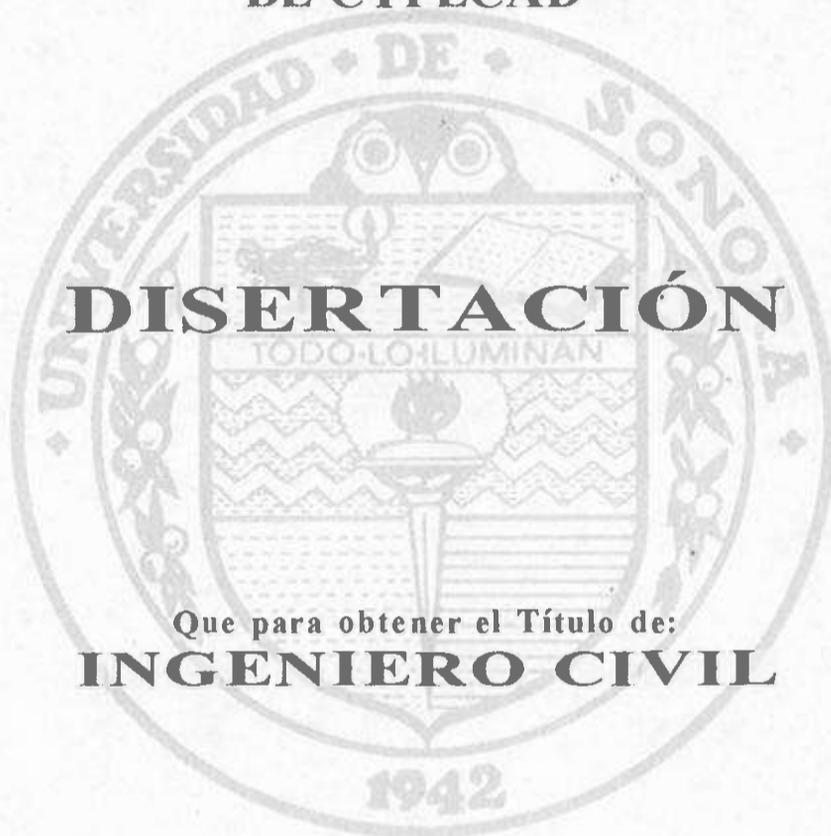


UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y MINAS

**“DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA POR MEDIO
DE CYPECAD”**



DISERTACIÓN

Que para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL

PRESENTAN:
ALEJANDRA CHAN NORIEGA
JOSÉ DE JESÚS HERNÁNDEZ FREGOSO

Hermosillo, Sonora.

Febrero del 2002.

Biblioteca Central Universitaria



Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

INDICE

I.- INTRODUCCIÓN.....	1
I.1 Generalidades.....	1
I.2 Objetivo Particular.....	1
I.3 Metodología.....	2
II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
II.1 Introducción.....	3
II.2 Características Generales del Proyecto.....	4
II.3 Metodología para el Diseño.....	6
III.- DESARROLLO DEL PROYECTO.....	10
III.1 Introducción de Datos.....	10
III.2 Cálculo del Proyecto (sin dimensionar cimentación).....	16
III.3 Cálculo del Proyecto (incluyendo cimentación).....	16
III.4 Errores de Cálculo.....	19
III.5 Conclusiones.....	20
IV.- RESULTADOS.....	22
IV.1 Vista del Edificio en Tres Dimensiones.....	22
IV.2 Vigas de Cimentación.....	23
IV.3 Columnas.....	25
IV.4 Vigas de Entrepiso.....	26

IV.5 Vigas de Azotea.....	28
IV.6 Losa de Entrepiso y Losa de Azotea.....	30
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
BIBLIOGRAFIA.....	33
ANEXOS	

Capítulo I INTRODUCCIÓN

I.1.- Generalidades.

El presente documento muestra el cálculo de un edificio de dos niveles, formado por columnas de concreto, losa maciza y cimentación a base de zapatas corridas.

La estructura en estudio, se diseña conforme a las normas y reglamentos de construcción. Tomando en cuenta para el cálculo cargas gravitacionales, como son: cargas vivas, cargas permanentes y cargas accidentales de viento y sismo, considerando todos los factores de la zona geográfica, en que se ubica el proyecto siendo en este caso, la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Para realizar este trabajo se requiere de un programa de cómputo denominado "CYPECAD", el cual permite un diseño estructural confiable, ya que se adapta a las normas y reglamentos vigentes de varios países, incluyendo las utilizadas en el nuestro. El sistema que utiliza, nos permite realizar el cálculo en menos tiempo y por consiguiente reducir costos, teniendo la opción de obtener varios resultados y elegir el más adecuado al proyecto y a la economía del cliente.

I.2.- Objetivo Particular.

El presente trabajo tiene como objetivo calcular con la ayuda de "CYPECAD", los elementos estructurales de un edificio de dos niveles. El edificio se forma por seis aulas didácticas y un taller de electricidad. Se aplican las bondades del software en el diseño, cumpliendo con las normas vigentes, y obteniendo los planos de construcción necesarios, donde se encuentran las especificaciones y características del proyecto.

En la actualidad los programas de cómputo aplicados a la Ingeniería Civil, o a las diferentes áreas de construcción han venido a facilitar y a permitir diseños más confiables y de mayor calidad, además de cumplir con la demanda de la sociedad actual, la cual crece día con día. Por lo que con este programa se pretende conocer las herramientas necesarias para diseñar edificaciones con diversos tipos de materiales y dimensiones que nos sean de gran utilidad en el futuro y principalmente diseñar la estructura propuesta de manera satisfactoria.

1.3.- Metodología.

El presente trabajo se concibe con la realización de cinco capítulos. En el capítulo II se definen claramente las características y especificaciones que influyen en el cálculo, como son: tipo de estructura, dimensiones propuestas de prediseño, características de los materiales, cargas gravitacionales y accidentales, así como los requerimientos necesarios y la secuencia de conversión de datos, además de la metodología que se usará para dicha introducción.

En el capítulo III, se describe de una forma mas detallada, la introducción de datos al programa, para posteriormente hacer el cálculo de la estructura y proceder a corregir los errores que se obtuvieron durante el prediseño. Este ajuste al diseño se lleva a cabo hasta lograr que todos los elementos cumplan satisfactoriamente.

En el capítulo IV, se observan los resultados obtenidos en el programa.

Para finalizar en el capítulo V se dan las conclusiones y recomendaciones referentes al programa y al trabajo, ubicando al final del mismo (en los anexos), todos los documentos, tablas, etc, que fueron utilizados para la realización del proyecto, así mismo se podrán encontrar los planos y memorias resultantes del proceso del diseño estructural mediante "CYPECAD".

Capítulo II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1.- Introducción.

Para el diseño de una estructura, es necesario conocer a detalle, todos los elementos que influyen en el cálculo, como son: necesidades del cliente, condiciones físicas del edificio, tipo de material a utilizar, ubicación de la obra, tipo de terreno, limitaciones por detalles arquitectónicos, influencia del medio ambiente en el diseño del edificio, etc. Con estos datos se establece la estructuración del proyecto y los factores que influirán para su diseño, los cuales proporcionan los datos necesarios para introducirlos al programa "CYPECAD".

"CYPECAD", diseña estructuras de concreto armado, facilita el trabajo de cálculo y cumple con las normas y reglamentos vigentes en México y en varios países. Además, permite visualizar en planta y en tres dimensiones, logrando observar la estructura desde cualquier ángulo, con secciones reales y elementos macizos. También, proporciona numerosas opciones de cálculo, con textos explicativos en pantallas, personalizando el cálculo y armado de la estructura, según sean los requerimientos.

En este capítulo se describen los elementos que integran el proyecto, como son: características de los materiales, condiciones de carga tanto gravitacional como accidental, predimensionamiento de los elementos, etc, así como la forma de introducir los datos al programa y consideraciones necesarias.

II.2.- Características Generales del Proyecto.

El proyecto es un edificio de dos niveles, conformado por seis aulas didácticas y un taller de electricidad. En la planta baja se encuentran dos aulas y el taller de electricidad y en la planta alta se destina para alojar las cuatro aulas restantes. El edificio ocupa un espacio de 8 x 30 mts (Ver Fig. II.1, II.2 y II.3), para un total de 480 m² de construcción.

Los principales elementos que conforman la estructura son:

- Columnas y traveses de concreto reforzado $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ cuya función es transmitir carga hacia la cimentación.
 - En azotea losa maciza hecha de concreto reforzado $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ con un peralte de 10 cm la cual se cubrirá con una capa de mortero cal-arena 1:4 de 4 cm de espesor para dar 2% de pendiente, una capa de impermeabilizante y aplanado interior a base de yeso de 1.5 cm de espesor.
 - En entrepiso losa maciza hecha de concreto reforzado $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ con un peralte de 10 cm el cual se cubre con una capa de mortero cem-arena de 2 cm de espesor para nivelación, un aplanado de 1.5 cm de espesor para la colocación del mosaico de pasta de 1 cm de espesor, y un recubrimiento inferior a base de yeso de 1.5 cm de espesor.
 - La cimentación será a base de zapatas corridas soportadas por un suelo al que se le ha estimado una capacidad de carga de 12 ton/m^2 y un módulo de reacción del suelo de 10000 ton/m^3 .
 - Los andadores también serán de concreto reforzado con $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ con acabado pulido.
 - Los muros divisorios serán de ladrillo y no se contemplan como elementos de carga, la ventanearla de aluminio y las puertas de panel.
-

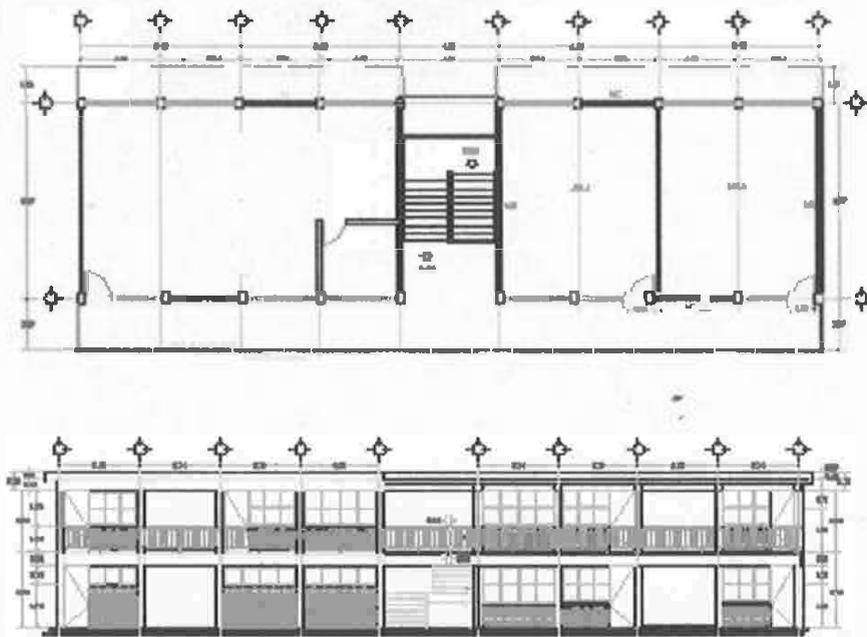


Fig. II.1.- Planta Baja y Fachada Norte

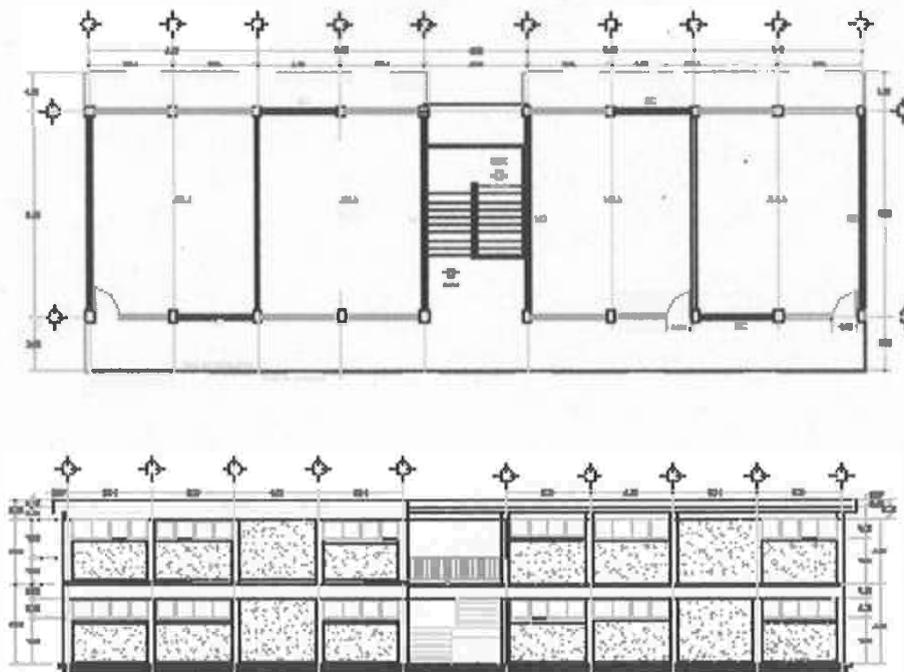


Fig. II.2.- Planta Alta y Fachada

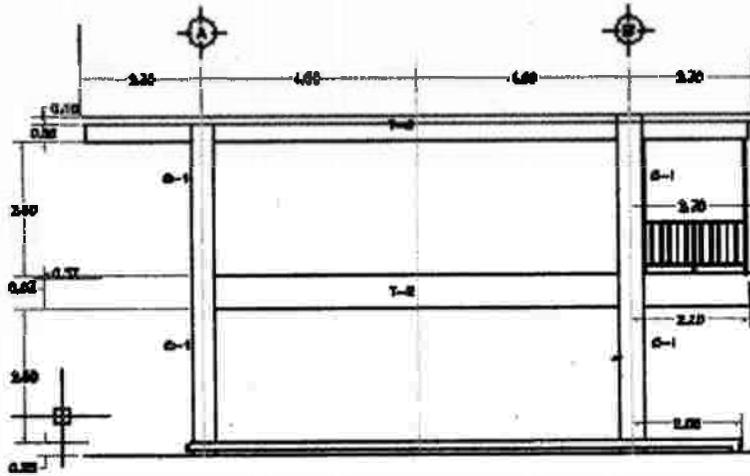


Fig. III.3.- Fachada de Muro Cabecero

II.3.- Metodología para el Diseño.

