONTRATRABE CT-1	m	102.5	2.6	267	0.3	31	73	7,483	3.2	328	0.4	41
CONTRATRABE CT-2	m.	85.4	2.6	222	0.3	26	55	4,697	3.2	273	0.4	34
TOTAL				2,796		826		131,740		3,320		883

TABLA 7.1

CUANTIFICACION GENERAL DE CIMENTACION EDIFICIO TIPO II												
ELEMENTO	UNIDAD	CANT.	EXCAVACION (m ³)		PLANTILLA (m ²)		ACERO DE REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
ZAPATA ZC-1	m	89.1	6.3	561	2.0	178	138.0	12,296	4.0	356	1.5	134
ZAPATA ZC-2	m	180.8	7.4	1,338	2.5	452	257.0	45,466	4.0	723	1.9	344
CONTRATRABE CT-1	m	229.2	2.7	619	3.0	69	40.0	3,168	3.2	733	0.5	115
TOTAL				2,518		699		66,930		1,812		593

TABLA 7.2

C U A N T I F I C A C I O N G E N E R A L D E C I M E N T A C I O N E D I F I C I O T I P O I I I

ELEMENTO	UNIDAD	CANT.	EXCAVACION (m ³)		PLANTILLA (m ²)		ACERO DE REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
ZAPATA Z-1	PZA.	4	52.2	210	16.0	64	785.0	3,140	10.2	41	6.4	26
ZAPATA Z-2	PZA.	12	63.2	818	22.1	265	1,223	14,676	10.7	128	10.0	120
ZAPATA Z-3	PZA.	9	91.5	824	31.4	283	1,818	16,362	11.4	103	15.7	141
CONTRATRABE CT-1	EJE	10	58.0	580	11.2	112	5,652	56,520	83.0	830	38.9	389
TOTAL				2,432		724		90,698		1,102		676

T A B L A 7 . 3

CUANTIFICACION GENERAL DE CIMENTACION EDIFICIO TIPO IV

ELEMENTO	UNIDAD	CANT.	EXCAVACION (m ³)		PLANTILLA (m ²)		ACERO DE REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
ZAPATA Z-1	PZA.	4	100.0	400	31.4	126	1,818	7,272	14.0	56	15.8	63
ZAPATA Z-2	PZA.	8	119.2	954	38.4	307	2,204	17,632	18.2	146	23.1	185
ZAPATA Z-3	PZA.	4	132.8	531	43.6	174	2,493	9,972	18.2	73	29.5	118
CONTRATRABE CT-1	EJE	8	76.8	614	27.9	223	7,960	63,680	177	1,416	44.6	357
TOTAL				2,499		830		98,556		1,691		723

TABLA 7.4

CUANTIFICACION GENERAL DE CIMENTACION EDIFICIO TIPO X

ELEMENTO	UNIDAD	CANT.	EXCAVACION (m ³)		PLANTILLA (m ²)		ACERO DE REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
ZAPATA Z-1	PZA	4	77.4	310	23.0	92	1,353	5,428	13.6	54	10.4	42
ZAPATA Z-2	PZA.	8	100	800	31.4	251	1,818	14,544	14.0	112	15.8	126
ZAPATA Z-3	PZA.	4	112.7	451	36.0	144	2,068	8,272	16.4	66	21.7	87
CONTRATRABE CT. I	EJE	8	81.9	655	27.0	216	5,729	45,832	176.5	1,412	43.3	346
TOTAL				2,216		703		74,076		1,644		601

TABLA 7.5

CUANTIFICACION GENERAL DE ESTRUCTURA EDIFICIO TIPO I								
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
TRABE T-1	PZA.	46	390	17,940	—	—	2.2	101
TRABE T-2	PZA.	28	367	10,276	—	—	3.3	92
TRABE T-3	PZA.	30	722	21,660	—	—	1.8	54
TRABE T-4	PZA.	10	305	3,050	—	—	2.2	22
COLUMNA C-1	PZA.	36	894	32,184	—	—	3.3	119
MURO MC-1	PZA.	8	261	2,088	19	152	2.6	21
REFUERZO EN 2 ^a ETAPA DE T-2	PZA.	28	202	5,656	—	—	—	—
REFUERZO EN 2 ^a ETAPA DE T-3	PZA.	30	68	2,040	—	—	—	—
FIRME ESTRUCTURAL	m ²	1971	2.0	3,942	—	—	0.06	118
TOTAL				98,836		152		527

