



---

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ACATLÁN"

**"ARMADURA TRIDIMENSIONAL"**  
(Conteniendo Grandes Claros de 48 x 48 metros)

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

**FEDERICO AMADEO VELÁZQUEZ TORRES**

No Cta.: 08909997-9

ASESOR: M.I. J. FRANCISCO PÉREZ ARELLANO

m. 347048

AGOSTO 2005



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



AGRADECIMIENTOS:

A agradezco a la fuerza creadora sobre todas las cosas que conocemos, materiales y espirituales, eso, que yo lo llamo "DIOS", gracias señor por permitir me ser parte de esta experiencia maravillosa que es la vida.

Gracias papá y mamá: Jorge Velázquez Falcón y Maria Guadalupe Torres Minero.

La unión de amor solo puede dar frutos de amor.

Desafortunadamente Jorge, papá no puedes estar físicamente, pero se que estas.

Maria Guadalupe, mamá un doble esfuerzo, un ejemplo de lucha, de búsqueda, por encontrar y conseguir lo que deseas, Dios te bendiga, gracias por todo tu apoyo.

A mis hermanos, por todo su amor:

Laura Lilián Velázquez Torres, Angélica Georgina Velázquez Torres, Elisa Margarita Velázquez Torres  
Jorge Arnaldo Velázquez Torres, Claudia Cecilia Velázquez Torres.

A mis cuñados: Jesús Silva Jaramillo, Benjamín Romero Rivas, Rodolfo Torres Márquez,  
Gabriel Mandujano Ventura.

A mis sobrinos: Erika, Adriana, Jesús, Ángel, Laiza, Leslie, Linete, Lorete, Baruch, Eumir, Eloradana,  
Jimena, Jesús Pedro.

A toda mi familia: (Isabel, Luís, Gemes, Tía Tere, Tía Chabelita, Don Rafa, Maria Guadalupe, etc.)

A los compañeros y profesores de la generación 93, de la desaparecida ENEP Acatlan.

A los sinodales:

M. en I. José Francisco Pérez Arellano  
Ing. Leonardo Álvarez León  
Ing. Carlos Arce León  
M. en I. Rolando Reyes Greco.  
M. en I. Darío Rivera Vargas

Gracias maestros que sin su esfuerzo de enseñar y compartir sus conocimientos, nosotros como alumnos no lograríamos estar en estas instancias.

Un reconocimiento especial para quién ha sido como un padre y amigo a la vez y sobre todo un gran maestro. Gracias José Francisco Pérez Arellano.

A los amigos y amigas:

Francisco, Orlando, Ivan, Alejandro, Osvaldo, Daniel, Enrique, Ciro, Luís Ángel, Luís Alfonso, Mario Gelacio, Héctor, Carlitos, Mauricio, José Juan, Anabell, Marta.

## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN   | III       |
| <b>CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 REFERENCIAS DE DISEÑO DE LA ARMADURA TRIDIMENSIONAL.                                   | 1         |
| 1.1.1 CRITERIOS DE DISEÑO (RCDF).  | 1         |
| 1.1.2 TIPOS DE ESTRUCTURAS Y MÉTODOS DE ANÁLISIS.  | 2         |
| 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.  | 4         |
| 1.3 MATERIALES EMPLEADOS.  | 5         |
| 1.4 MARCO TEÓRICO.   | 15        |
| <b>CAPÍTULO 2 PROGRAMA DE CÁLCULO (STAAD PRO REL 3.1)</b>                                  | <b>25</b> |
| 2.1 MODELADO DE LA ESTRUCTURA EN EL PROGRAMA.  | 25        |
| 2.1.1 PROGRAMA EMPLEADO.   | 25        |
| 2.1.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS SEGÚN PROGRAMA EMPLEADO.   | 30        |
| 2.2 ARCHIVO DE DATOS.  | 32        |
| 2.3 SECCIONES PROPUESTAS DE ACUERDO AL PROGRAMA, PARA LA ARMADURA, CIMENTACIÓN Y COLUMNAS. | 33        |
| 2.4 CÁLCULO DE LAS FUERZAS SÍSMICAS, EMPLEADAS EN EL PROGRAMA STAAD PRO.                   | 38        |
| 2.4.1 CÁLCULO DE LAS FUERZA SÍSMICAS POR MEDIO DEL MÉTODO ESTÁTICO.                        | 38        |
| 2.5 COEFICIENTE SÍSMICO, SEGÚN REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.      | 40        |
| 2.5.1 FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO.  | 41        |
| 2.6 REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA POR EFECTOS DE VIENTO  | 42        |
| 2.6.1 CRITERIOS DE DISEÑO  | 42        |
| 2.6.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES  | 42        |
| 2.6.1.2 CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA   | 42        |
| 2.6.2 DISEÑO POR VIENTO  | 42        |
|  | I         |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| CAPÍTULO 3   | ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ARMADURA TRIDIMENSIONAL  | 48 |
| 3.1          | CARGAS DE DISEÑO   | 48 |
| 3.2          | SECCIONES PROPUESTAS (CUERDA SUPERIOR, CUERDA INFERIOR, MONTANTE Y DIAGONALES).  | 51 |
| 3.2.1        | PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES PROPUESTAS.   | 51 |
| 3.3          | MODELO ANALIZADO DE LA ARMADURA TRIDIMENSIONAL EN EL PROGRAMA EMPLEADO (PREDISEÑO).                                      | 54 |
| 3.4          | DISEÑO DE LA ARMADURA  | 54 |
| CAPÍTULO 4   | ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS   | 57 |
| 4.1          | CARGAS DE DISEÑO.  | 57 |
| 4.2          | RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE LA MECÁNICA DE SUELOS REALIZADO EN EL TERRENO EN DONDE SE LLEVARÁ A CABO LA CONSTRUCCIÓN. | 59 |
| 4.3          | MODELO ANALIZADO DE CIMENTACIÓN, EN EL PROGRAMA STAAD PRO.   | 61 |
| 4.3.1        | CONSIDERACIONES DE DISEÑO.   | 61 |
| 4.3.2        | PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.   | 61 |
| 4.3.3        | REVISIÓN Y DISEÑO FINAL DE CIMENTACIÓN.  | 63 |
| 4.4          | MODELO ANALIZADO DE COLUMNAS, EN EL PROGRAMA STAAD PRO.  | 74 |
| 4.4.1        | REVISIÓN Y DISEÑO FINAL DE LAS COLUMNAS.   | 75 |
| CONCLUSIONES |  | 77 |
| BIBLIOGRAFÍA |  | 78 |
| ANEXOS       |  | 80 |

## INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los tiempos los seres humanos han desarrollado formas ingeniosas para protegerse de las fuerzas de la naturaleza, como la lluvia, el sol, el viento, la nieve o el granizo. Todas y cada una de las edificaciones que el hombre ha hecho son para cubrir y satisfacer sus necesidades. Los tipos y las formas de estas edificaciones han sido muchos y variados, hoy en día también se pueden presentar diversos estilos en la arquitectura de estas edificaciones, gracias al ingenio y talento de muchas personas que han dedicado su vida al estudio e investigación de materiales, así como, de métodos de análisis y diseño, para que las fuerzas de la naturaleza que actúan sobre las construcciones no dañen la integridad de las personas, que en ellas habiten.