Para iniciar correctamente con la introducción de datos en el desarrollo del proyecto, se hace un análisis detallado de las cotas y niveles, así como la distribución de columnas, muros y trabes, dentro de la planta arquitectónica, esto es a partir de la figura II.1 a la II.3 tal y como se recomienda en [1].

En seguida se propone un prediseño de los elementos estructurales comentados en la sección II.1, así como el análisis de carga el cual a continuación se detalla (Ver Tabla II.1 y II.2).



LOSA DE AZOTEA :			
MATERIAL	ESPESOR (m)	PV (ton/m³)	CARGA (ton/m²)
Aislamiento Térmico	0.01	0.02	0.02
Mortero cal-arena	0.04	1.8	0.072
Mortero Adicional	0.01	0.02	0.02
Impermeabilizante	0.01	0.02	0.02
Total de Carga Muerta= 0.013 t/m²			

Tabla II.1.- Análisis de Carga en Losa de Azotea.

Del reglamento de construcción se obtuvo que la carga viva para losa de azotea con pendiente no mayor de 5%, es igual a 100 kg/m².

LOSA DE ENTREPISO:			
MATERIAL	Espesor (m)	PV (t/m³)	Carga (t/m²)
Instalaciones especiales	0.01	0.02	0.02
Mortero cem-arena	0.02	2.1	0.042
Mortero adicional	0.01	0.02	0.02
Mosaico de pasta	0.01	3.5	0.035
Aplanado	0.015	1.15	0.0225
Total de Carga Muerta = 0.014 t/m²			

Tabla II.2.- Análisis de Carga en Losa de Entrepiso.

Es importante señalar que este es un análisis de carga que no contempla el peso propio de los elementos estructurales. Ahora bien, en lo que corresponde al análisis de carga no permanente se obtuvo que del reglamento de construcción la carga viva para losa de entrepiso, es igual a 300 kg/m^2 [2].

En lo que respecta al análisis de carga accidental como son las referentes a viento y sismo, se basó en el reglamento de construcción [2], además con el conocimiento de la ubicación geográfica del proyecto se estima que el edificio se ubica dentro de la zona "B" (Art. 224) (Ver Fig. II.4). Se clasifica dentro del grupo "A" debido a la falla estructural del edificio, la cual, en situación de colapso causaría la muerte de un gran número de vidas, además que este tipo de edificios son utilizados como albergues en caso de desastres naturales (Art. 221). Se clasifican como tipo "I" por la estructuración del terreno (Art. 222) y como tipo "II", considerando las características de esta región que comprende arenas cimentadas o limos de alta compacidad (Art. 223). Con estos elementos llegamos a la conclusión que el coeficiente sísmico es $C = 0.26$ [3].

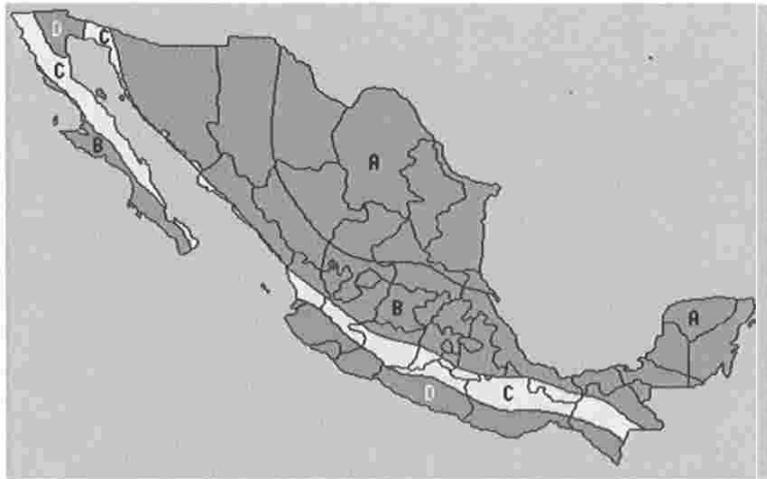


Fig. II.4.- Regionalización de Actividad Sísmica en la República Mexicana.

Diseño de una Estructura por medio de "CYPECAD"

En la figura II.5 se observa la nomenclatura de las columnas, así como, el grupo inicial y el grupo final donde se ubican.

C2 G11 GF2	C3 G11 GF2	C4 G11 GF2	C5 G11 GF2	C6 G11 GF2	C7 G11 GF2	C8 G11 GF2	C9 G11 GF2	C10 G11 GF2	C11 G11 GF2
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
C1 G11 GF2	C20 G11 GF2	C19 G11 GF2	C18 G11 GF2	C17 G11 GF2	C16 G11 GF2	G15 G11 GF2	C14 G11 GF2	C13 G11 GF2	C12 G11 GF2
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Fig. II.5.- Localización de Columnas.

Capítulo III DESARROLLO DEL PROYECTO

III.1.- Introducción de Datos.

Para iniciar la introducción de datos de la estructura en "CYPECAD", recaba la información obtenida en el capítulo II. Primeramente se inicia con la clave y descripción de la estructura. La clave es el nombre de la obra, mientras que la descripción es la característica particular (Ver Fig. III.1).

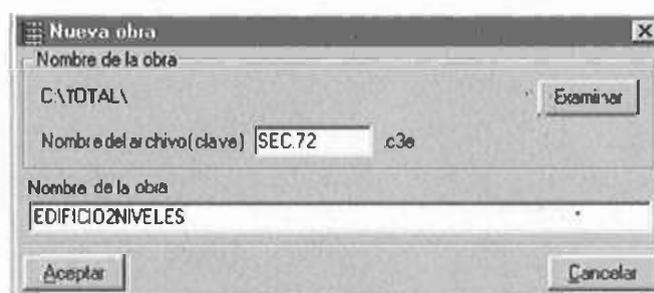


Fig. III.1.- Ventana de Entrada de Datos de Obra.

Enseguida aparece la ventana de datos generales, donde se indican las normas, resistencia del concreto en losa, columnas, vigas y muros, además del tipo de acero de refuerzo en la estructura.

Con respecto a los efectos de viento y sismo, no se toman en cuenta ya que se recomienda hacer una primera corrida, utilizando sólo cargas gravitacionales hasta obtener una primera propuesta. Una vez aceptada se procede a regresar para introducir los efectos accidentales y revisar ese primer diseño logrado. El resto de los datos que aparecen en esta pantalla se toman de los valores que da por "default" el programa (Ver Fig. III.2).

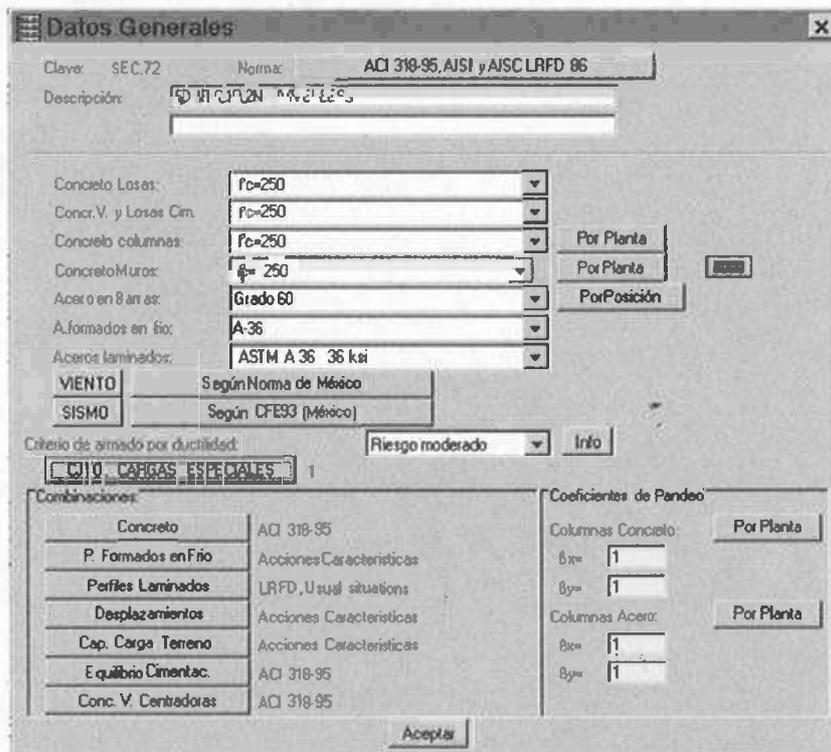


Fig. III.2.- Ventana de Captura de Datos Generales.

Una vez capturados los datos generales, se procede a definir las plantas, para ello en la opción **Introducción** del menú principal, se selecciona **Plantas/Grupos**, aquí se pulsa **Nuevas Plantas**, y se indica si estas son súeltas o agrupadas, para este proyecto se seleccionan **Plantas Sueltas**. Después se especifica el número de plantas, la altura de éstas así como las cargas vivas y muertas a las que serán sometidas cada una de ellas.

Es importante destacar que no se considera el peso propio de los elementos estructurales ya que el programa lo calcula internamente en forma automática (Ver Fig. III.3).

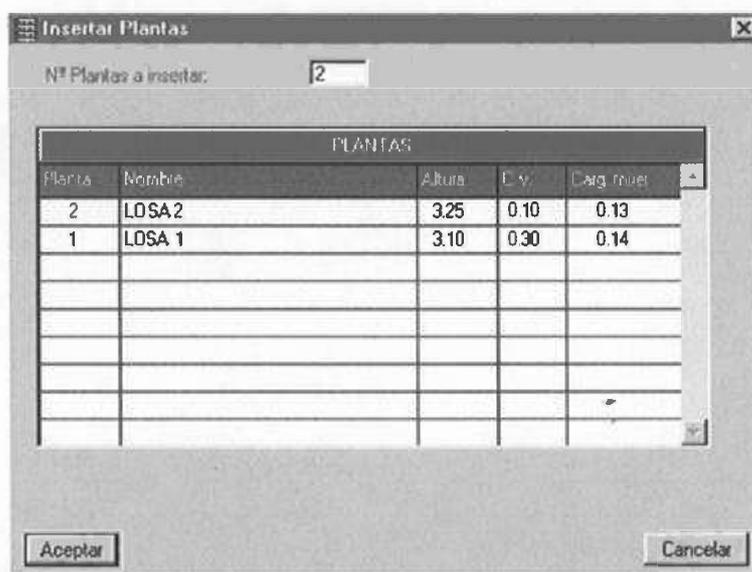


Fig. III.3.- Introducción de Plantas, Carga viva y Muerta Adicional.

La siguiente tarea es introducir la geometría del edificio, para ello se inicia con la captura de las columnas. Es requisito marcar en la parte inferior de la pantalla "CYPECAD" la pestaña de columnas. Del menú principal **Columnas** se selecciona **Introducción**, eligiendo el tipo de columnas y las dimensiones de éstas, indicando el grupo inicial y final donde termina su extremo superior. Además es importante definir si son con vinculación exterior o sin vinculación exterior, en este caso se selecciona con vinculación exterior, ya que el extremo inferior de la columna se encuentra vinculado a la cimentación que impide sus movimientos [4]. También se piden los coeficientes de pandeo y empotramiento, los cuales no se modificaron ya que se utilizan los que trae el programa por "default" (Ver Fig. III.4).

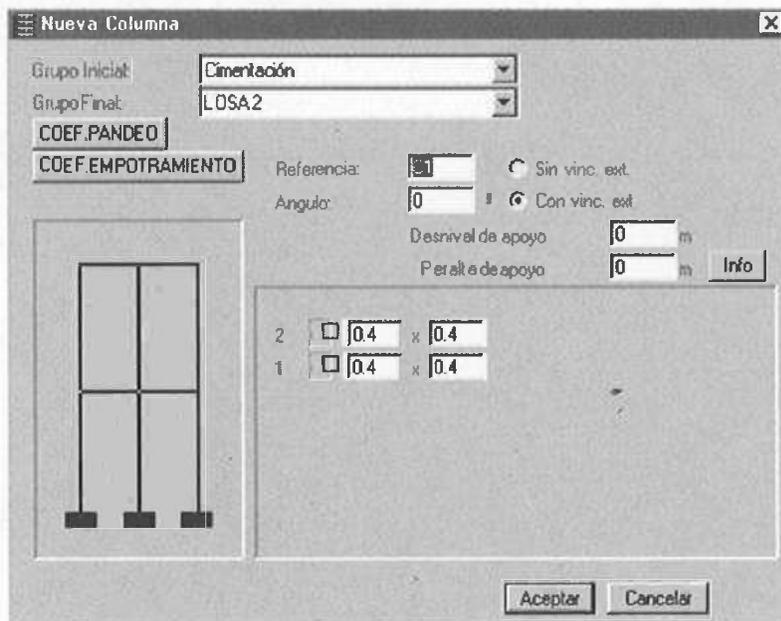


Fig. III.4.- Entrada de Columnas.

Ya que se tiene la información de las columnas, se procede a dibujarlas en la pantalla, con referencia a la figura II.5 y dando como resultado lo ilustrado en la figura III.5.