TABLA 7.6

CUANTIFICACION GENERAL DE ESTRUCTURA EDIFICIO TIPO II								
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
TRABE EJES A, F 1, 2, 5 y 6	PZA.	10	2,816	28,160	95.6	956	11.6	116
TRABE EJES 3y4	PZA.	2	2,347	4,694	79.7	159	9.7	19
TRABE T-1	PZA.	94	536	5,038	51.2	481	6.1	57
TRABE T-2	PZA.	4	587	2,340	54.8	219	6.6	26
LOSA	m ²	1976	6.4	12,646	1	1976	0.1	198
COLUMNA C-1	PZA.	36	571.9	20,588	17.6	634	4.0	144
TOTAL				73,466		1		560

TABLA 7.7

CUANTIFICACION GENERAL DE ESTRUCTURA EDIFICIO TIPO III								
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
TRABE TT-1	PZA.	28	375	10,500	—	—	2.4	67
TRABE TT-2	PZA.	32	456	14,592	—	—	3.0	96
TRABE TT-3	PZA.	4	300	1,200	—	—	1.8	7
TRABE TT-4	PZA.	4	365	1,460	—	—	2.2	9
TRABE TR-1	PZA.	21	729	15,309	—	—	2.9	61
TRABE TP-1	PZA.	10	1,347	13,470	—	—	4.3	43
TRABE TP-2	PZA.	11	1,430	15,730	—	—	4.3	47
COLUMNA C-1	PZA.	25	942	23,550	16.6	415	4.0	100
REFUERZO EN 2ª ETAPA TP1yTP-2	PZA.	20	419	8,380	12.1	242	0.8	16
REFUERZO EN 2ª ETAPA DE TR-1	PZA.	20	483	9,660	6.0	120	0.9	18
FIRME ESTRUCTURAL	m ²	243	2.0	4,866	—	—	0.06	129
TOTAL				118,137		777		593

TABLA 7.8

CUANTIFICACION GENERAL DE ESTRUCTURA EDIFICIO TIPO IV								
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	REFUERZO (kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
TRABE TT-1	PZA.	12	327	3,924	—	—	2.9	35
TRABE TT-2	PZA.	34	416	14,144	—	—	3.5	119
TRABE TR-1	PZA.	13	1,418	18,434	—	—	4.7	61
TRABE TP-1	PZA.	13	2,052	26,676	—	—	9.1	118
COLUMNA C-1	PZA	16	1,156	18,496	29.8	381	7.3	117
REFUERZO EN 2 ^a ETAPA DE TP-1	PZA.	13	522	6,786	16.1	209	1.1	14
REFUERZO EN 2 ^a ETAPA DE TR-1	PZA.	13	944	12,272	11.1	144	1.5	20
FIRME ESTRUCTURAL	m ²	2000	2.0	4,000	—	—	0.06	120
TOTAL				104,732		734		604

T A B L A 7.9

CUANTIFICACION GENERAL DE ESTRUCTURA EDIFICIO TIPO V								
ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	REFUERZO ó ACERO ESTRUCTURAL(kg)		CIMBRA (m ²)		CONCRETO (m ³)	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
TRABE T-1	m	1854	218	40,417	—	—	—	—
TRABE T-2	m	92.7	248	22,990	—	—	—	—
TRABE T-3	m	92.7	278	25,771	—	—	—	—
ARMADURA A-1	PZA.	40	1,333	53,320	—	—	—	—
COLUMNA C-1	PZA.	16	901	14,416	23.8	381	7.3	117
LOSA	m ²	1976	2	3,952	—	—	0.09	17.8
TOTAL				160,866		381		295