El trabajo que se presenta para obtener el título de ingeniero civil, es el análisis y diseño de una armadura tridimensional salvando, o bien conteniendo claros de 48 m x 48 m, estas dimensiones en planta y una altura máxima aproximada de 16 m, es una techumbre a cuatro aguas, como popularmente se conoce. Respetando los lineamientos que para el tipo de estructura dicta el Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

El arreglo y disposición de las armaduras son en diagonal, viéndolo en planta, pero esto es en los dos sentidos, de forma que al cruzarse se tiene una retícula, en dos planos y un tercer plano se da por la altura que tiene la armadura, de 3 m, siendo esta una "Armadura Tridimensional".

En esta estructura se combinan los materiales más empleados en las edificaciones, ya que se utiliza el concreto reforzado para la cimentación y columnas, y el llamado acero estructural, en la armadura. La unión entre la armadura y las columnas se hace mediante una conexión articulada físicamente, mediante un perno.

Es importante, hacer notar que este trabajo tiene la finalidad de poder servir como guía, a quienes desarrollen trabajos similares, ya sea alumnos o bien recién egresados de la carrera de Ingeniería Civil, aun que este no pretenda ser una ruta exacta para la solución de techumbres o problemas similares al expuesto.

## CAPÍTULO 1

### ANTECEDENTES

Se requiere de cubrir un área extensa de 48 m x 48 m, para un centro comercial, con el fin de aprovechar la mayor área posible en el interior del mismo.

Como antecedentes podemos decir que se trata de una cadena comercial mexicana de las denominadas de auto servicio. Por las necesidades de la tienda se requiere que toda la superficie éste libre de apoyos intermedios y teniendo esta restricción solo queda la opción de tener apoyos perimetralmente, lo que implica, es que se deba pensar en una techumbre ligera, para poder sustentar esta techumbre, será necesario plantear una armadura metálica, la propuesta es una armadura tridimensional capaz de contener las distancias de 48 m por lado.

### OBJETIVO PARTICULAR

Se tomará como referencia de diseño, los criterios que dicta el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, observando las necesidades del proyecto arquitectónico.

#### 1.1 REFERENCIAS DE DISEÑO DE LA ARMADURA TRIDIMENSIONAL.

A continuación se presentan fragmentos íntegros del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en el diario Oficial de la Federación en el año de 1987; en el apartado de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas, la referencia de diseño y criterios que se deben de contemplar y seguir para el diseño de este tipo de estructuras. Todas las referencias para el estudio de la estructura Armadura Tridimensional estarán basadas en el reglamento anteriormente descrito.

##### 1.1.1 CRITERIOS DE DISEÑO (RCDF)

"El dimensionamiento de las estructuras y de los elementos que las componen se efectuará de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio establecidos en el Título Sexto del Reglamento y en estas Normas, o por algún procedimiento alternativo que cumpla con los requisitos del Artículo 195 del mencionado Título Sexto"<sup>1</sup>.

"Según el criterio de estados límite de falla, las estructuras deben dimensionarse de manera que la resistencia de diseño de toda sección con respecto a cada elemento mecánico que actúe en ella (fuerza axial, fuerza cortante, momento flexionante, momento de torsión) o a la combinación de dos o más de ellos, sea igual o mayor que el o los valores de diseño de dicha fuerza o momento internos"<sup>1</sup>.

"Las resistencias de diseño deben incluir el factor de reducción  $F_R$  correspondiente. Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen, en general, multiplicando por el factor de carga  $F_C$  correspondiente los valores de las fuerzas y momentos internos calculados bajo acciones nominales"<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Reglamento de Construcción para el Distrito Federal



"En los casos en que los efectos geométricos de segundo orden influyan significativamente en la respuesta de la estructura, las fuerzas y momentos internos de diseño deben obtenerse multiplicando las acciones nominales por los factores de carga antes de efectuar el análisis, el que se lleva a cabo con las acciones nominales factorizadas"<sup>1</sup>.

"Además de los estados límite de falla, deben revisarse también los estados límite de servicio; es decir, se comprobará que las respuestas de la estructura (deformaciones, vibraciones, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio"<sup>1</sup>.

### 1.1.2 TIPOS DE ESTRUCTURAS Y MÉTODOS DE ANÁLISIS

Toda construcción debe contar con una estructura que tenga características adecuadas para asegurar su estabilidad bajo cargas verticales y que le proporcione resistencia y rigidez suficientes para resistir los efectos combinados de las cargas verticales y de las horizontales que actúen en cualquier dirección. Cuando sean significativos, deberán tomarse en cuenta también los efectos producidos por otras acciones, como se indica en el Artículo 185 del Título Sexto del Reglamento.

Pueden utilizarse estructuras de alguno de los dos tipos básicos que se describen a continuación. En cada caso particular el análisis, diseño, fabricación y montaje deben hacerse de manera que se obtenga una estructura cuyo comportamiento corresponda al del tipo elegido. Debe prestarse particular atención al diseño y construcción de las conexiones.

Las estructuras tipo 1, comúnmente designadas marcos rígidos o estructuras continuas, se caracterizan porque los miembros que las componen están unidos entre sí por medio de conexiones rígidas, capaces de reducir a un mínimo las rotaciones relativas entre los extremos de las barras que concurren en cada nudo, de manera que el análisis puede basarse en la suposición de que los ángulos originales entre esos extremos se conserven sin cambio al deformarse la estructura. Las conexiones deben satisfacer todos los requisitos aplicables de la sección 5.8.

Las estructuras tipo 2 son las que están formadas por miembros unidos entre sí por medio de conexiones que permiten rotaciones relativas, y que son capaces de transmitir la totalidad de las fuerzas normales y cortantes, así como momentos no mayores del 20% de los momentos resistentes de diseño de los miembros considerados. En el análisis se ignoran las restricciones a las rotaciones.

Las estructuras tipo 1 pueden analizarse y diseñarse utilizando métodos elásticos o plásticos; estos últimos son aplicables cuando se satisfacen los requisitos siguientes:

- a) El valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del acero,  $f_y$ , no es mayor que el 80% de su esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión,  $f_u$ , ni que  $4\,500\text{ kg/cm}^2$  (450 MPa).
- b) La curva carga–deformación del acero tiene las características necesarias para que pueda presentarse la redistribución de momentos requerida para la formación del mecanismo de colapso. Para ello, debe tener una zona de cedencia, de deformación creciente bajo esfuerzo prácticamente constante, correspondiente a un alargamiento máximo no menor de uno por ciento, seguida de una zona de endurecimiento por deformación, y el alargamiento correspondiente a la ruptura no debe ser menor de 20%.