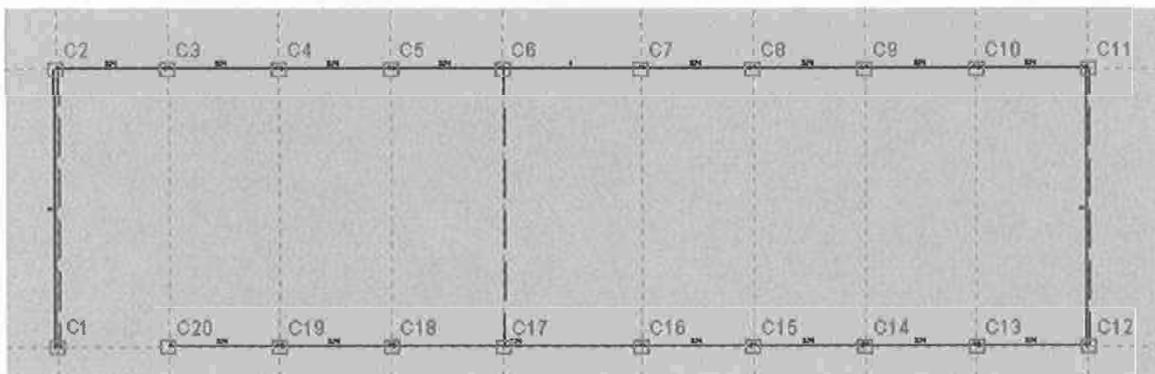


Fig. III.5.- Planta de Localización de Columnas.

Así mismo se delimita el área de los volados y corredores mediante desplantes. Una vez que se tiene terminada la localización de todas las columnas se introducen las vigas en la pestaña **Entrada de Vigas**, en donde en el menú **Vigas/Muros**, se selecciona **Entrar Viga**, escogiendo el tipo de viga y las dimensiones con las que se inicia el cálculo, es importante seleccionar previamente la planta en que se alojarán las vigas correspondientes. En este caso se inicia el prediseño usando vigas rectangulares descolgadas, de 25 x 55 cm (Ver Fig. III.6).

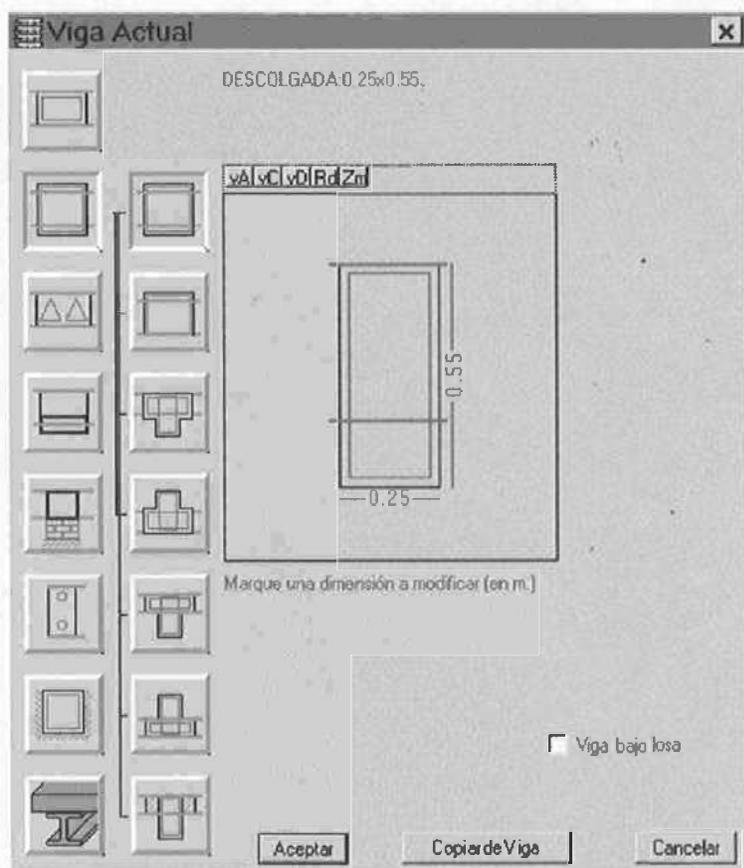


Fig. III.6.- Entrada de Vigas.

Este procedimiento se repite consecutivamente en todas las plantas. Una vez introducidas todas las vigas se eliminan los desplantes, antes marcados, ya que si

estos se dejan a la hora de correr el programa se marcarán errores en la geometría de los grupos.

Ahora bien, en el menú **Paños** se entra a **Gestión Losas**, donde se selecciona el tipo de losa y espesor a utilizar en el cálculo. El tipo de losa que se utiliza en este prediseño es una losa maciza de 10 cm de espesor con una resistencia a la compresión de 250 kg/cm² (Ver Fig. III.7).

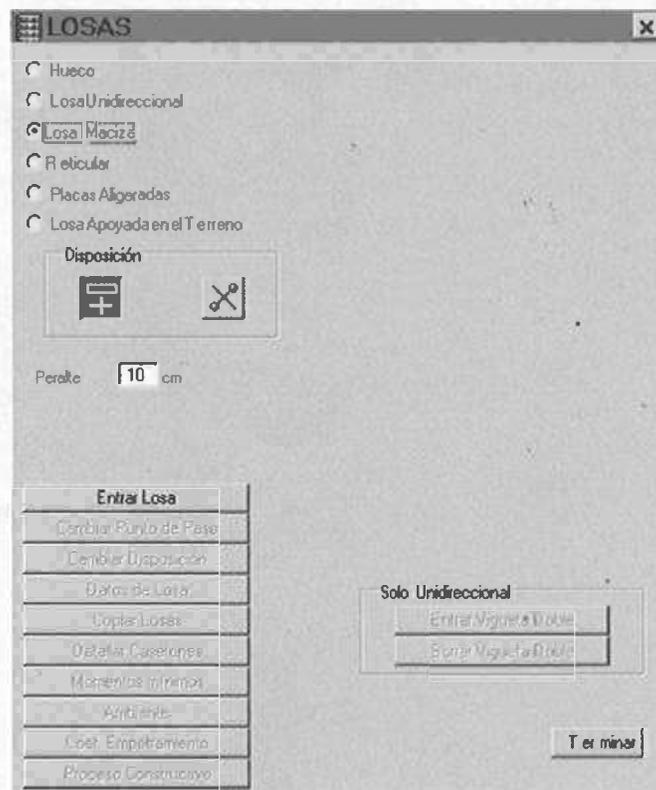


Fig. III.7.- Entrada de Losa.

Una vez definido el tipo de losa a utilizar, se selecciona **Entrar Losa** en esta misma pantalla y se procede a insertarlas en los lugares ya determinados. En este caso en particular se tiene el hueco de escalera, el cual se introduce de la misma manera que la losa solo que en este caso se selecciona **Hueco** y **Entrar Losa**.

Ya introducidos todos los datos se pasa al menú que se encuentra al lado izquierdo de la pantalla y se pulsa vista **3D del Edificio**, para verlo de una manera tridimensional y dar una idea de cómo quedo físicamente (Ver Fig. III.8).

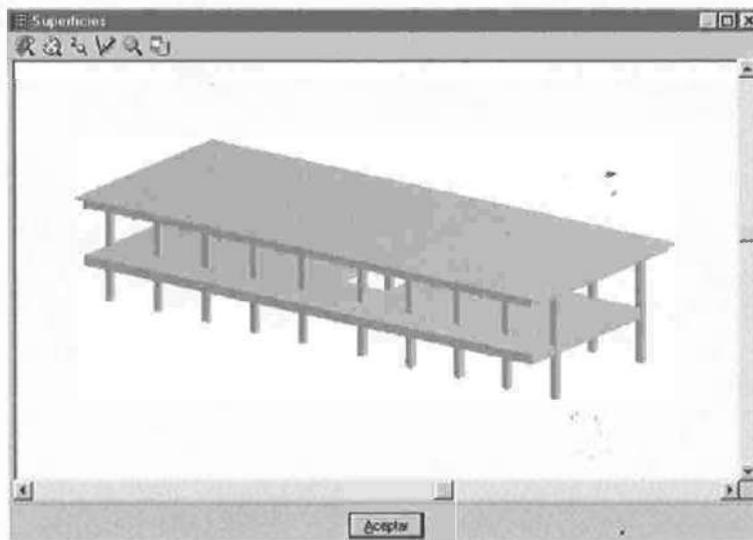


Fig. III.8.- Vista 3D del Edificio.

III.2.- Cálculo del Proyecto (sin dimensionar cimentación).

Después de terminar con la introducción de elementos estructurales necesarios para este primer cálculo, se pasa a comprobar la geometría del edificio en el menú **Calcular**, para verificar que no existan errores en la introducción de elementos estructurales. Una vez terminado este procedimiento se procede a calcular la obra sin dimensionar cimentación, posteriormente se verifica que los elementos cumplan estructuralmente. En esta primera etapa, el programa no arrojó ningún tipo de error.

III.3.- Cálculo del Proyecto (incluyendo cimentación).

Para la segunda etapa del proyecto se introducen las cargas horizontales (viento y sismo), regresando al menú de **Datos Generales**.

En la sección de viento, es necesario establecer el número de plantas en donde actúa, así como el coeficiente de carga, el ancho de banda; que viene siendo las longitudes de las fachadas expuestas en dirección perpendicular a la acción del viento, la presión básica de diseño seleccionada en este caso de 35 kg/m^2 , ya que se clasifica dentro del grupo "A". También se selecciona la zona "B" que corresponde a la zona típica y suburbana, rodeada predominantemente de construcciones medianas y baja altura. El factor de presión se toma de 1.3 por tratarse de una construcción cerrada, así como el factor de ráfaga se considera igual a 1 por "default" y no se consideran efectos de segundo orden debido a que no es una estructura muy esbelta (Ver Fig. III.9).

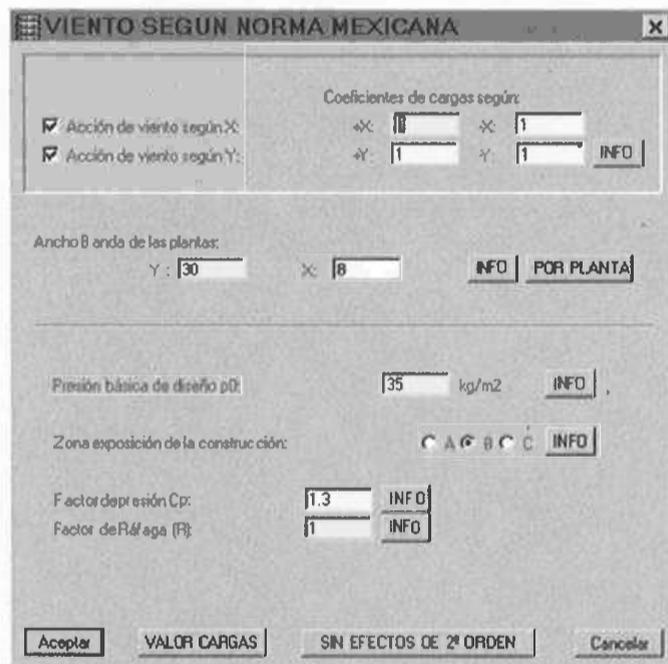


Fig. III.9.- Viento Según Norma Mexicana.

Para el cálculo de sismo se introduce la zona sísmica, clasificación de construcción según su destino, y tipo de suelo, además del número de modos de vibración que intervienen en el análisis de comportamiento sísmico, sin considerar efectos de segundo orden (Ver Fig. III.10).

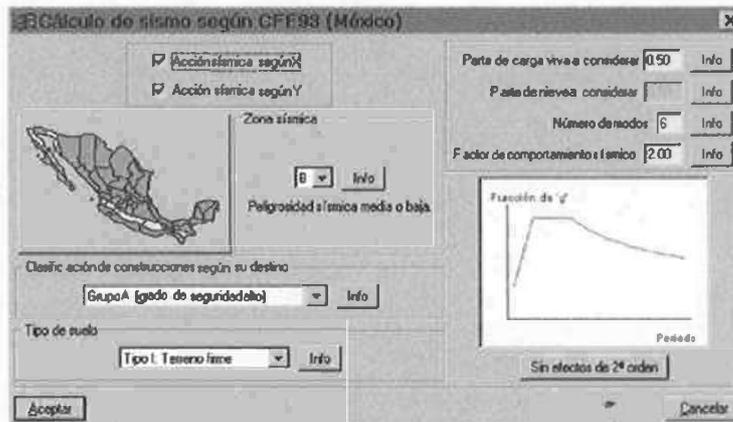


Fig. III.10.- Valores de Sismo Según CFE.

Recabados los datos de viento y sismo, se pasa a **Entrar Viga** y se selecciona el tipo de viga y las dimensiones para la cimentación, introduciendo la capacidad de carga del terreno y el módulo de reacción del suelo para el proyecto (Ver Fig. III.11).

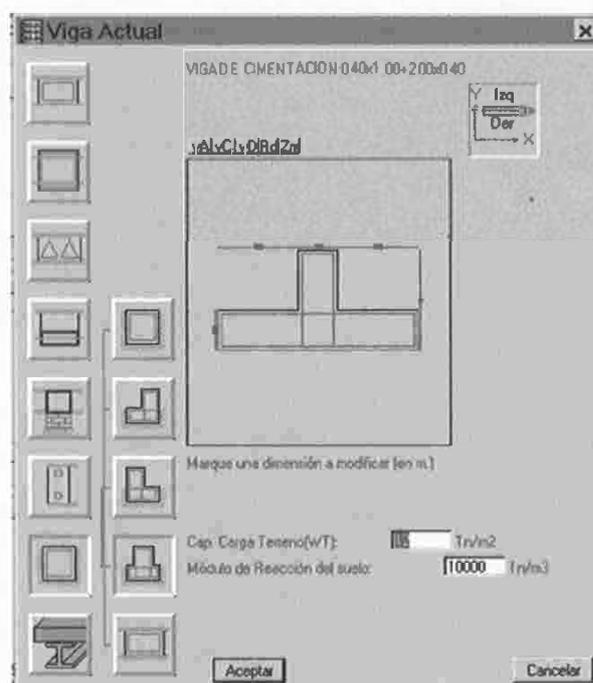


Fig. III.11.- Vigas de Cimentación.

Una vez finalizada la introducción de datos necesarios para la segunda corrida, se vuelve a comprobar la geometría de todos los grupos y se calcula la obra (dimensionando cimentación).

III.4.- Errores de Cálculo.

El programa arrojó los siguientes errores de cálculo en cimentación. Marcando compresión oblicua: Torsión en las vigas 1-9 y 12-19, esto significa que el valor del momento torsor supera al torsor de agotamiento por compresión oblicua del concreto, por lo que se considera que la sección es insuficiente y se procede a aumentar las dimensiones de la viga [1]. Posteriormente se calculó de nuevo la estructura y ya no marcó errores.