TABLA 7.10

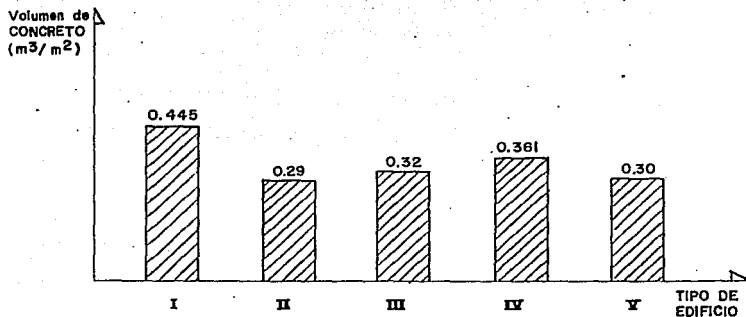
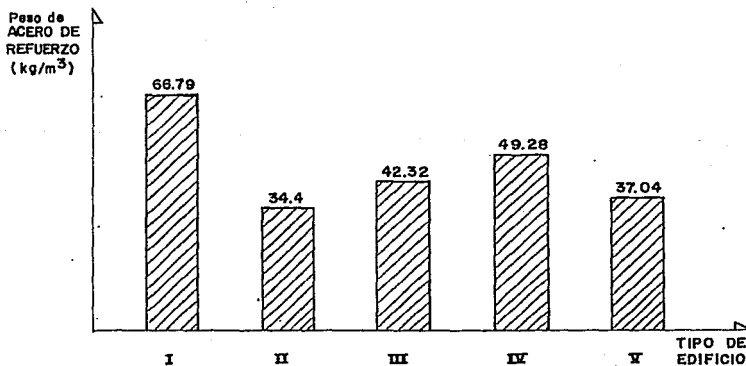
CONCRETOREFUERZOINDICES EN CIMENTACION

FIGURA 7.1

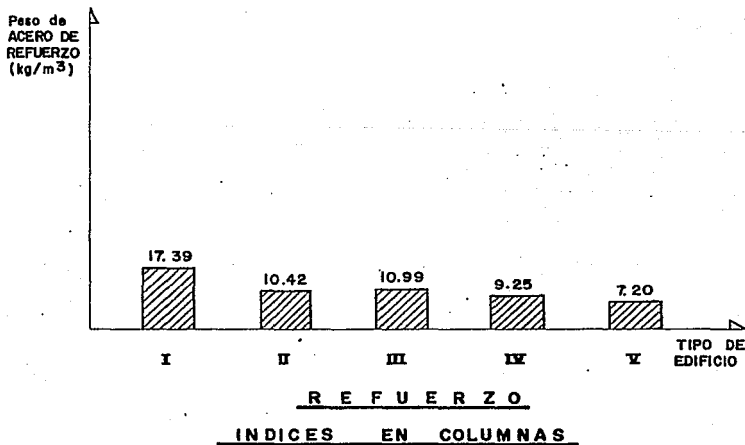
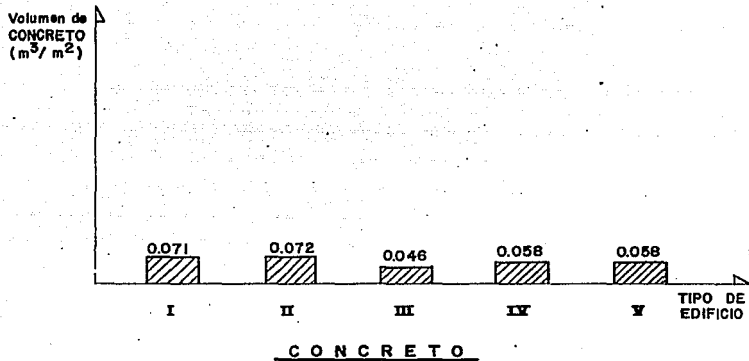


FIGURA 7.2

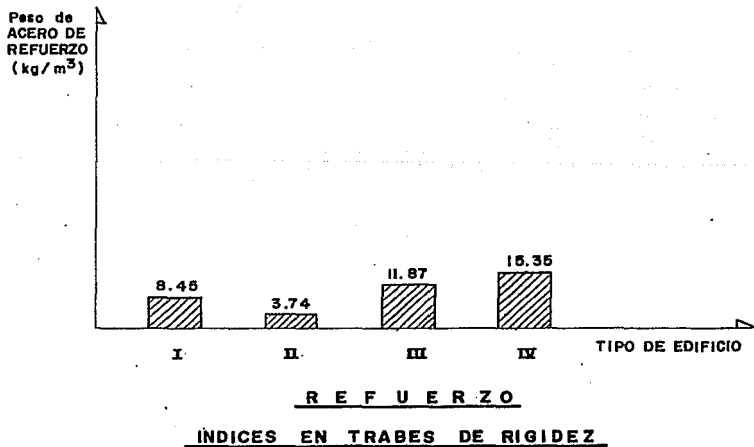
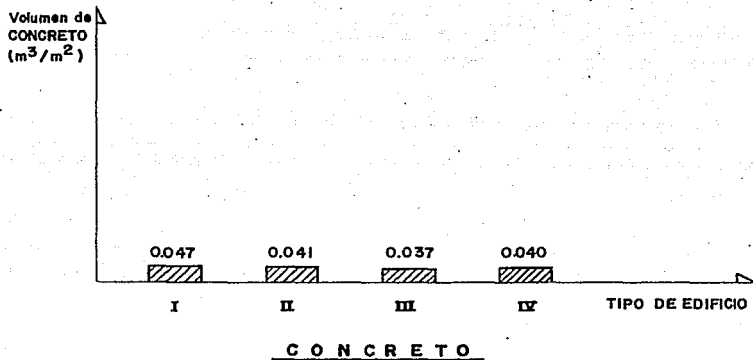