- c) Las relaciones ancho /grueso de los elementos planos que componen los perfiles cumplen los requisitos de las secciones tipo 1 ó 2 (sección 2.3.1), cuando los efectos sísmicos no son críticos, y de las secciones tipo 1 cuando sí lo son.
- d) Los miembros están contraventeados lateralmente de acuerdo con los requisitos de la sección 3.3.2.1.
- e) Se colocan atizadores o placas dobles, en los dos lados del alma, en las secciones de los miembros que reciben cargas concentradas en las que aparezcan articulaciones plásticas en el eventual mecanismo de colapso.
- f) Ninguno de los miembros de la estructura que interviene en el mecanismo de colapso está sometido a cargas que puedan producir fallas por fatiga, ni son posibles fallas de tipo frágil ocasionado por cargas de impacto, bajas temperaturas u otros factores.
- g) Se cumplen las condiciones indicadas en las secciones 1.5.1.2 y 1.5.1.3 para estructuras diseñadas plásticamente.

En las estructuras tipo 1 analizadas elásticamente se admite redistribuir los momentos obtenidos del análisis, satisfaciendo las condiciones de equilibrio de fuerzas y momentos en vigas, nudos y entrepisos, y de manera que ningún momento se reduzca en valor absoluto en más de 30 por ciento en vigas que cumplan con los requisitos para secciones tipo 1 ó 2 de la sección 2.3 y cuyo patín comprimido esté soportado lateralmente en forma continua, o esté provisto de soportes laterales con separaciones no mayores que  $L_p$  (ecuaciones 3.33 y 3.34) en zonas de formación de articulaciones plásticas, ni en más de 15% en vigas tipo 3 provistas del soporte lateral mencionado arriba y en columnas tipo 1, 2 ó 3.

No se permite ninguna redistribución de momentos en vigas o columnas tipo 4.

Las estructuras tipo 2 pueden usarse en elementos secundarios, y se aceptan en la estructura principal si se utilizan muros, contraventeos, marcos rígidos, o una combinación de ellos que junto con las losas u otros diafragmas horizontales proporcionen a la construcción en conjunto rigidez lateral adecuada y capacidad para resistir las fuerzas horizontales que puedan obrar sobre ella.

Si se conocen las características de resistencia, rigidez y ductilidad de conexiones comprendidas entre las correspondientes a los dos tipos de estructuras mencionadas arriba, esas características pueden incorporarse en el análisis y diseño. Estas conexiones, "parcialmente restringidas", pueden usarse en la estructura principal de edificios cuya altura no exceda de 8 pisos o 30 m, o de altura mayor, si se complementan con muros, contraventeos, marcos rígidos, o una combinación de ellos.

Las características de las conexiones parcialmente restringidas deben estar documentadas en la literatura; en caso contrario, se establecerán con métodos analíticos o experimentales.

De lo anterior podemos concluir que el tipo de estructura es de Tipo 2.

- TIPO 2.- Comúnmente designados armaduras, unidas con conexiones que permiten rotaciones relativas, siendo capaces de transmitir el 100% de las fuerzas normales y cortantes en las conexiones, así como momentos no mayores del 20% de los momentos resistentes de diseño de los miembros que une la conexión.

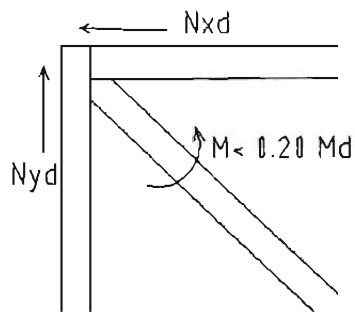


fig.1.1

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se trata de una estructura, cuya cimentación será a base de zapatas aisladas, para sustentar a las columnas principales, colocadas perimetralmente, las cuales serán los apoyos que reciban a las armaduras de perfiles metálicos, estas se proponen de varias secciones, utilizando en las cuerdas superior e inferior una sección compuesta con perfiles CE (Perfil C Estándar), los montantes y las diagonales serán secciones OR (Tubo Cuadrado) las columnas estarán ligadas con contra-trabes, en el caso de las secciones como zapatas aisladas, columnas y contra-trabes de liga todas ellas serán de concreto reforzado.

Para apoyar los muros de tabique divisorios y perimetrales se utilizarán zapatas corridas, de concreto reforzado, confinados, con castillos, ligando con cerramientos de concreto reforzado. Las armaduras utilizaran acero estructural A-36<sup>2</sup>. La cubierta de la Tienda Departamental será de Multytecho, apoyado sobre secciones CF (Perfil Formado en Frío).

Las dimensiones de estructura en planta son de 48 m x48 m, y en elevación es de 15.48 m en la cumbre y en la base de la techumbre de 9.5 m.

<sup>2</sup> Este tipo de acero se describe en la sección de Materiales Empleados

### 1.3 MATERIALES EMPLEADOS.

Los materiales que se describen serán los utilizados para la realización de este proyecto, tanto en análisis como en diseño.

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

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

Acero de estructural B -254<sup>3</sup> (A-36)  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

Acero de tonillos (A-325)  $f_y = 5400 \text{ kg/cm}^2$

Multi-techo:

Propiedades

Mecánicas: Esfuerzo de compresión:  $1.12 \text{ kg/cm}^2$  conforme a la Norma ASTM D-1621.  
Esfuerzo de Tensión:  $1.76 \text{ kg/cm}^2$  conforme a la Norma ASTM D-1623.

Soldadura Esfuerzo E-70XX<sup>4</sup>  $\text{lb/in}^2$

Tabique rojo recocido  $N = 15 \text{ kg/cm}^2$

---

<sup>3</sup> La nomenclatura B-254 designa normas por el Comité Ejecutivo Nacional de Normalización de la Industria Siderúrgica, oficializadas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, entre paréntesis se ha indicado las normas correspondientes de la Sociedad Americana de Ensayes y Materiales (ASTM).

<sup>4</sup> E-70XX, Electrodo de setenta libras sobre pulgada cuadrada. XX representa la resistencia a la tensión.

## Acero estructural

### Características de Acero Estructural:

#### Ventajas

- **Alta resistencia:** la alta resistencia en tensión y compresión del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos.
- **Homogeneidad:** las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.
- **Elasticidad:** el acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar esfuerzos considerables.
- **Precisión dimensional:** los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.
- **Resistencia a la tensión:** es la última resistencia del esfuerzo unitario máximo que puede alcanzar el acero en un ensaye a tensión.
- **Módulo de Elasticidad:** es la pendiente de la parte recta de la curva esfuerzo-deformación unitaria, y se calcula dividiendo el esfuerzo unitario entre la deformación unitaria.
- **Ductilidad:** el acero permite soportar grandes deformaciones sin falla, alcanzando altos esfuerzos en tensión, ayudando a que las fallas sean evidentes.
- **Tenacidad:** el acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica).
- **Facilidad de unión con otros miembros:** el acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.
- **Rapidez de montaje:** la velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales.
- **Disponibilidad de secciones y tamaños:** el acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.
- **Costo de recuperación:** las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.
- **Reciclable:** el acero es un material 100 % reciclable además de ser degradable por lo que no contamina.
- **Permite ampliaciones fácilmente:** el acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.
- **Soldabilidad:** la capacidad del acero para soldarse sin cambiar sus propiedades mecánicas básicas, en general la soldabilidad decrece con el aumento del carbono y manganeso.