Ya terminado el cálculo se pasa a **Resultados** en el menú inferior de la pantalla, donde se observa que marca diversos colores en las vigas en donde:

- El negro significa que la estructura pasa sin problema alguno.
- El amarillo indica que no es necesario modificar.
- El rojo indica que el programa propone hacer la corrección.

Los errores que el programa marco en las vigas de entrepiso fueron los siguientes: Armado superior colaborante, armado negativo en más de una capa y estribos fuera de tabla.

- **Armado Superior Colaborante**, significa que el armado tiene capacidad mecánica superior a la geometría mínima de la viga, esto no es un error grave pero el programa propone aumentar el peralte o ancho de la viga [1].
- **Armado Negativo en más de una Capa**, significa que el programa resolvió el armado colocando parte de este en una segunda capa, pero como se refiere a que hay una reducción en el brazo mecánico, se recomienda aumentar el ancho de la viga para que la disminución del brazo no sea mayor a un 10% [1].

- **Estribos Fuera de Tabla**, no es un error, sino que el programa busca una solución a este problema que consiste en calcular y colocar un armado especial, para estas vigas, diferente al definido en las tablas de armado del programa, por lo que se recomienda aumentar el ancho de la viga o modificar las tablas de armado del programa [1].

La solución que se dio a estos errores fueron las siguientes:

- En el caso de las trabes longitudinales de entrepiso, se optó por cambiar el ancho de la viga, pero aún así siguieron apareciendo estos errores, ya que la cuantía de acero en la parte superior era excesiva, con respecto al ancho de la viga, así se que decidió usar vigas "T", para que se distribuyera el acero en la parte superior, y en efecto se solucionó el problema de **Armado Superior Colaborante**.
- Para el caso de las vigas transversales se modificó tanto el ancho como el peralte, intentando también introducirlas como vigas "T", pero aparecieron más errores de armado, por lo que se decidió dejarlas como vigas rectangulares, sólo modificando el ancho y el peralte, hasta lograr tener los menos errores posibles.
- Con lo que respecta a las vigas de azotea se aumentó el ancho y el peralte para eliminar el **Armado Negativo en más de una Capa**, quedando sólo estribos fuera de tabla, el cual no se considera error, ya que sólo fue un armado especial.

III.5.- Conclusiones.

A lo largo de este proceso se observó, como de una manera rápida y confiable se puede diseñar la estructura de un edificio de dos niveles con la ayuda de "CYPECAD", con un análisis completo tomando en cuenta todos los factores que actúan en una estructura y además en tres dimensiones, esto en poco tiempo y sin la

necesidad de hacer numerosos cálculos y así poder llegar a un resultado confiable y seguro.

De igual manera se pudo observar la diversidad de resultados y fallas debido a las modificaciones que se le pueden hacer al proyecto, evitándose además largas jornadas de cálculo y disminuyendo los costos de diseño.

Capítulo IV RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos en el diseño, como son los planos definitivos, una vista del edificio en tercera dimensión, el armado y dimensionamiento de vigas de cimentación, columnas, trabes, losas y detalles estructurales.

A continuación se muestran los resultados de una manera más detallada.

IV.1.- Vista del Edificio en Tres Dimensiones.

"CYPECAD" da la opción de ver el edificio en tres dimensiones, ya sea por grupo o el edificio completo, teniendo la opción de verlo en diferentes perspectivas, para ver a detalle la simetría de la estructura, esto permite verificar la geometría de la estructura al nivel que realmente se desee (Ver Fig. IV.1).

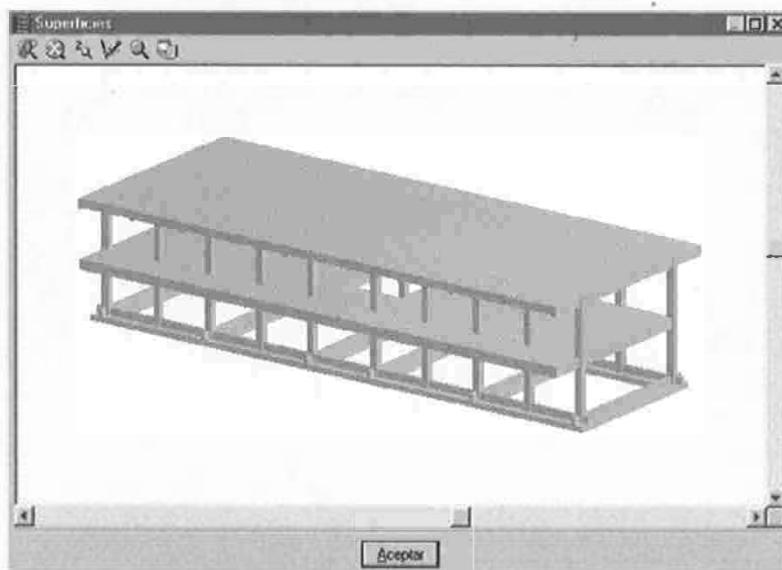


Fig. IV.1.- Edificio en Tres Dimensiones.

De igual forma se pueden ver las envolventes de fuerzas cortantes en la cimentación (Ver Fig. IV.4).

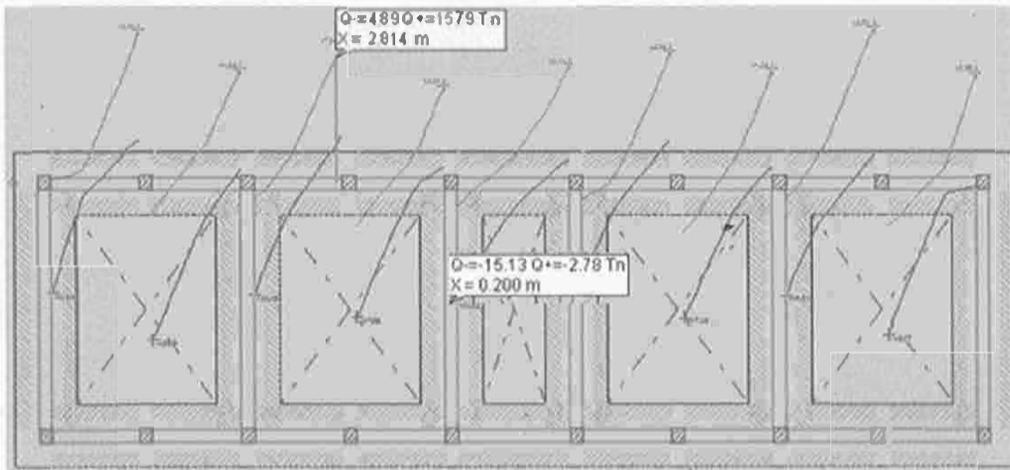


Fig. IV.4.- Envolvente de Cortante.

Para observar el armado de la cimentación se toma como ejemplo la viga siguiente (Ver Fig. IV.5), en donde se observa la cuantía y el diámetro del acero de refuerzo, así como la separación de estribos. Esto se logra con la opción **Armados/Vigas/Muros**

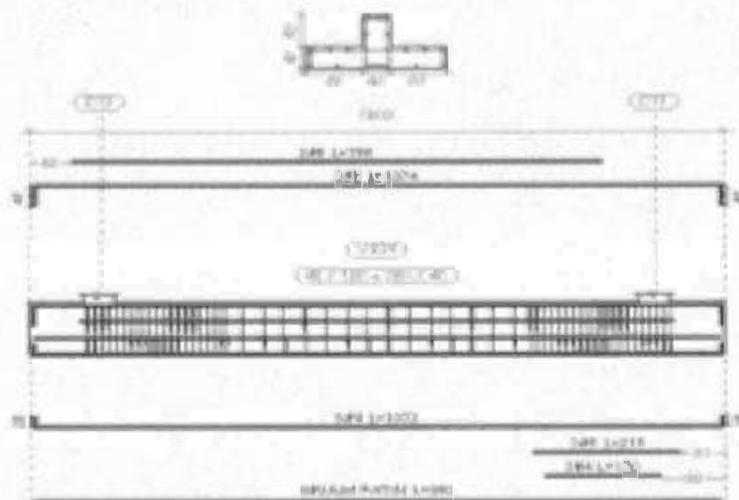


Fig. IV.5.- Armado de Viga de Cimentación.

IV.3.- Columnas.

Ahora se muestran los resultados finales de las columnas, donde se observan la cuantía de acero, la separación y distribución de estribos, así como también las longitudes de traslapes y diagramas de esfuerzos (Ver Fig. IV.6). Esta opción se encuentra dentro de **Armado/Columnas**.

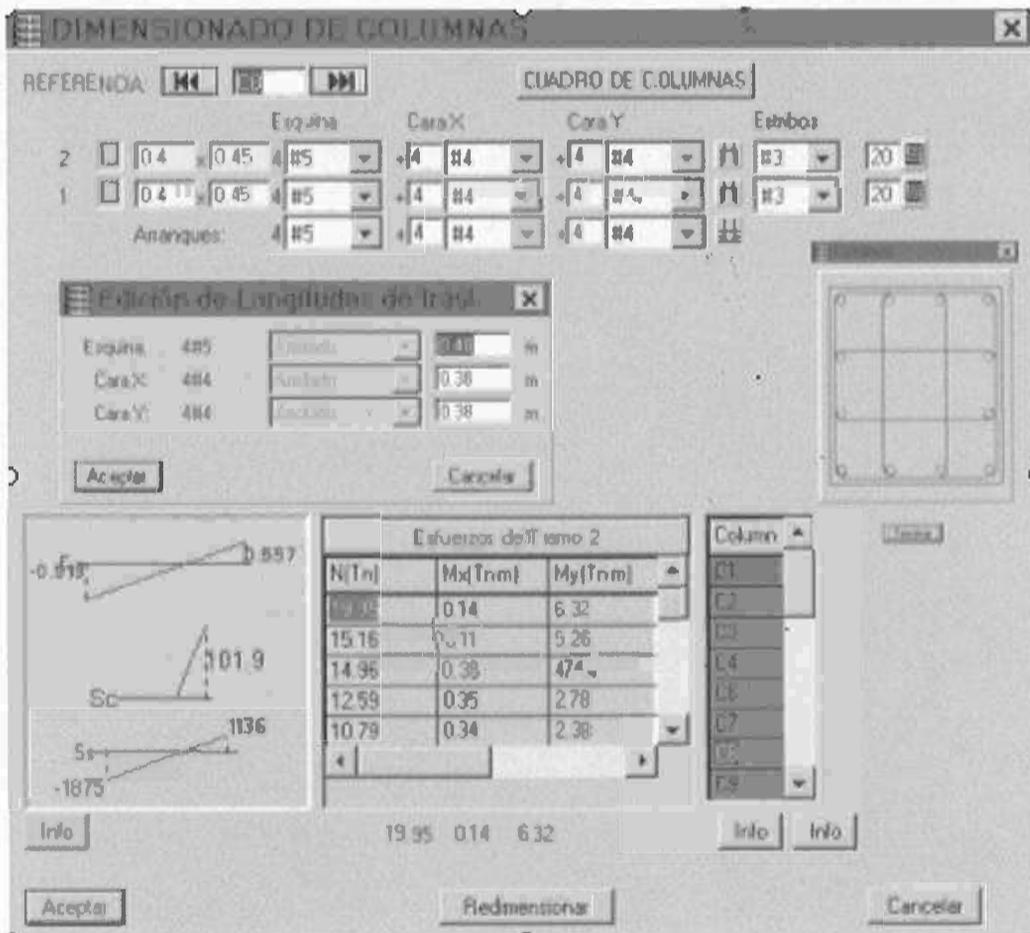


Fig. IV.6.- Armado de Columnas.

IV.4.- Vigas de Entrepiso.

Posteriormente se ve un ejemplo de las dimensiones de una viga de entrepiso (Ver Fig. IV.7). Esta figura se observa dentro de **Armado/Vigas/Muros**.

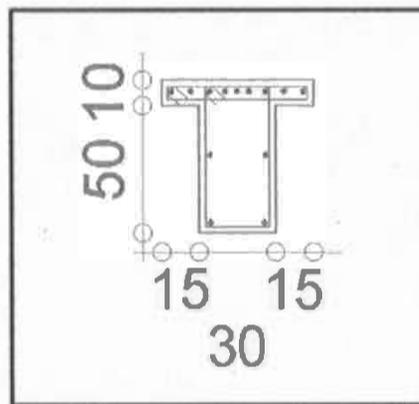


Fig. IV.7.- Dimensiones de una Viga de Entrepiso.

Ahora se tiene la envolvente de momento de viga de entrepiso, así como la envolvente de fuerzas cortantes (Ver Fig. IV.8 y IV.9), respectivamente. Los cuales se observan dentro de la opción **Envolventes de Vigas**.

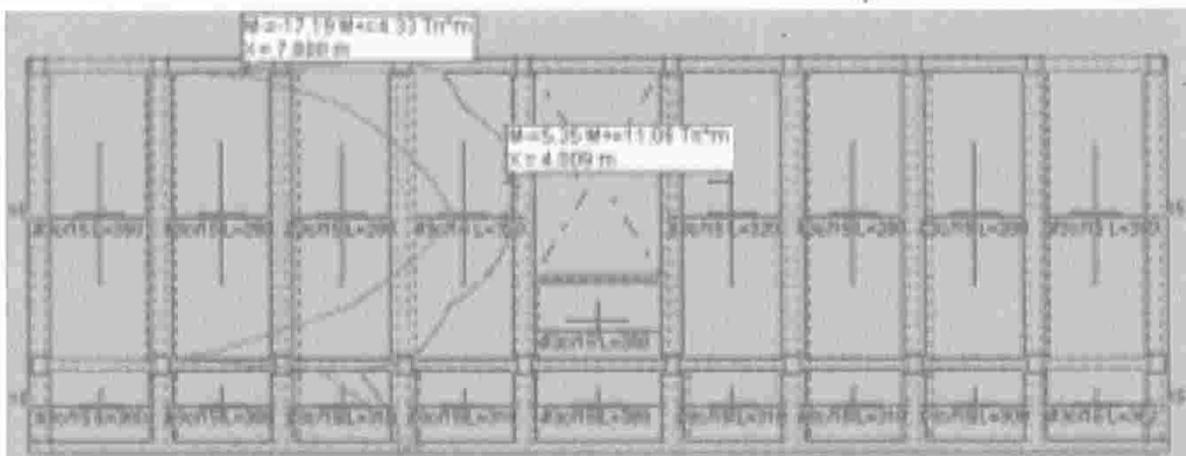


Fig. IV.8.- Envolvente de Momento.