FIGURA 7.3

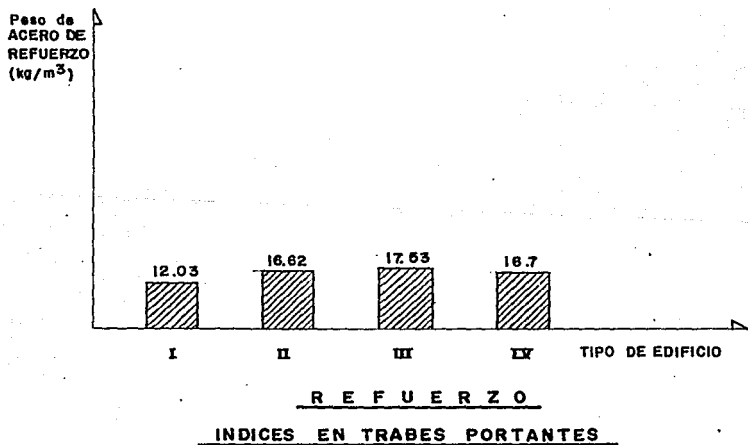
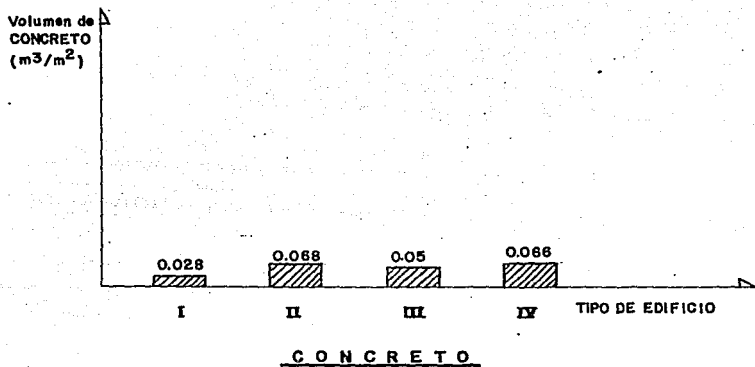