### Desventajas

- Resistencia a la corrosión: el acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que deben recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos (primarios anticorrosivos) exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable.
- Calor, fuego: en el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.
- Pandeo elástico: debido a su alta resistencia/peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicas las columnas de acero.
- Fatiga: la resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas).

### Concreto simple

El concreto es una piedra artificial formada al mezclar apropiadamente cuatro componentes básicos: cemento, arena, grava y agua.

Las propiedades del concreto dependen en gran medida de la calidad y proporciones de los componentes en la mezcla, y de las condiciones de humedad y temperatura, durante los procesos de fabricación y de fraguado.

Para conseguir propiedades especiales del concreto (mejor trabajabilidad, mayor resistencia, baja densidad, etc.), se pueden añadir otros componentes como aditivos químicos, microsílíce, limadura de hierro, etc., o se pueden reemplazar sus componentes básicos por componentes con características especiales como agregados livianos, agregados pesados, cementos de fraguado lento, etc.

El concreto ha alcanzado importancia como material estructural debido a que puede adaptarse fácilmente a una gran variedad de moldes, adquiriendo formas arbitrarias, de dimensiones variables, gracias a su consistencia plástica en estado fresco.

Al igual que las piedras naturales no deterioradas, el concreto es un material sumamente resistente a la compresión, pero extremadamente frágil y débil a sollicitaciones de tracción. Para aprovechar sus fortalezas y superar sus limitaciones, en estructuras se utiliza el concreto combinado con barras de acero resistente a la tracción, lo que se conoce como concreto armado.

### Los materiales cementantes

Son materiales aglomerantes que tienen las propiedades de adherencia y cohesión requeridas para unir fragmentos minerales entre sí, formando una masa sólida continua, de resistencia y durabilidad adecuadas.

Dentro de esta categoría, además de los cementos propiamente dichos, se encuentran materiales empleados con menos frecuencia como las cales, los asfaltos y los alquitranes.

Para fabricar concreto estructural se utilizan únicamente los cementos hidráulicos (utilizan agua para reaccionar químicamente y adquirir sus propiedades cementantes durante los procesos de endurecimiento inicial y fraguado). Entre los diferentes cementos hidráulicos destaca, por su uso extendido, el cemento Portland, existiendo además los cementos naturales y los cementos con alto contenido de alúmina.

El cemento Portland es un polvo muy fino, de color grisáceo, que se compone principalmente de silicatos de calcio y de aluminio, que provienen de la combinación de calizas, arcillas o pizarras, y yeso, mediante procesos especiales. El color parecido a las piedras de la región de Portland, en Inglaterra, dio origen a su nombre

El proceso de manufactura del cemento consiste, esencialmente, en la trituración de los materiales crudos (calizas y arcillas); su mezcla en proporciones apropiadas; y su calcinación a una temperatura aproximada de 1400°C, dentro de un cilindro rotativo, lo que provoca una fusión parcial del material, conformándose bolas del producto llamadas clinker. El clinker es enfriado y luego es molido junto con el yeso hasta convertirlo en un polvo fino llamado cemento Portland.

Existen diversos tipos de cemento Portland:

- Tipo I: Se lo conoce como cemento Portland ordinario, que es el de mayor utilización en el mercado. Se lo utiliza en concretos normales que no estarán expuestos a sulfatos en el ambiente, en el suelo o en el agua del subsuelo.
- Tipo II: Son cementos con propiedades modificadas para cumplir propósitos especiales, como cementos antibacteriales que pueden usarse en piscinas; cementos hidrófobos que se deterioran muy poco en contacto con sustancias agresivas líquidas; cementos de albañilería que se los emplea en la colocación de mampostería; cementos impermeabilizantes que se los utiliza en elementos estructurales en que se desea evitar las filtraciones de agua u otros fluidos, etc.
- Tipo III: Son los cementos de fraguado rápido, que suelen utilizarse en obras de concreto que están en contacto con flujos de agua durante su construcción o en obras que pueden inestabilizarse rápidamente durante la construcción.
- Tipo IV: Son los cementos de fraguado lento, que producen poco calor de hidratación. Se los emplea en obras que contienen grandes volúmenes continuos de concreto como las presas, permitiendo controlar el calor emitido durante el proceso de fraguado.
- Tipo V: Son cementos resistentes a los sulfatos que pueden estar presentes en los agregados del concreto o en el propio medio ambiente. La presencia de sulfatos junto con otros tipos de cementos provoca la desintegración progresiva del concreto y la destrucción de la estructura interna del material compuesto.

## Tabiques

Los tabiques se clasifican entre los materiales que se obtienen mediante la colocación de arcillas naturales previamente moldeadas, o materiales cerámicos.

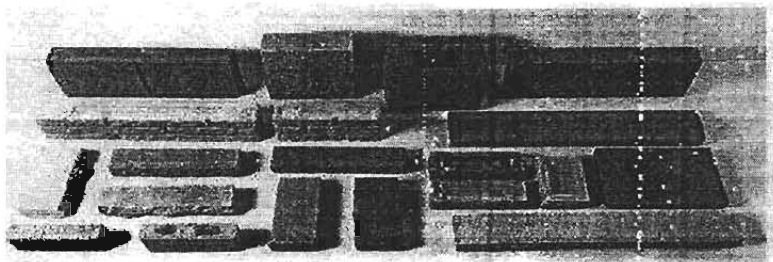
Las operaciones que comprende la fabricación de tabiques pueden resumirse como sigue:

- \* Extracción y trituración de la arcilla
- \* Preparación y amasado de la pasta
- \* Moldeo
- \* Desecación
- \* Cocción

El moldeo se efectúa con unas máquinas llamadas galleteras o con prensas. La cocción se lleva a cabo en hornos fijos o intermitentes, continuos, etc.

La norma del Ministerio de la Vivienda MV201-1972 << Muros resistentes de fábrica de ladrillos>>, da la siguiente definición de ladrillo:

*"Tabique es toda pieza destinada a la construcción de muros, generalmente en forma de ortoedro, fabricada por cocción con arcilla o tierra arcillosa, a veces con adicción de otras materias"*



Las aristas de un tabique reciben los nombres de:

- \* Soga, cada una de las cuatro aristas mayores
- \* Tizón, cada una de las cuatro aristas medianas
- \* Grueso, cada una de las cuatro aristas menores



En cuanto a las caras, se denominan:

- \* Tabla, cada una de las dos caras mayores (soga x tizón)
- \* Canto, cada una de las dos caras medias (soga x grueso)
- \* Testa, cada una de las dos caras menores (tizón x grueso)

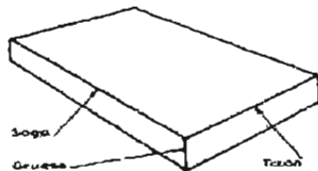


Fig. 5. — Denominación de las aristas de los ladrillos.