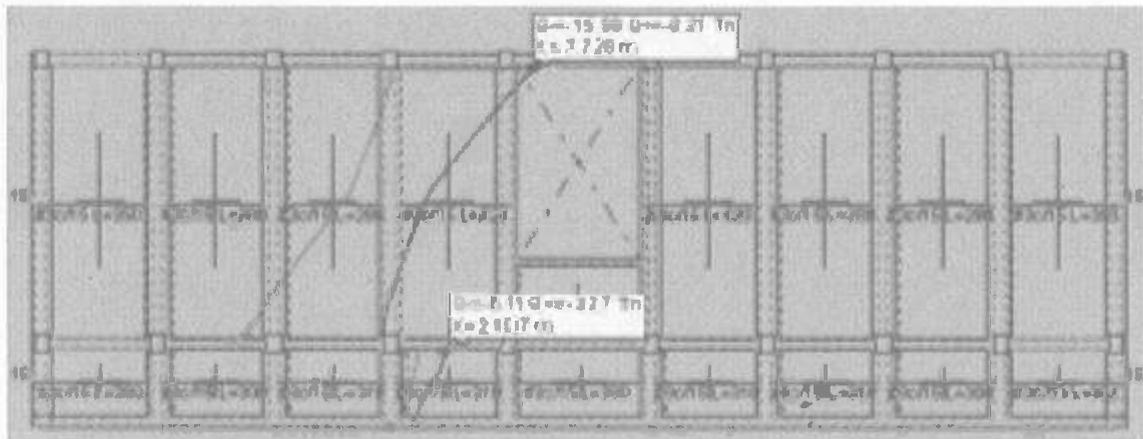


Fig. IV.9.- Envoltura de Cortante.

El armado de la viga de entrecimpo, así como su cuantía de acero y separación de estribos se observa en el siguiente ejemplo (Ver Fig. IV.10). El cual se obtiene de la opción **Armado de vigas**.

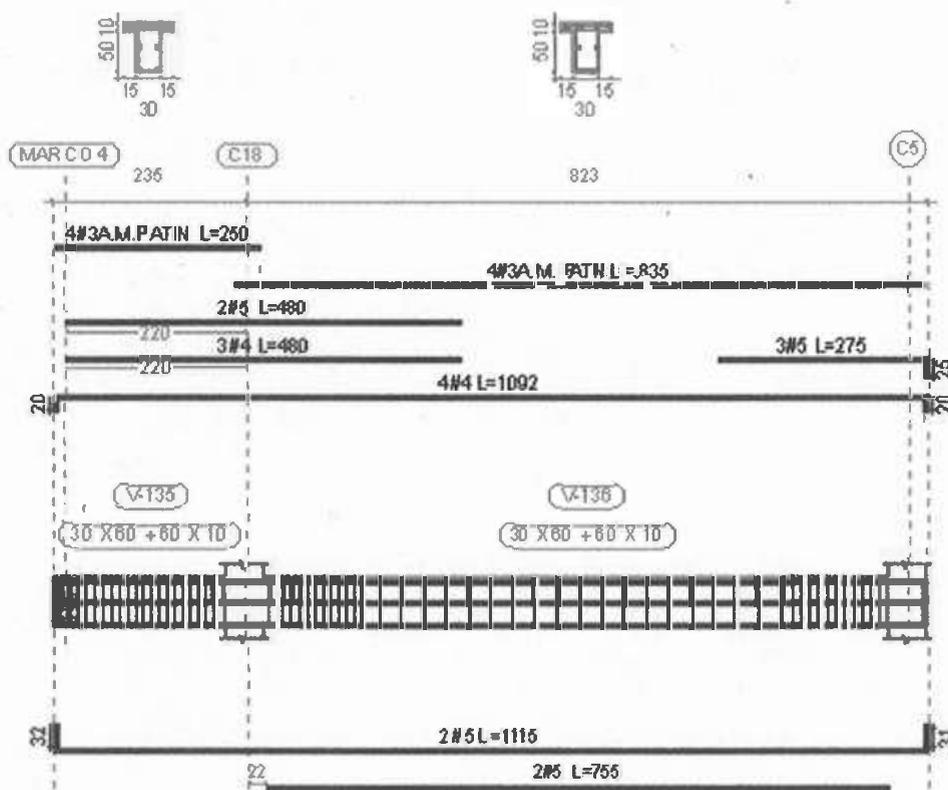


Figura IV.10.- Armado en Viga de Entrecimpo.

IV.5.- Vigas de Azotea.

Posteriormente se ve un ejemplo de las dimensiones de una viga de azotea (Ver Fig. IV.11). El cual se encuentra en Armado de Vigas.

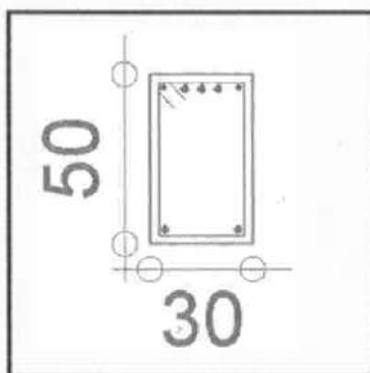


Fig. IV.11.- Dimensiones de una Viga de Azotea.

Ahora se tiene la envolvente de momento de viga de azotea, así como la envolvente de fuerzas cortantes (Ver Fig. IV.12 y IV.13), respectivamente. Las cuales se observa dentro de Envolventes/Vigas/Muros.

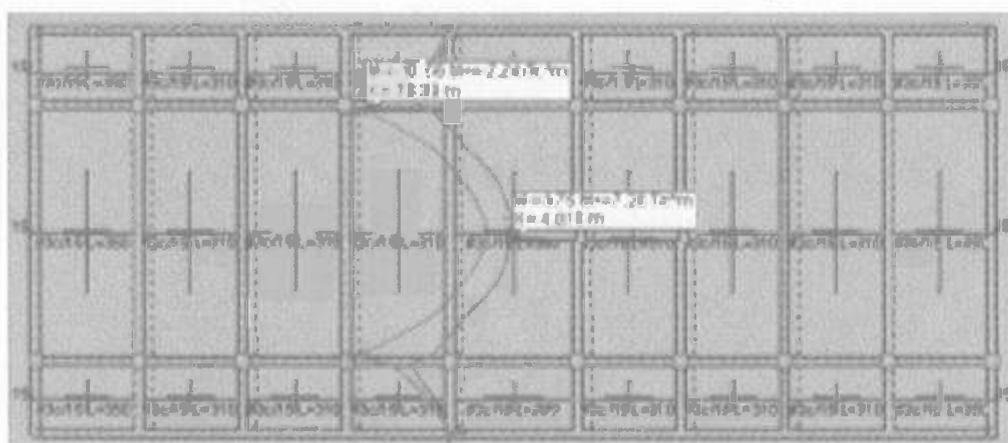


Fig. IV.12.- Envolvente de Momento.

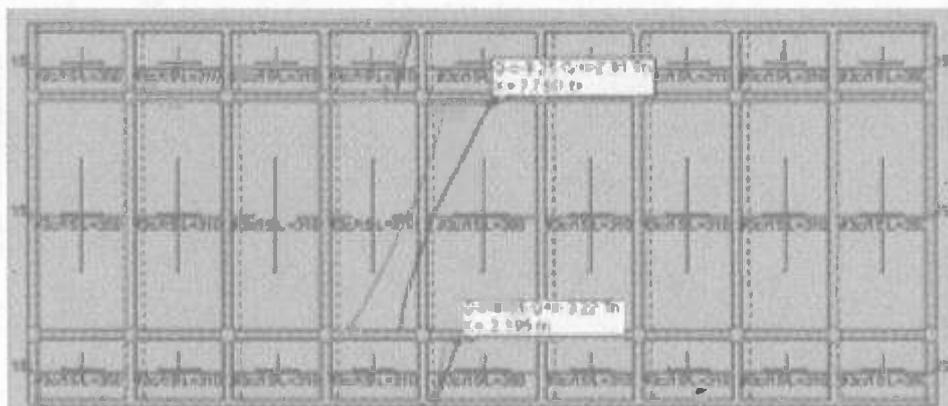


Fig. IV.13.- Envoltente de Cortante.

El armado de la viga de azotea, así como su cuantía de acero y separación de estribos se observa en el siguiente ejemplo (Ver Fig. IV.14). Localizado dentro de Armados/Vigas.

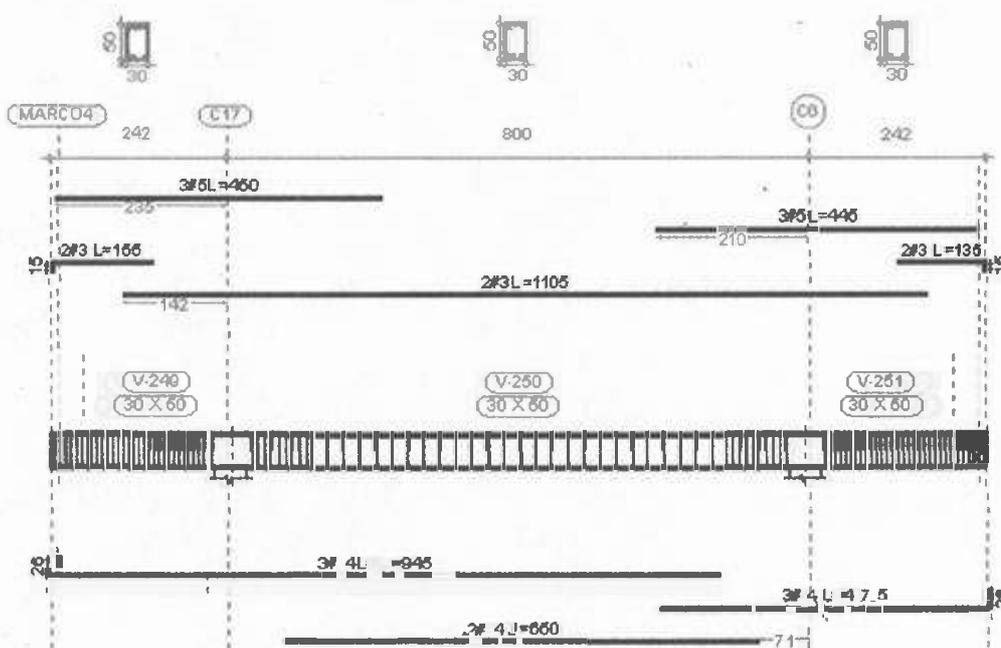


Figura. IV.14.- Armado en Viga de Azotea.

IV.6.- Losa de Entrepiso y Losa de Azotea.

En lo que respecta a la losa de azotea y entrepiso, ambas con un espesor de 10 cm, el armado resultante se ilustra a continuación (Ver Figs. IV.15 y IV.16).

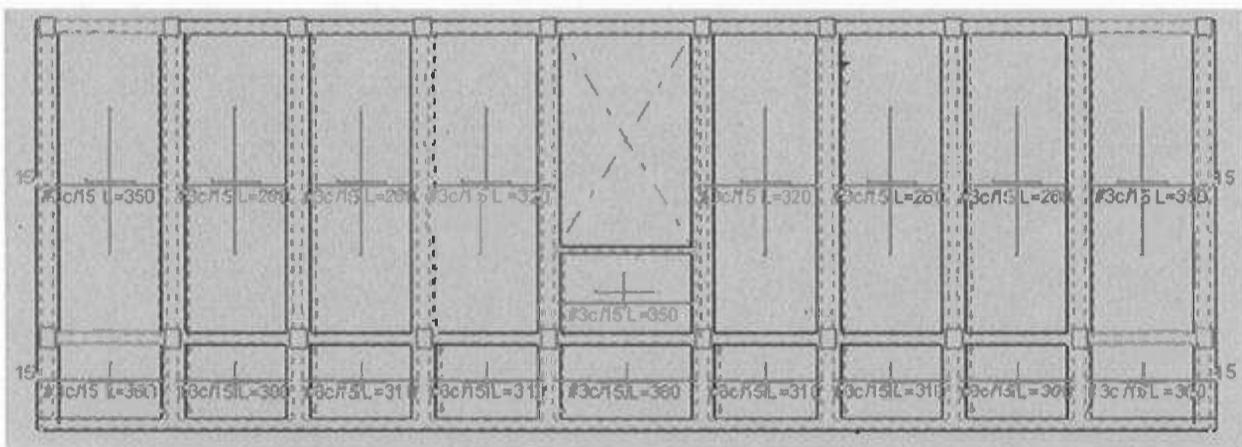


Fig. IV.15.- Armado de Losa de Entrepiso.