FIGURA 7.4

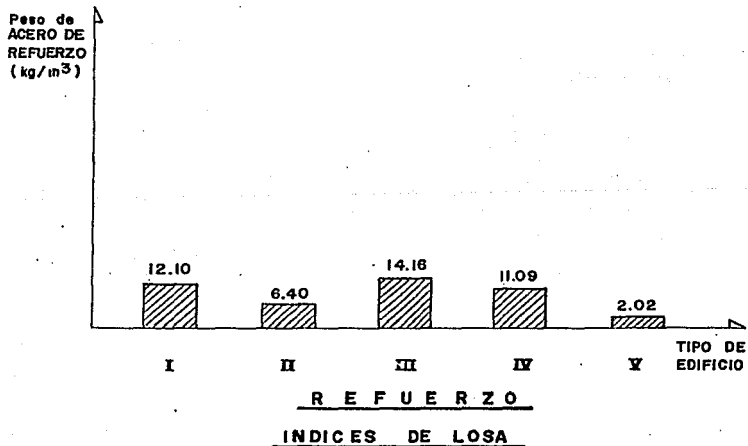
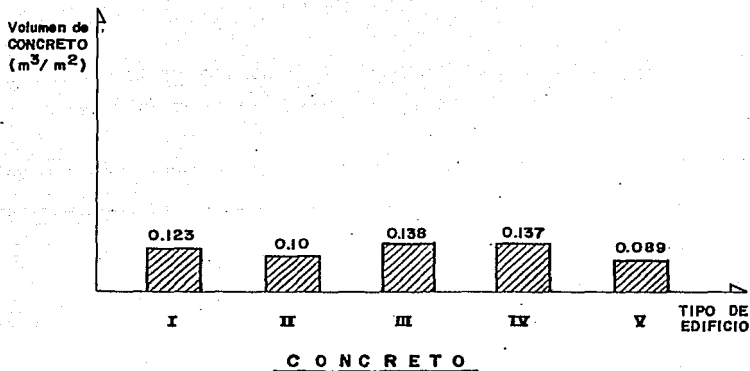
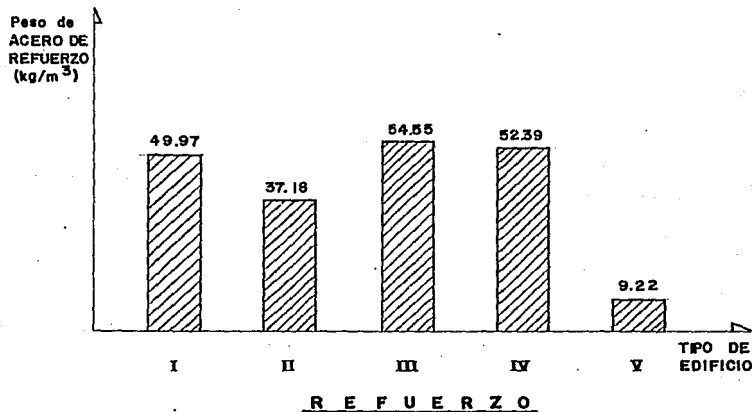
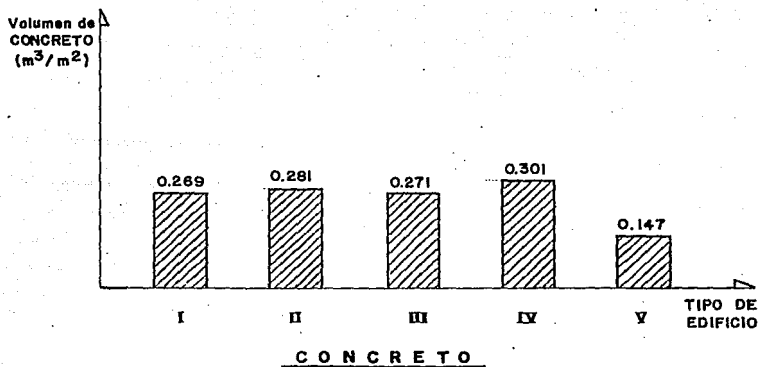
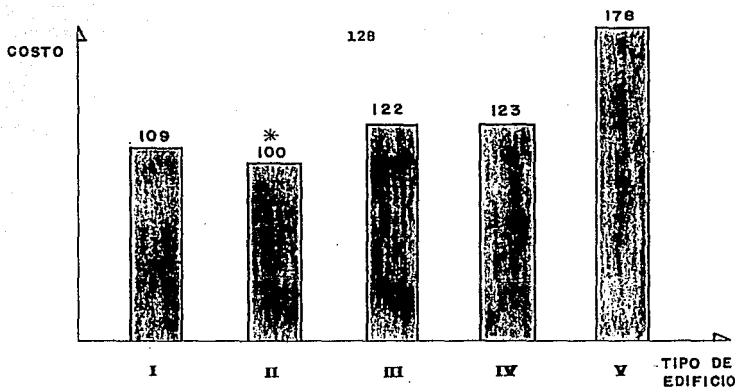


FIGURA 7.5

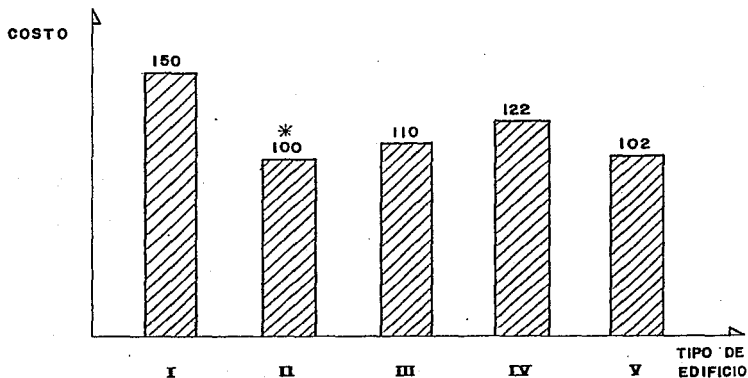


INDICES TOTALES POR ENTREPISO

FIGURA 7.6



ESTRUCTURA (POR CADA ENTREPISO)