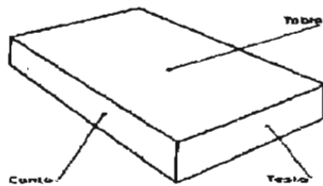


Fig. 6. — Denominación de las caras de los ladrillos.

## Soldadura

Una soldadura se define como la unión localizada de dos piezas de metal conseguida mediante la aplicación de calor, con o sin fusión, con o sin adición de material de relleno y con o sin aplicación de material.

El término de "soldadura de arco eléctrico" se refiere a un grupo de procesos que emplea un arco eléctrico como la fuente de calor para fundir y unir los metales.

El arco eléctrico, con el que se transforma energía eléctrica en calor, se crea al pasar una corriente eléctrica por una abertura en un circuito, entre la pieza que se va soldar y un electrodo. La corriente es conducida por un medio gaseoso compuesto por electrones e iones en número aproximadamente igual; los primeros, que desempeñan el papel más importante en la conducción de la corriente, son emitidos por la Terminal negativa (cátodo) y se mueven hacia la positiva (ánodo).

El electrodo es una varilla de alambre que puede consumirse o no durante el proceso. En el primer caso se diseña no sólo para que conduzca la corriente que sostiene el arco, sino también para que se funda y proporcione metal de relleno a la junta; el segundo, si se necesita material de relleno se utiliza una barra adicional.

El electrodo se mueve a lo largo de la junta, en forma manual o mecánica, o permanece fijo mientras se mueven las piezas que se va a soldar.

Electrodos:

Existe una gran variedad de electrodos para soldadura y se clasifican de la siguiente forma E XX WZ, para el caso de aceros al carbón y aceros aleados.

Donde: XX representa la resistencia a la tensión.

W posición de soldadura, cuando W es 1 se puede soldar en todas las posiciones, cuando es 2 solo se podrá soldar en posiciones horizontales y plana para soldaduras en filete.

Z representa el tipo de recubrimiento del electrodo.

En los casos de acero al carbón la AWS para tanques de almacenamiento recomienda las series E- 60XX y E- 70XX para aceros al bajo carbón y aceros al medio carbón existe la posibilidad de utilizar ambos en un mismo material.

La tabla I.1 muestra el tipo de recubrimiento así como el tipo de corriente eléctrica para los electrodos usualmente usados para la fabricación de recipiente a presión y atmosféricos.

| CLAVE  | RECUBRIMIENTO                  | TIPO DE CORRIENTE ELÉCTRICA          |
|--------|--------------------------------|--------------------------------------|
| E-6010 | ALTA CELULOSA SODICA           | C.D. CON POLARIDAD INVERTIDA.        |
| E-6011 | ALTA CELULOSA POTASICA         | C.A. O C.D. CON POLARIDAD INVERTIDA. |
| E-6012 | ALTO TITANIO SODICO            | C.A. O C.D. SIN CAMBIO DE POLARIDAD. |
| E-6013 | ALTO TITANIO POTASICO          | C.A. O C.D. CON CUALQUIER POLARIDAD. |
| E-6020 | ALTO OXIDO DE HIERRO           | C.A. O C.D SIN CAMBIO DE POLARIDAD.  |
| E-6027 | POLVO Y OXIDO DE HIERRO        | C.A O C.D.                           |
| E-7014 | POLVO DE HIERRO Y TITANIO      | C.A. O C.D. CON CUALQUIER POLARIDAD. |
| E-7015 | SODIO AL BAJO HIDROGENO        | C.D. CON POLARIDAD INVERTIDA         |
| E-7016 | POTASIO AL BAJO HIDROGENO      | C.A. O C.D. CON POLARIDAD INVERTIDA. |
| E-7018 | POLVO DE HIERRO BAJO HIDROGENO | C.A. O C.D. CON POLARIDAD INVERTIDA. |
| E-7024 | POLVO DE HIERRO TITANIO        | C.A. O C.D. CON CUALQUIER POLARIDAD. |
| E-7028 | POLVO DE HIERRO BAJO HIDROGENO | C.A. O C.D. CON POLARIDAD INVERTIDA. |

TABLA I.1

De entre los electrodos mas utilizados por los fabricantes se encuentran los electrodos E-6010 y E7018. Cuando se requiere soldar aceros aleados se puede utilizar los siguientes electrodos:

|                    |        |        |        |
|--------------------|--------|--------|--------|
| (1.5 Cr. -0.5 Mo ) | E-8015 | E-8016 | E-8018 |
| (2.5 Cr. – 1 Mo )  | E-9015 | E-9016 | E-9018 |

1.- NOMENCLATURA DE PERFILES SEGUN MANUAL IMCA

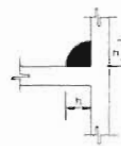
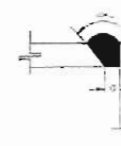
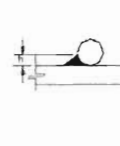
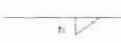


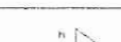





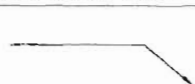
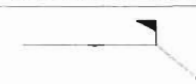
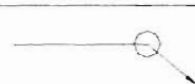
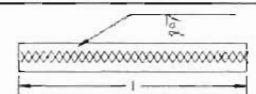
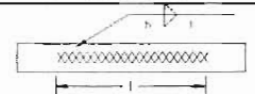
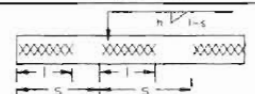
| SIMBOLOGIA DE SOLDADURA   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| TIPO DE LA SOLDADURA  | FILETE  | BISEL (*)  | RELLENO EN VARILLAS CON PLACA   |
| POSICION DE LA SOLDADURA  |    |     |    |
| LADO VISIBLE  |    |     |    |
| LADO NO VISIBLE   |    |     |    |
| AMBOS LADOS   |  |   |  |
| APLICACIÓN DE SOLDADURA   |   |  |   |
| SOLDADURA DE TALLER   | SOLDADURA DE CAMPO  | ALREDEDOR  |   |
|  |  |  |   |
| LONGITUD DE CORDONES  |   |  |   |
| TODA LA LONGITUD  | PARCIAL   | INTERMITENTE   |   |
|  |  |  |   |
| (*) CUANDO NO APAREZCA EN EL SIMBOLO EL VALOR DE "a" SE TOMARA ESTE COMO CERO       |   |  |   |

TABLA I.2

Multi-techo (Empleado para la cubierta de la Techumbre)