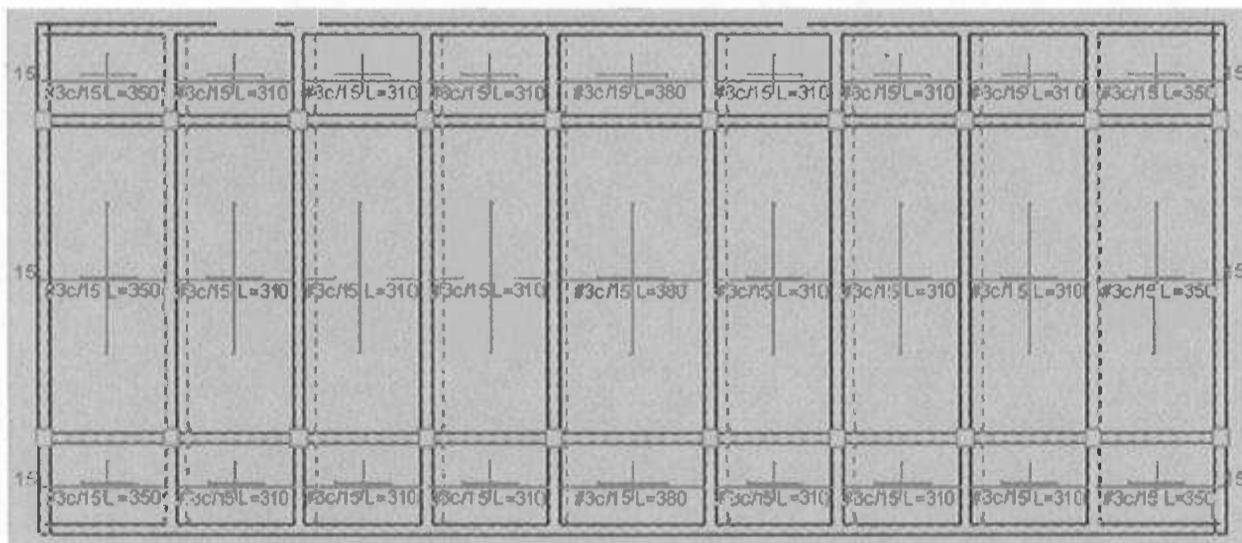


Fig. IV.16.- Armado de Losa de Azotea.

En los ejemplos presentados en este capítulo, no se ilustran todos los resultados obtenidos, ya que sería muy repetitivo, por lo que se escogieron los más representativos para cada grupo de elementos estructurales, y de esa manera se da una idea de cómo "CYPECAD" imprime los resultados en pantalla, además, tiene la opción de obtener planos, cantidades de obra, volúmenes, datos de obra, etc, los cuales se integran en un CD anexo.

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se pudo observar lo fácil y rápido que es diseñar con "CYPECAD", el cual detecta fácilmente los errores que se pueden cometer durante el diseño y cálculo de una estructura, encontrando una solución más rápida y segura que cuando se diseña de la forma tradicional.

En la actualidad, gracias a que existe este tipo de apoyo para los calculistas, es más fácil y seguro diseñar estructuras de grandes dimensiones y en tiempos más cortos, teniendo más opciones de diseño, y con la facilidad de ver el comportamiento ante los diferentes factores que pudieran afectar, como son: sismos, acción del viento, etc.

Gracias a este programa se pueden evitar muchos desastres a causa de un mal diseño, ayudando a que los edificios sean más innovadores y modernos.

Por supuesto no podemos pensar que estos programas lo harán todo por si solos ya que es necesario contar con los conocimientos o la experiencia adquirida por los ingenieros, para diseñar o calcular, además se debe conocer el manejo del software para saber que procedimientos y herramientas utiliza y de la misma manera poder interpretar correctamente los resultados, obteniendo así el mayor provecho posible de la tecnología que se nos proporciona hoy en día.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Manual del usuario "CYPECAD".

- 2.- Boletín Oficial, Gobierno del Estado de Sonora, Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo, Sección II, Hermosillo, Sonora, Jueves 1 de Octubre de 1987, No. 27.

- 3.- Enrique Bazán y Roberto Meli, Diseño Sísmico de Edificios, Primera reimpresión, Editorial Limusa, México D.F., 1999.

- 4.- Curso Práctico "CYPECAD", Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción, Versión 2001.

ANEXOS



TABLAS

Peso volumétrico de materiales de construcción.

Piedras naturales

MATERIALES	PESO VOLUMETRICO	Ton/m ³
	MAXIMO	MINIMO
Areniscas	2.50	1.80
Basaltos	2.60	2.40
Granito	2.60	2.40
Mármol	2.80	2.50
Pizarras	2.80	2.30
Tepetates Secos	1.60	0.75
Saturados	1.90	1.30
Tezontles Secos	1.20	0.70
Saturados	1.60	1.10

Piedras artificiales.

MATERIALES	PESO VOLUMETRICO	Ton/m ³
	MAXIMO	MINIMO
Concreto simple:		
Clase I	2.3	2.1
Clase II	2.1	1.9
Concreto reforzado		
Clase I	2.4	2.2
Clase II	2.2	2.0
Mortero de cal y arena	1.8	1.5
Mortero de cemento y arena	2.1	1.9
Tabique de barro hecho a mano	1.5	1.3
Tabique prensado o extruido	2.1	1.6
Bloque de concreto tipo pesado	2.1	1.9
Bloque de concreto tipo intermedio	1.7	1.3
Bloque de concreto tipo ligero	1.3	0.9
Mampostería de piedras naturales	2.5	2.1

Varios

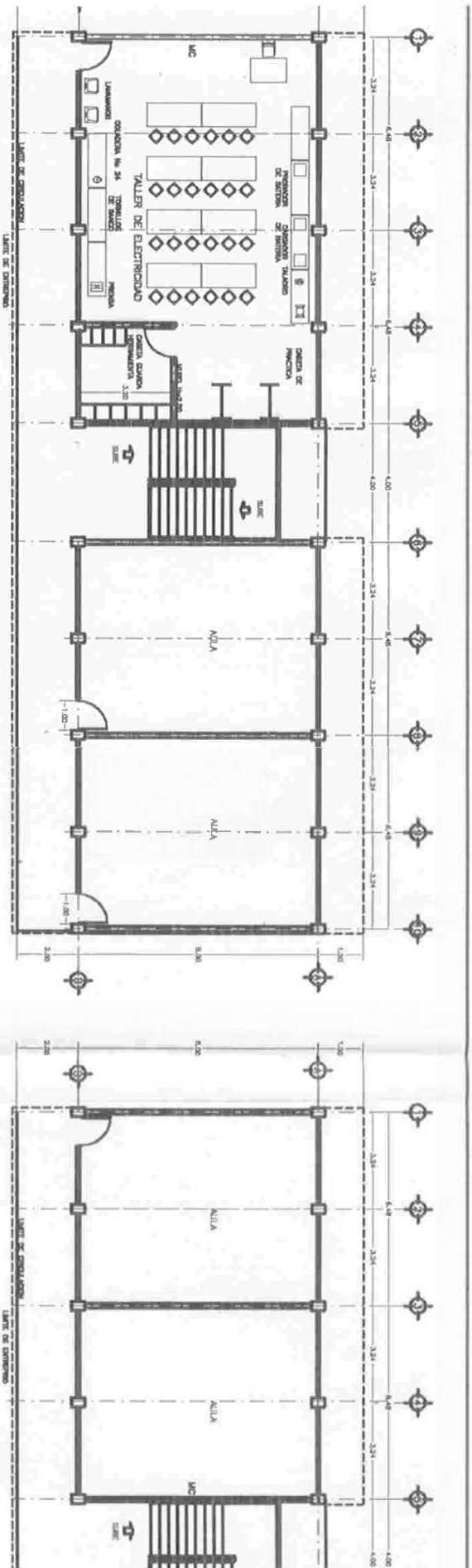
MATERIALES	PESO VOLUMETRICO	Ton/m ³
	MAXIMO	MINIMO
Caoba (seca)	0.55	0.65
Caoba (saturada)	0.70	1.00
Cedro (seco)	0.40	0.55
Cedro (saturado)	0.50	0.65
Oyamel (seco)	0.30	0.40
Oyamel (saturado)	0.55	0.65
Pino (seco)	0.45	0.65

MATERIAL	PESO VOLUMETRICO	Ton/m ³
	minimo	maximo
Pino (saturado)	0.80	1.00
Encino (seco)	0.80	0.90
Encino (saturado)	0.80	1.00
Vidrio plano	0.80kg/m ²	3.10 kg/m ²
Azulejo	10.0	15.0
Mosaico de pasta	25.0	35.0
Mosaico de terrazo (20x20)	35.0	45.0
Mosaico de terrazo (30x30)	45.0	55.0
Granito de terrazo	55.0	65.0
Loseta asfáltica o vinílica	5.0	10.0
Falso plafón de aplanado (incluye malla)	40.0	
Mármol de 2.5 cm de espesor	52.5	
Cancelería metálica para oficina	35.0	
Tabla roca de 1.25 cm	8.5	

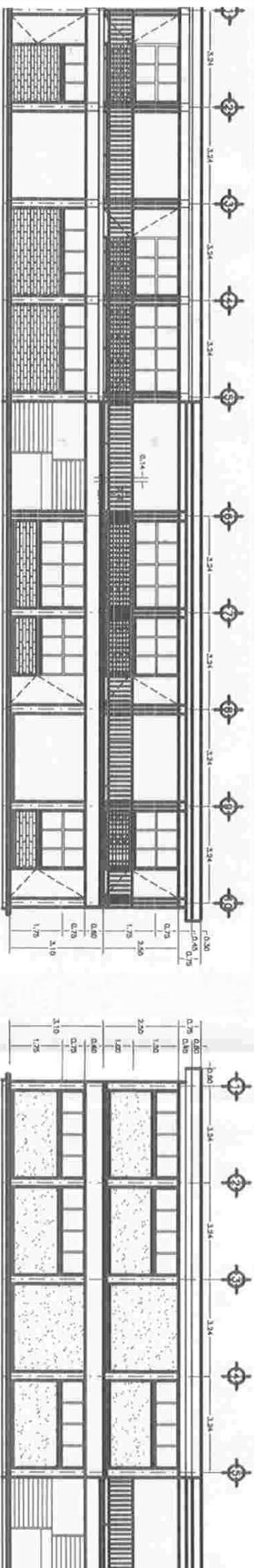
Tabla de cargas vivas unitarias, en kg/m²

Destino de piso o cubierta	W	Wa	Wm	Observacion
a) Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, Correccionales, hospitales y similares.	70	90	170	1
b) Oficinas, despachos y laboratorios.	100	180	250	2
c) Comunicación para peatones(pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes De acceso libre al publico.	40	150	350	3,4
d) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales.	40	350	450	5
e) Otros lugares de reunión (templos, Cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, Salas de juego y similares.	40	250	350	5
f) comercios, fabricas y bodegas.	0.8Wm	0.9Wm	Wm	6
g) Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	15	70	100	4,7
h) Cubiertas y azoteas con pendiente Mayor de 5%.	5	20	40	4,7,8
i) Volados en vía publica(marquesinas, Balcones y similares.	15	70	300	
j) Garajes y estacionamientos(para auto-				