CIMENTACION

C O S T O S

FIGURA 7.7

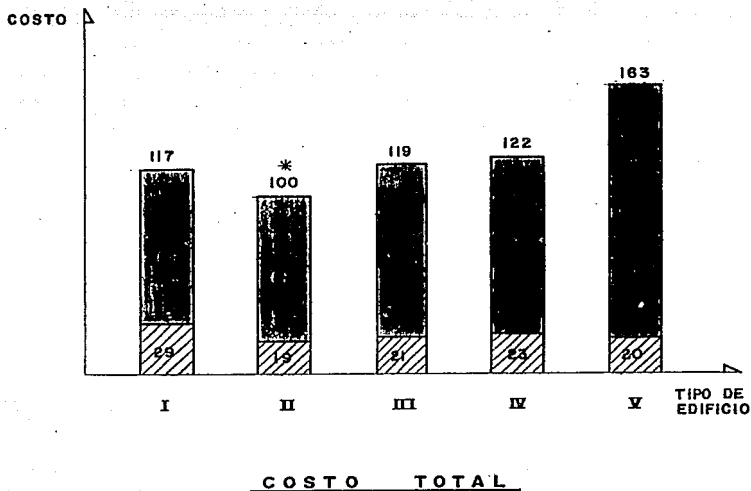


FIGURA 7.8

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

- Las siguientes conclusiones se basan en aspectos de tipo estructural y costos directos de la estructura, aspectos de tipo arquitectónico y de instalaciones, así como de tiempo de ejecución de obra se encuentran fuera del alcance de este trabajo.

- Para la valoración completa de un proyecto específico, se deberá tomar en consideración las variables no contempladas en este estudio, y que pueden llevarnos a elecciones diferentes a las que indique el menor costo de la estructura, toda vez que, hay que considerar que generalmente esta no representa más de un 35 % del costo total de edificio.

- Condición de suma importancia a considerar es el tiempo, toda vez que el uso de prefabricados disminuye en un 25 % aproximadamente la puesta en operación del inmueble; con lo cual el costo financiero de la inversión muy probablemente supera el "ahorro" que se tenga al elegir entre el colado en sitio contra el prefabricado.

- Es importante recalcar que si se comparan los precios totales entre las estructuras prefabricadas (edificios tipos I, III y IV) encontraremos que a pesar de que debido a tener mayores claros, se incrementan los costos, estas diferencias no son significativas, pues entre claros de 10.98 vs. 13.42 m la diferencia es de tan solo 2 %, y entre éstos y un claro menor como es el de 8.54 m, la diferencia es de tan solo 4 %; lo cual comparando el veneficio de tipo arquitectónico de tener una planta más limpia de columnas, puede resultar más atractivo.

- El edificio de tipo V, el cual contiene elementos de tipo metálico resulta el más caro, sin embargo aquí debemos considerar de que el fácil acceso a elementos de acero como puede ser el caso de Monterrey, lleva aunado una disminución de los coeficientes sísmicos, con la consecuente economía en la estructura, por lo cual no se debe descartar del todo la posible utilización de este sistema.

- La elección de los sistemas de entrepiso se realizó de acuerdo a la experiencia, y de una manera coherente al sistema de estructura propuesto, es decir, para traveses de concreto prefabricados se emplearon elementos de TT y T de concreto presforzado, para las traveses coladas en sitio, se propusieron losas macizas las cuales se colaron monolíticamente con sus apoyos y para traveses de acero se usó una lámina del mismo material, la cual recibe un firme de concreto. Es factible la utilización de mezclas entre estos sistemas, más sin embargo desde un punto de vista práctico, no es recomendable. toda vez que una exagerada mezcla de contratistas en la estructura en una obra puede dar por resultado complicaciones en tiempos de entrega control de calidad y coordinación entre los diferentes grupos de trabajo.

- En la comparativa entre el edificio tipo I y II, se aprecia que aunque la diferencia en la estructura es de solo el 9 %, esta diferencia se ve remarcada al tomar en cuenta la cimentación al 17 %. Esta situación se debe básicamente al empleo de elementos adicionales en el caso I, que consiste en la utilización de candeleros para recibir a las columnas prefabricadas. Sin embargo, el empleo de claros mayores no incrementa esta diferencia en forma significativa.