Especificaciones de sus componentes

**Acero**

- Lámina: Galvanizada y pintada Pintro.  
 Calibre: 26(0.018"/0.49mm) MULTYMURO DE FACHADAS Y MULTYTECHO.  
 28(0.015"/0.41mm) MULTYTECHO.  
 Calidad: Comercial SAE-1010, con bajo contenido de carbón.  
 Obtención: Por el proceso de Laminación en Frío y galvanizado con forme la Norma ASTM A-653.  
 Límite de Fluencia: 2,800 Kg/cm<sup>2</sup> mínimo.  
 Grado: "C".  
 Galvanizado: Recubrimiento de zinc aplicado por el proceso de inmersión en caliente para obtener una capa tipo G-90 (equivalente a 0.9 Oz / pie<sup>2</sup> por ambas caras), con la finalidad de proteger el acero contra la corrosión.  
 Pinturas: POLIÉSTER ESTÁNDAR  
 Revestimiento de acabado a un espesor de 0.8 mm., aplicado sobre una base de primer epoxy de 0.2 mm., de espesor, sometidos a un tratamiento de curado en horno.  
 DURAPLUS  
 Recubrimiento de alta resistencia a la corrosión, a un espesor de 0.8 mm., que aplicados aun primer epoxy de 0.8 mm., de espesor, crean un sistema de recubrimiento de excelentes características y propiedades.  
 PLASTISOL  
 Capa de acabado de 6.0 mm., de espesor aplicado sobre un primario primer-a-sol de 0.2 mm., diseñada para maximizar la durabilidad de los edificios expuestos a intemperismo severo o atmósferas corrosivas, con formulaciones que resisten el calor y la decoloración aún en las condiciones ambientales más agresivas.

Espuma rígida de poliuretano (Núcleo del multitecho)

Plástico celular con una densidad media de 40 Kg/m<sup>3</sup>, conforme a la Norma ASTM D-1622 y una estructura interna de 90% de celdas cerradas, conforme a la Norma ASTM D-2856.

- Autoextinguible: Debido a que incluye en su formulación un retardante contra el fuego, conforme a procedimientos de pruebas efectuadas en nuestro laboratorio.  
 Conductividad Térmica: Factor K = 0.132 BTU 's Pulg/(Hr.)(pie2)(°F) a una temperatura de 75 °F (24 °C), conforme a la Norma ASTM C-518.  
 Absorción de Agua: 0.03 Lbs./Pie2 ó 0.0014 Kg.Dm2.  
 Transmisión de Vapor de Agua: 2 Perms (promedio).  
 1 Perm es una unidad que equivale a: un grano de vapor de Agua/(Pie2)(Hr.)(Pulg. de Mercurio). Una libra de vapor de agua es igual a 7,000 granos.  
 Resistencia a la Difusión de Vapor de Agua: Forma una película de protección compacta que dificulta la penetración del vapor de agua.

|                                       |   |   |
|---------------------------------------|---|---|
| Resistencia a la Intemperie:          | Resistencia a las influencias atmosféricas (la luz solar y la lluvia producen únicamente una alteración del color de la superficie expuesta, tornándose ésta ligeramente quebradiza). |   |
| Resistencia a los Productos Químicos: | Excelente resistencia al agua, agua de mar, vapores de ácidos, a la mayoría de los solventes, hidrocarburos y aceites minerales.  |   |
| Estabilidad Dimensional:              | CÁMARA DE HUMEDAD:  | 10% Vol. (máximo) a 70 °C y 100% H.R.<br>5% Vol. (máximo) a 70 °C y 45-50% H.R. ambiente. |
|                                       | REFRIGERADOR:   | 1% Vol. (máximo) a -15 °C,<br>conforme a la Norma ASTM D-2126.                            |
| Propiedades Mecánicas:                | Esfuerzo de compresión:   | 1.12 Kg/cm <sup>2</sup> conforme a la Norma ASTM D-1621.                                  |
|                                       | Esfuerzo de Tensión:  | 1.76 Kg/cm <sup>2</sup> conforme a la Norma ASTM D-1623.                                  |
| Temperaturas de Servicio:             | Mínima:   | - 40 °C, (Dependiendo del espesor del panel)  |
|                                       | Máxima:   | + 80 °C.  |

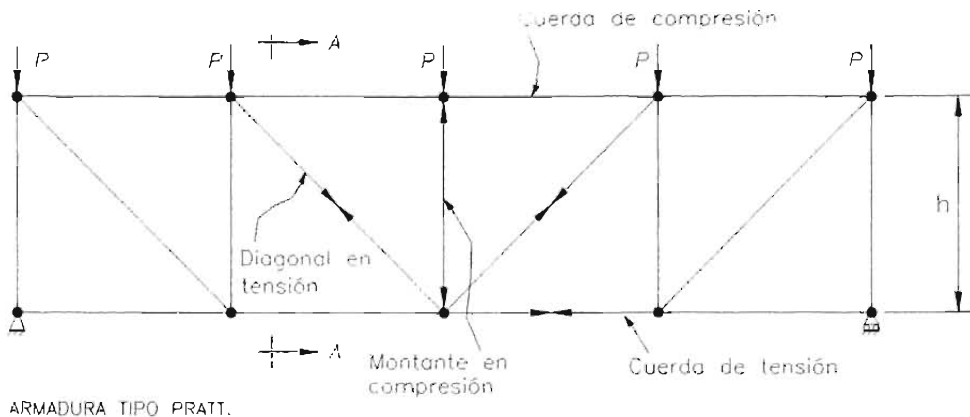
## AISLAMIENTO ACÚSTICO

El valor medio obtenido en laboratorio sobre muestras de paneles de 1 1/2" de espesor enchapadas en lámina Pintro cal. 26 y con densidad de espuma de 40 Kg./M<sup>3</sup> (Fórmula Multypanel), en las frecuencias preferentes para bandas de octava (125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 ciclos por segundo) es de 28.2 decibeles.

#### 1.4 MARCO TEÓRICO.

Comenzaremos por dar una breve definición del significado de las estructuras. Una estructura puede ser definida como un conjunto de elementos unidos entre sí.