PLANOS



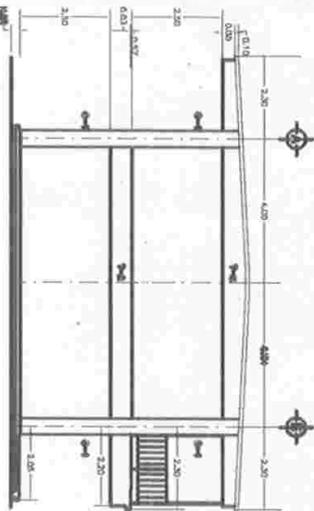
PLANTA BAJA ARQUITECTONICA



FACHADA NORTE

FACHADA

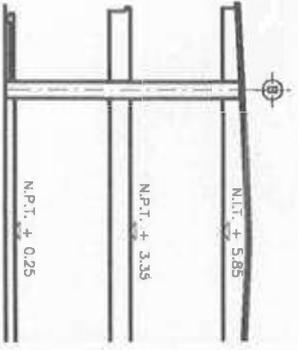
PLANTA ALTA



FACHADA ESTRUCTURAL

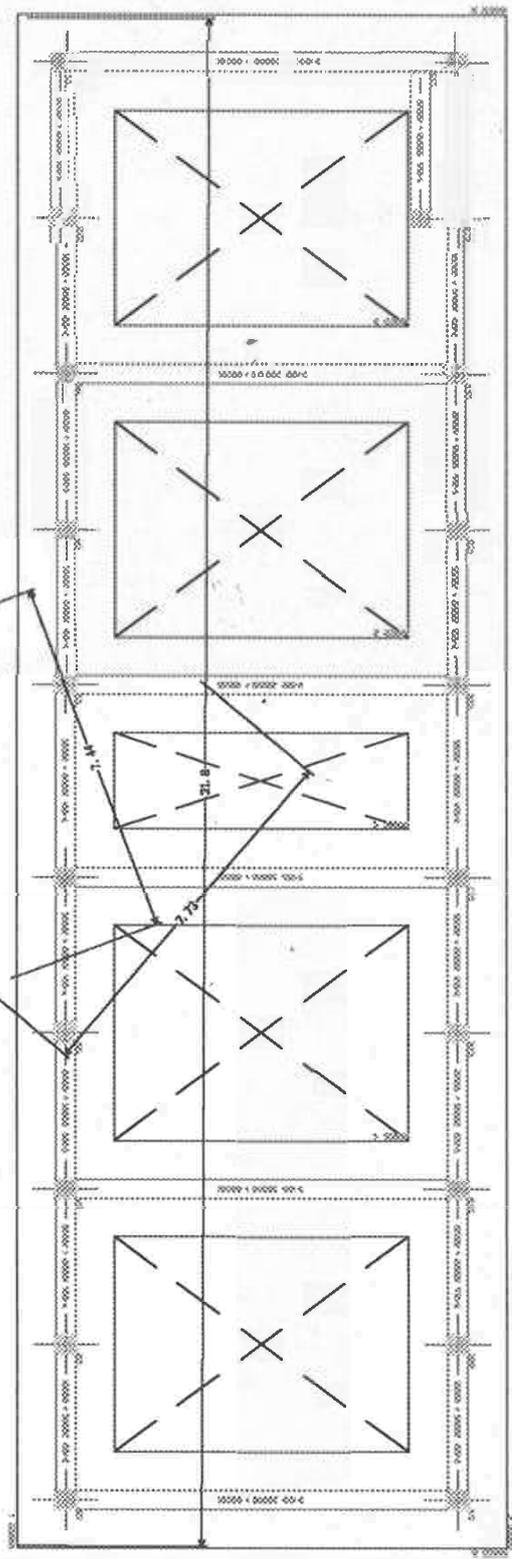


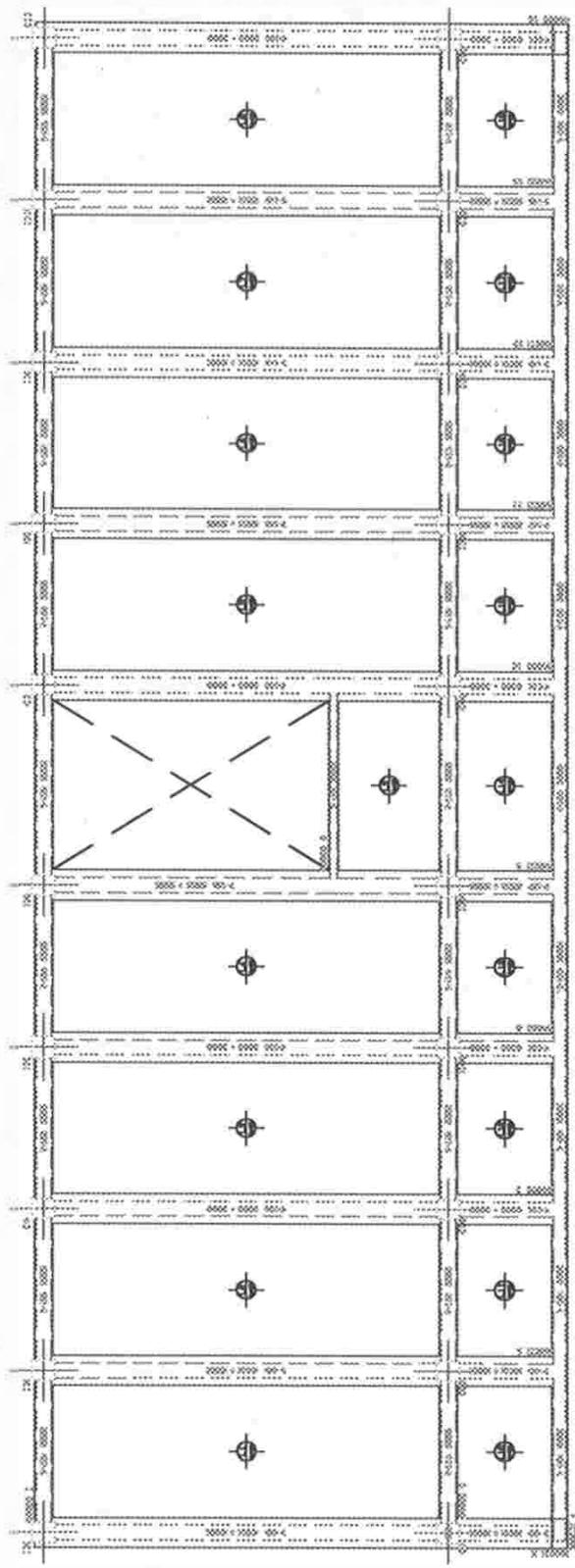
DETALLE DE BARRANDAL



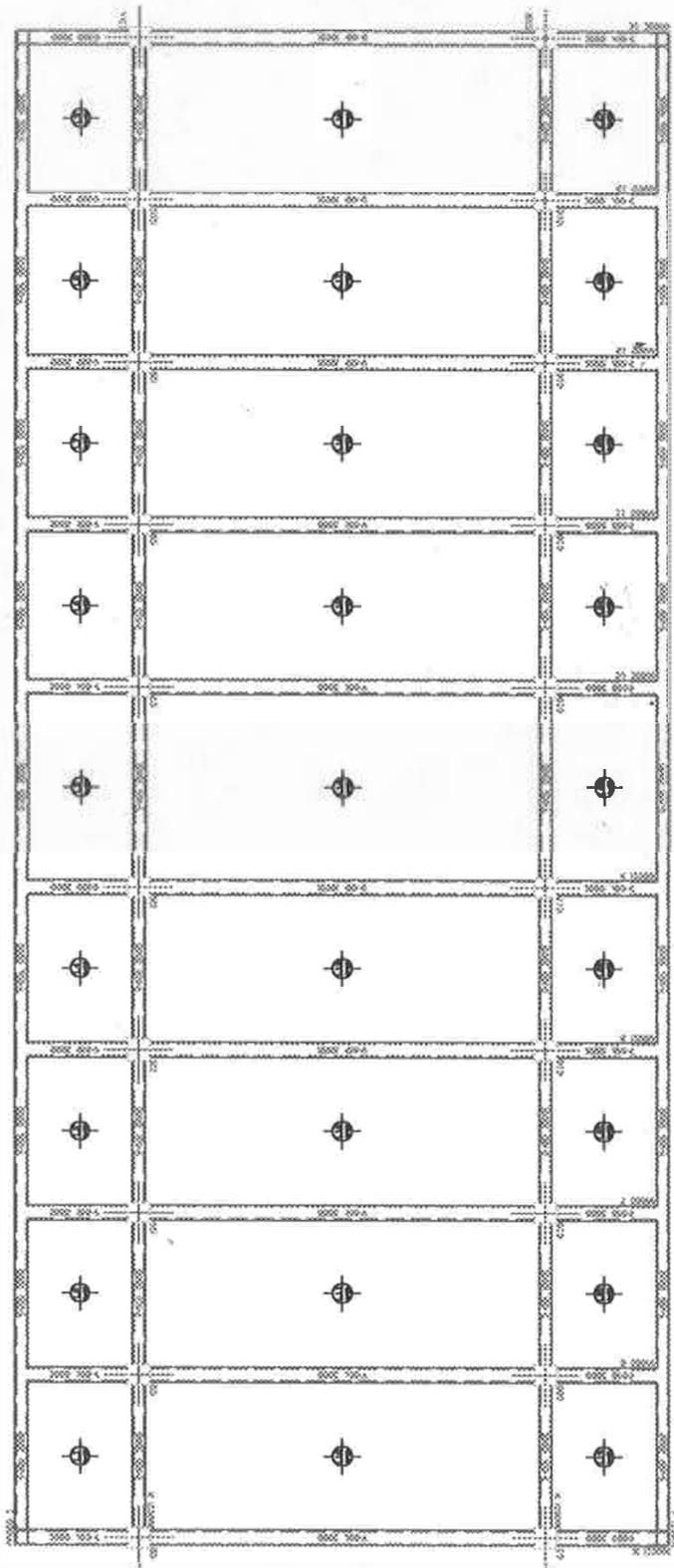
CORTE ESQUEMATICO

Cimentación
 REP ANTEO
 Con CLto: f'c=250
 Acc:oi Grado 60
 Escala: 1:50





LDSA 1
 REPLANTED
 Concreto: $f'c=250$
 Acero: Grado 60
 Escalar 1:50



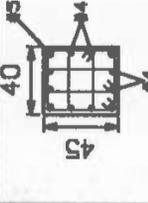
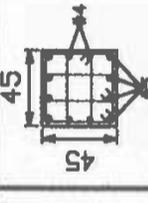
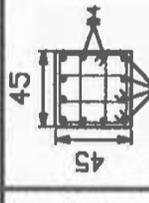
LOSA 2
REPLANTED
Concreto: $f'c=250$
Acero: Grado 60
Escala: 1:50

CUADRO DE COLUMNAS

Concreto: $f'c=250$

Acero: Grado 60

Escala: 1: 50

C1=C2=C3=C4 C5 C6=C7=C8=C9 C10=C11=C12 C13=C14=C15 C16=C18=C19 C20=C17	 <p>40x40 4#5 8#4 2#3#3c/20</p>	 <p>45x45 4#5 4#4 2#2#3#3c/20</p>
	 <p>40x40 4#5 8#4 2#2#3#3c/20</p>	 <p>45x45 4#5 4#4 2#2#3#3c/20</p>

LOSA 2

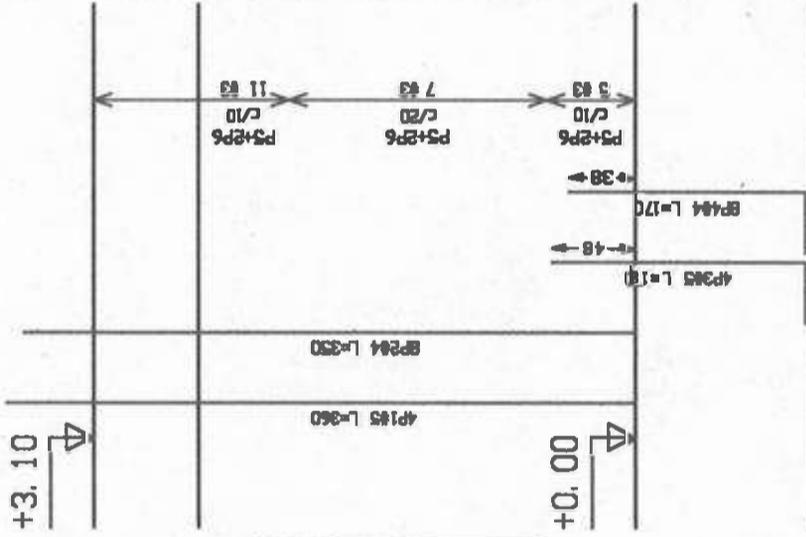
LOSA 1

Cimentación

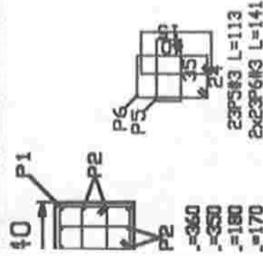
RESUMEN ACERO LOSAS 1 Y 2 COLUMNAS	Grado	#	Long. Total (m)	Peso (con mermas) (Kg)	Total
	60	#3	3772.9	2313	
		#4	1313.5	1440	
		#5	730.8	1249	5002

C2=C3=C4=C6=C7
 C9=C10=C11=C12
 =C14=C15=C16
 =C19=C20=C17

+3.10



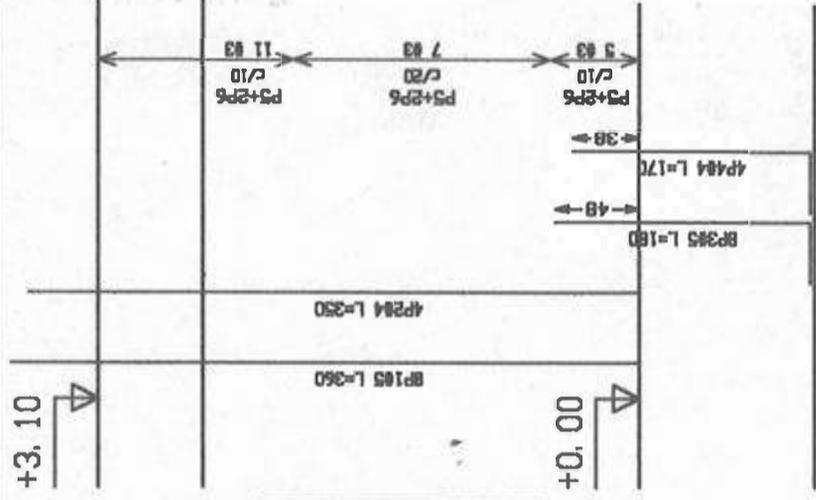
Diam.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	x 19	(cm)
#5	4	360	1440	27360	
#4	8	350	2800	53200	
#5	4	180	720	13680	
#4	8	170	1360	25840	
#3	23	113	2599	49381	
#3	46	141	6486	123234	



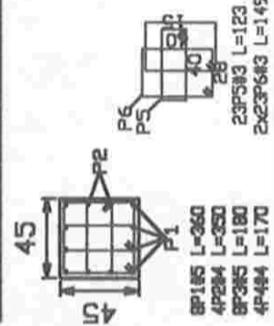
RESUMEN ACERO			
LOSA 1			
COLUMNAS			
Grado	60	#3	#4
Long. (m)	1823.0	811.2	453.6
Total Peso (con mermas) (Kg)	1118	890	776
Total			2784

Columnas que terminan en
 LOSA 1
 Concreto: f' c=250
 Acero: Grado 60
 Escala: 1:50

C5

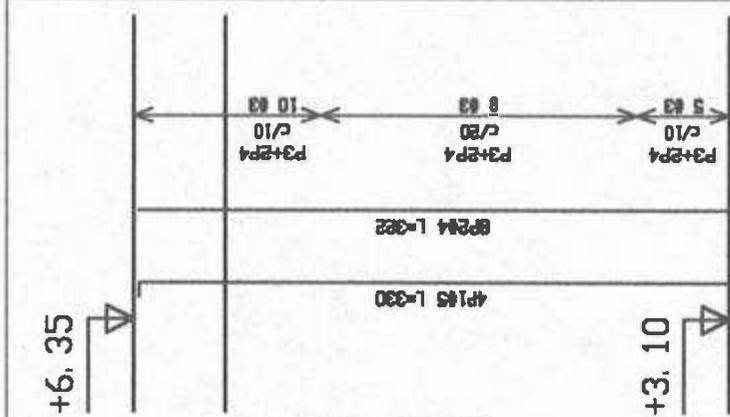
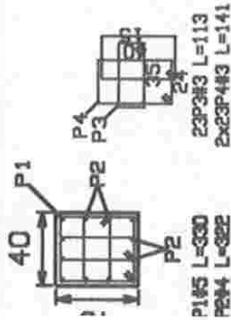


Pos.	Diam.	No.	Long. (cm)	Total (cm)
1	#5	8	360	2880
2	#4	4	350	1400
3	#5	8	180	1440
4	#4	4	170	680
5	#3	23	123	2829
6	#3	46	149	6854