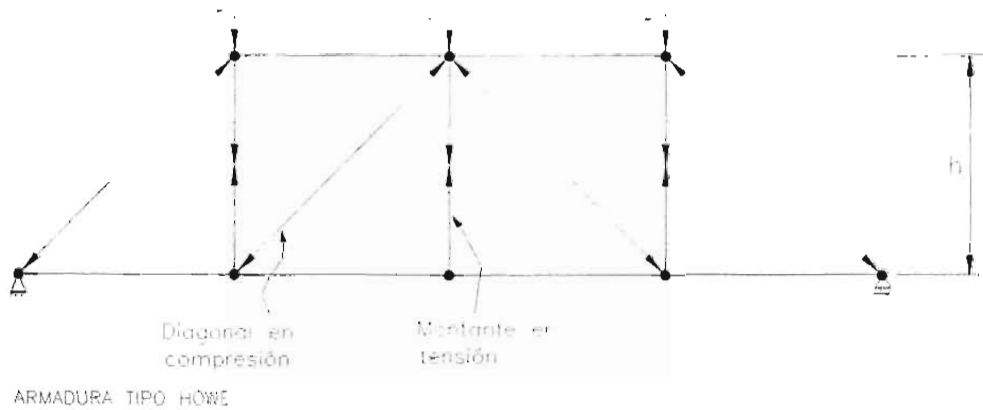
En cuanto a la definición que algunos textos dan sobre las armaduras, podemos decir que es un sistema de barras articuladas en los extremos y colocadas a manera que formen triángulos cuya alta rigidez para fuerzas en su plano hace que las cargas exteriores se resistan exclusivamente por fuerzas axiales en los elementos. Transmitiendo las cargas a los apoyos, se dice que funciona como una viga de alma abierta en donde se equilibra el momento flexionante en cada sección, esto por medio de las fuerzas de tensión y compresión concentradas en las cuerdas superior e inferior. Las fuerzas cortantes se equilibran por fuerzas axiales en los elementos diagonales y verticales.



Debido a la geometría de la armadura, hace que ésta sea un elemento estructural frecuentemente usado ya que el material se aprovecha eficientemente y su ligereza hace de la armadura un sistema estructural que permite cubrir grandes claros.

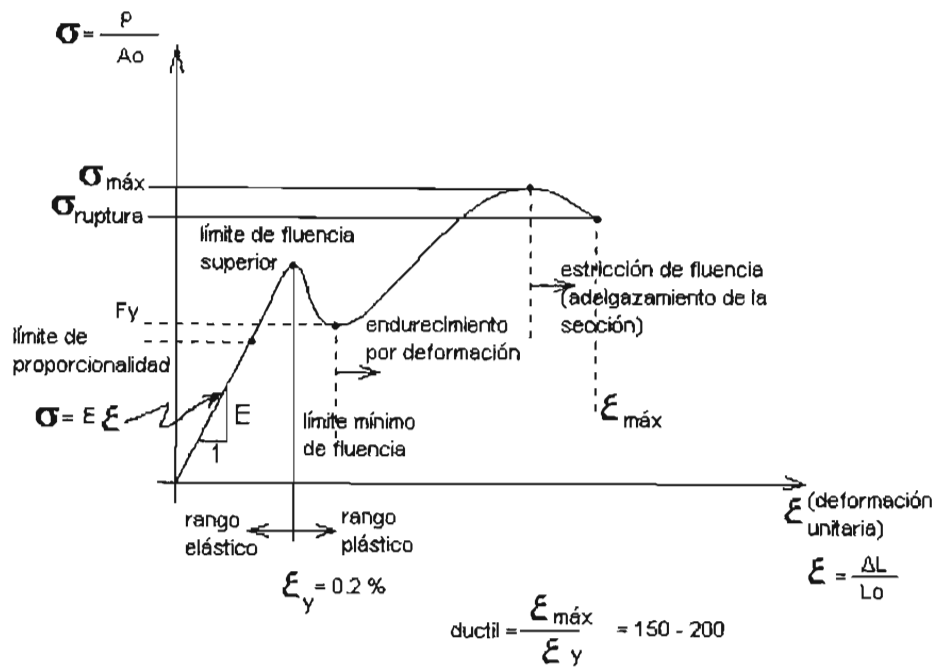
La triangulación es el aspecto clave de una armadura, un arreglo apropiado en los elementos depende que la transmisión de las cargas sea la adecuada. Para lograr una rigidez alta conviene que los ángulos formados en los triángulos estén dentro de  $30^\circ$  y  $60^\circ$ , evitando así ángulos menores a los mencionados.

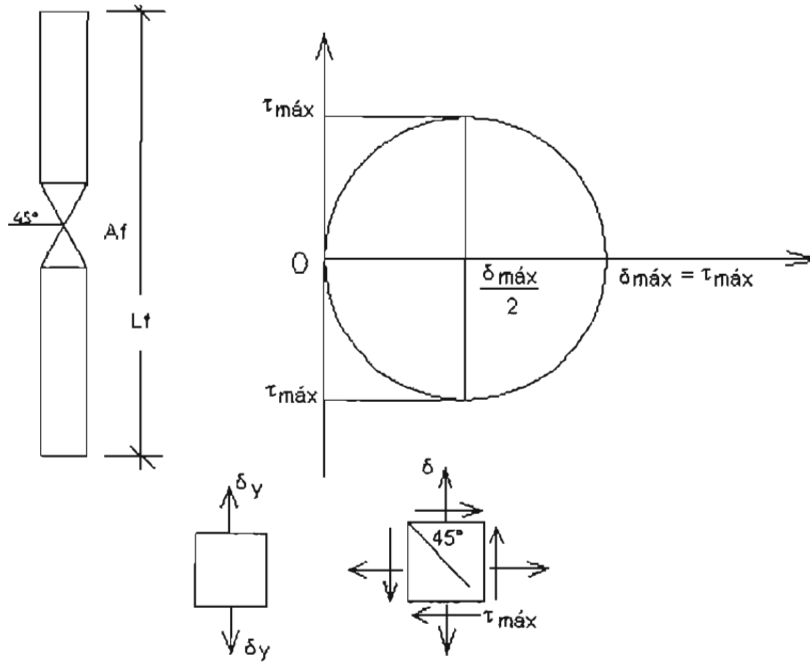
Se recomienda que los elementos a compresión no sean muy largos, ya que esto influye en la resistencia del mismo, y se trate de evitar los efectos de pandeo, para las barras o elementos a tensión, la longitud no influye tanto en la magnitud de los esfuerzos.



#### 1.4.1 RELACIÓN ESFUERZO-DEFORMACIÓN DEL ACERO

Sea una barra de acero al bajo carbono (A-36) sujeta a tensión con sección circular.



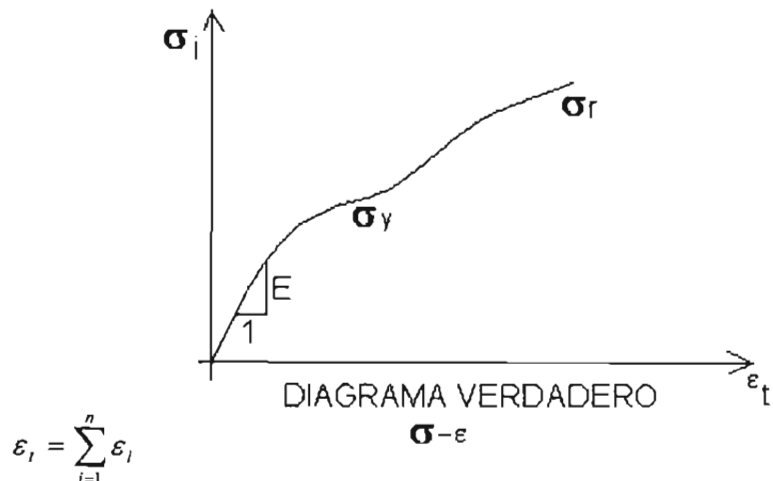


Todos los elementos de distintos materiales a nivel molecular fallan a cortante.