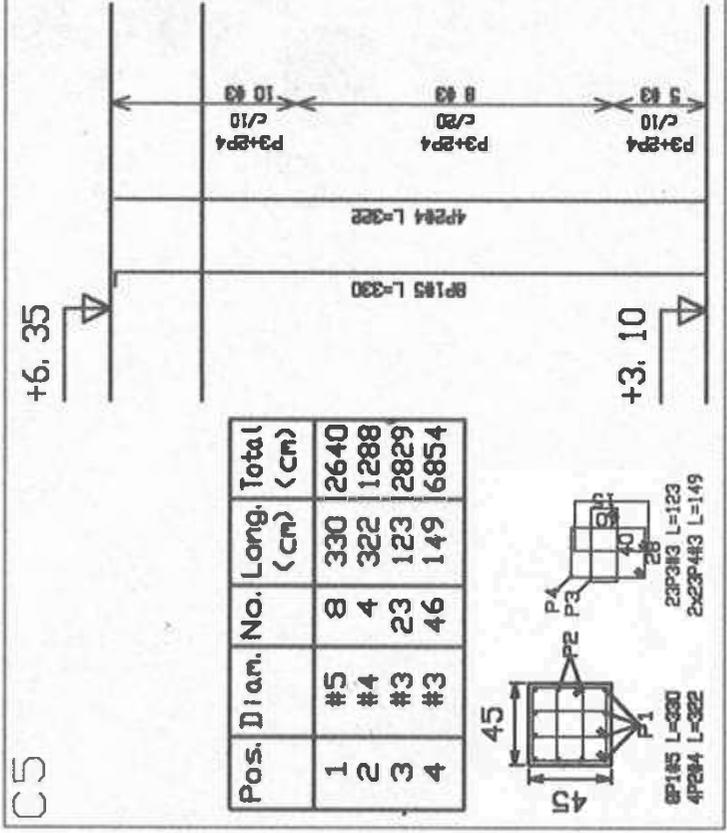
1=C2=C3=C4=C6=C7
 8=C9=C10=C11=C12
 13=C14=C15=C16
 18=C19=C20=C17

Pos.	Diam.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	x 19
1	#5	4	330	1320	25080
2	#4	8	322	2576	48944
3	#3	23	113	2599	49381
4	#3	46	141	6486	123234

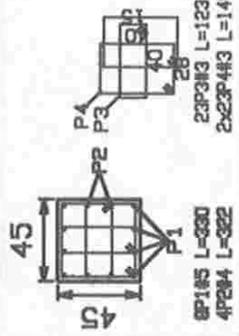


Columnas que terminan en
 LOSA 2
 Concreto: f' c=250
 Acero: Grado 60
 Escala: 1:50

C5

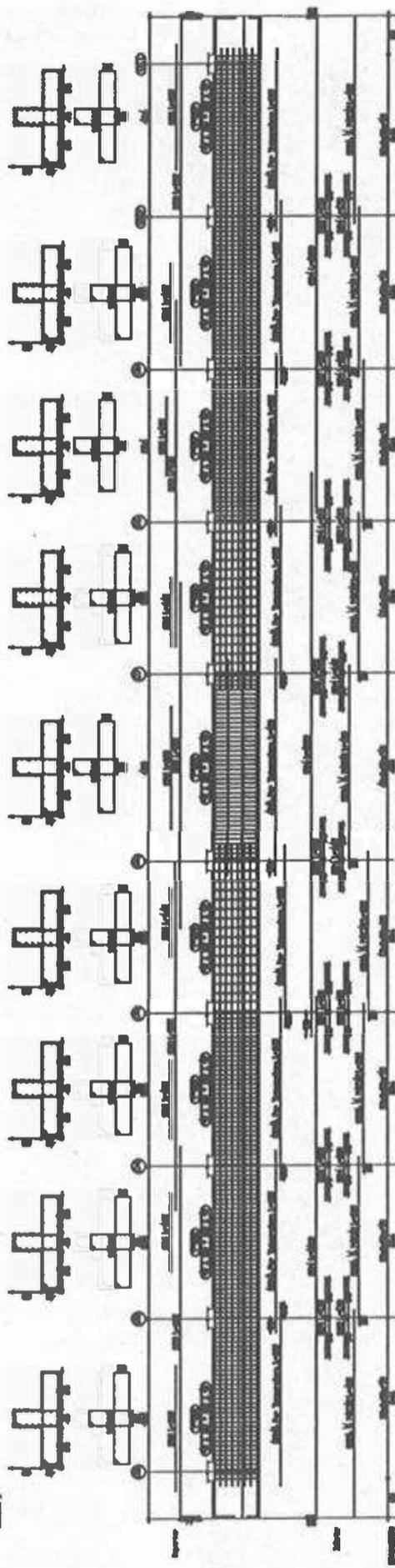


Pos.	Diam.	No.	Long. (cm)	Total (cm)
1	#5	8	330	2640
2	#4	4	322	1288
3	#3	23	123	2829
4	#3	46	149	6854

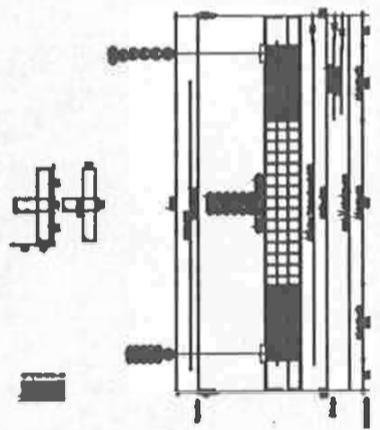
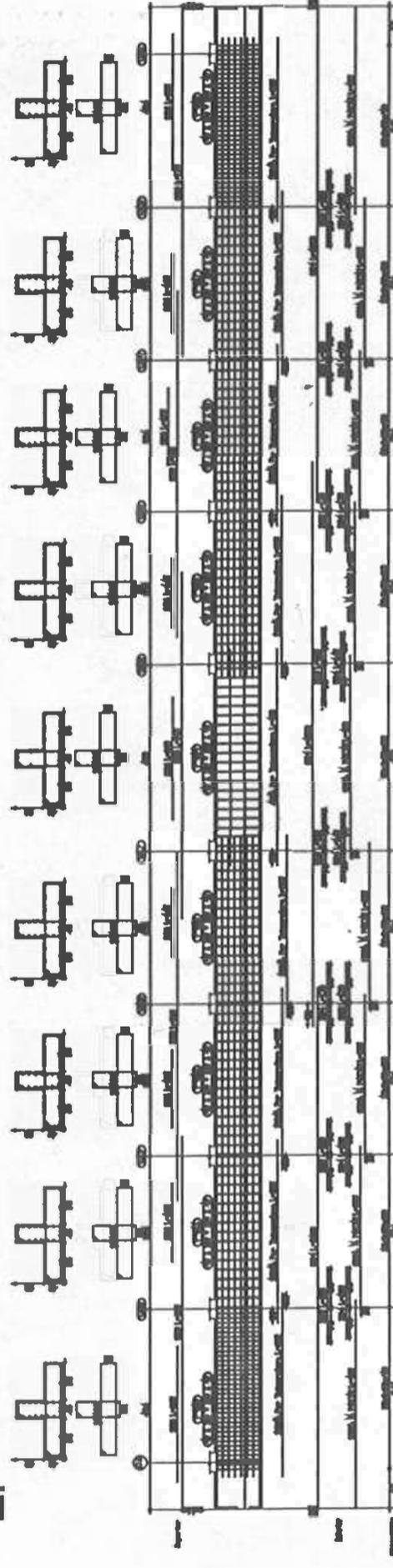


RESUMEN ACERO		Long. (m)	Total	Peso (con mermas) (Kg)	Total
LOSA 2					
Grado 60	#3	1823.0	1118		
	#4	502.3	551		
	#5	277.2	474		2143

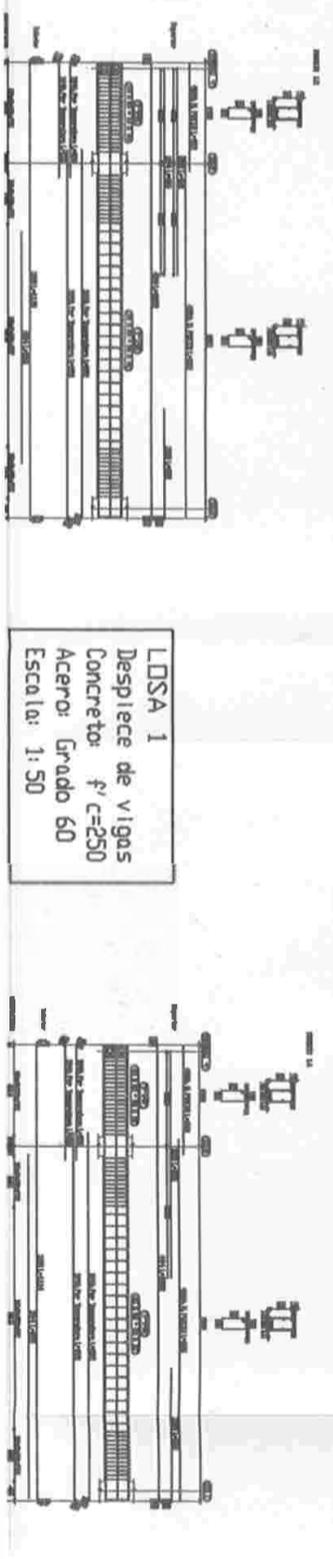
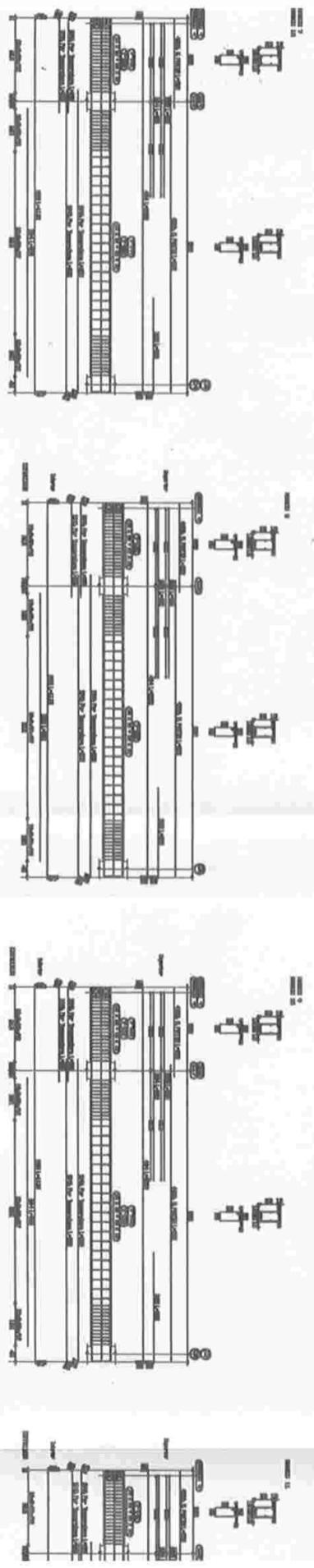
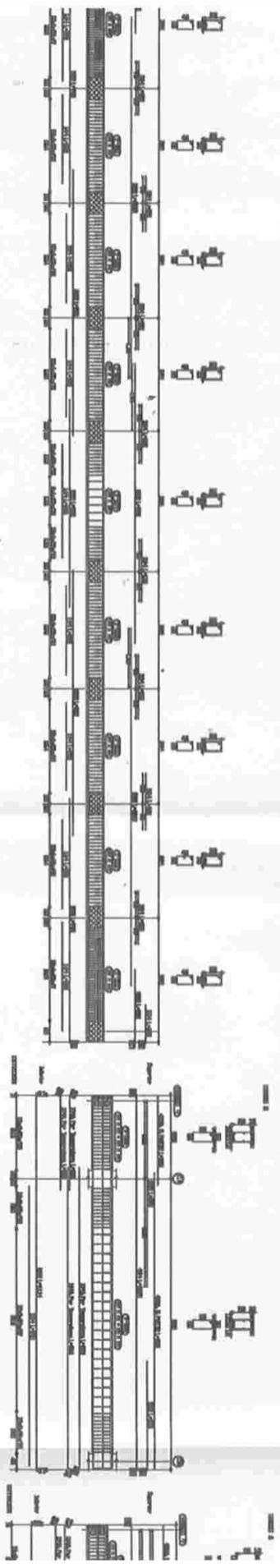
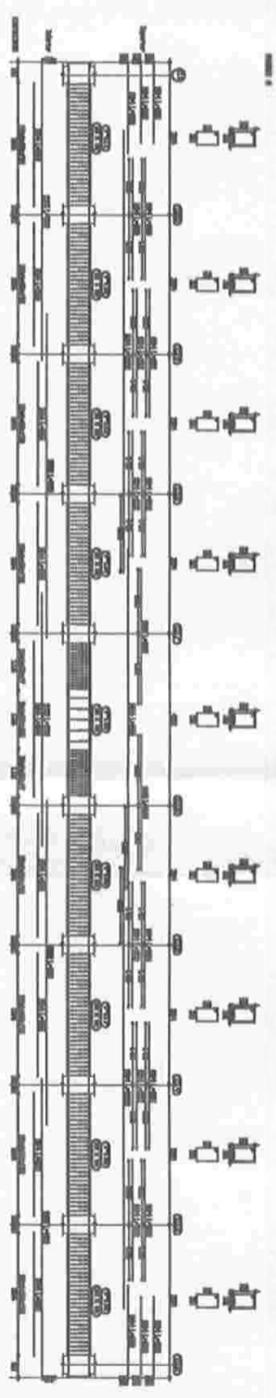
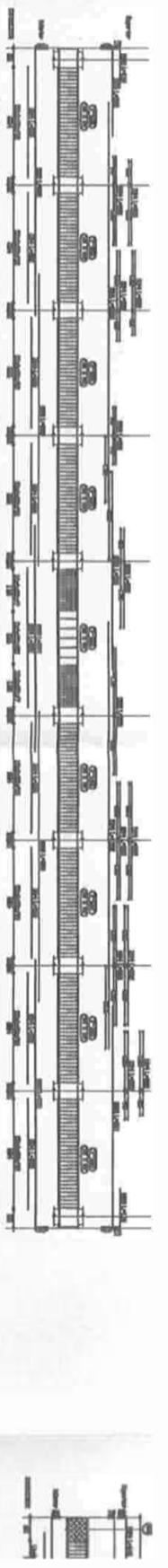
Hoja 1



Hoja 2



Cimentación
 Despiece de vigas
 Concreto: $f'c=250$
 Aceras: Grado 60
 Escala: 1:50



LDSA 1
 Despiece de vigas
 Concreto: $f'c=250$
 Acero: Grado 60
 Escala: 1:50