Sí graficamos para cada valor de esfuerzo alcanzando  $\sigma = \frac{P_i}{A_i}$

Su deformación unitaria real  $\varepsilon = \frac{\Delta L_i}{L_i}$

Obtenemos  $\varepsilon_t = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta L_i}{L_i} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum \frac{\Delta L_i}{L_i} = \int_{L_0}^{L_i} \frac{dL}{L} = \ln L \Big|_{L_0}^{L_i} = \ln(L_i) - \ln(L_0) = \ln\left(\frac{L_i}{L_0}\right)$





Aceros Estructurales<sup>5</sup>

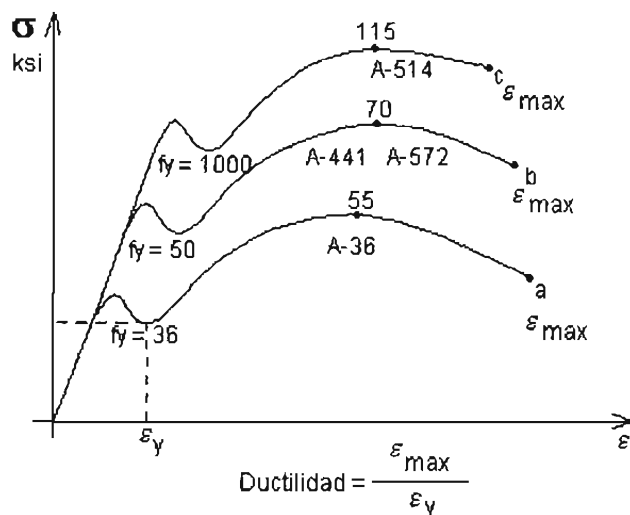
- a) Aceros generales (A-36)
- b) Aceros estructurales de carbono (A-529)
  - b.1 Bajo contenido de carbono (<0.15 %)
  - b.2 Dulce al carbono (0.15 – 0.29 %)
  - b.3 Medio al carbono (0.30 – 0.59 %)
  - b.4 Alto contenido de carbono (0.6 – 1.7 %)
- c) Aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación (Mo, V y Cr), (A-441 y A-572) aleación al 5 %.
- d) Aceros estructurales de alta resistencia y baja aleación, resistentes a la corrosión atmosférica (A-242, A-588).
- e) Acero templado y revenido (A-514).

| Designación ASTM   | Acero   | Formas                           | Usos   | Fy min Ksi             | Fumin tensión ksi |
|--------------------|---|----------------------------------|--|------------------------|-------------------|
| A-36<br>NOM B-254  | Al carbono  | Perfiles, barras y placas        | Puentes, edificios estructurales en gral. Atornillados, remachados y soldados    | 36 e ≤ 8"<br>32 e > 8" | 58 – 80           |
| A-529<br>NOM B-99  | Al carbono  | Perfiles y placas e ≤ 1/2"       | Igual al A-36  | 42                     | 60-85             |
| A-441<br>NOM B-284 | Al magnesio, vanadio de alta resistencia y baja aleación                | Perfiles, placas y barras e ≤ 8" | Igual al A-36<br><br>Tanques   | 40-50                  | 60-70             |
| A-572<br>NOM B     | Alta resistencia y baja aleación  | Perfiles, placas y barras e ≤ 6" | Construcciones atornilladas, remaches. No en puentes soldados cuando Fy ≥ 55 ksi | 42-65                  | 60-80             |
| A-242<br>NOM B-282 | Alta resistencia, baja aleación y resistente a la corrosión atmosférica | Perfiles, placas y barras e ≤ 4" | Construcciones soldadas, atornillada, técnica especial de soldadura              | 42-50                  | 63-70             |
| A-514              | Templados y revenidos   | Placas e ≤ 4"                    | Construcciones soldada especialmente. No se usa si se requiere gran ductilidad   | 90-100                 | 100-150           |

<sup>5</sup> De acuerdo a la American Society of Testing Materials ASMT

|                    |   |
|--------------------|---|
| A-53<br>NOM B-177  | Tubo de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente.                               |
| A-500<br>NOM B-199 | Tubo de acero para usos estructurales formados en frío con o sin costura de sección circular y otras formas.    |
| A-501<br>NOM B-200 | Tubo de acero al carbono con o sin costura formado en caliente para uso estructural.                            |
| A-606<br>NOM B-277 | Lámina de acero de baja aleación y alta resistencia. Laminada en caliente o en frío, resistente a la corrosión. |
| A-570<br>NOM B-347 | Lámina de acero al carbono laminada en caliente para uso estructural.   |
| A-27<br>NOM B-353  | Piezas coladas de acero de alta resistencia.  |
| A-668              | Forjados de acero al carbono y de aleación para uso industrial general.   |

A más resistencia de acero menor soldabilidad y más frágil, debido a su alto contenido de carbono.



#### 1.4.2 ESPECIFICACIONES Y CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN

Las especificaciones de diseño de estructuras no se han desarrollado para restringir al ingeniero sino para proteger al usuario de estas. No todo se encuentra en los reglamentos así que sin impactar los códigos o especificaciones empleados, la responsabilidad final de la estructura (seguridad) recae en el ingeniero estructurista.

### 1.4.3 CARGAS

Una de las tareas más importantes del proyectista es determinar de la manera más precisa posible el valor de las cargas que soportará la estructura durante su vida útil, así como su posición y también determinar las combinaciones más desfavorables que de acuerdo a los reglamentos pueda presentarse.

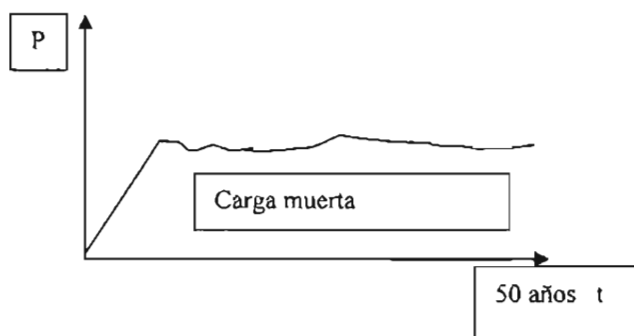
#### Tipos de cargas

- 1) Cargas muertas
- 2) Cargas vivas
- 3) Cargas accidentales

#### 1) Cargas muertas

Son aquellas cuya magnitud y posición, permanecen prácticamente constantes durante la vida útil de la estructura.

- Peso propio.
- Instalaciones.
- Empujes de rellenos definitivos.
- Cargas debidas a deformaciones permanentes.



#### 2) Cargas vivas

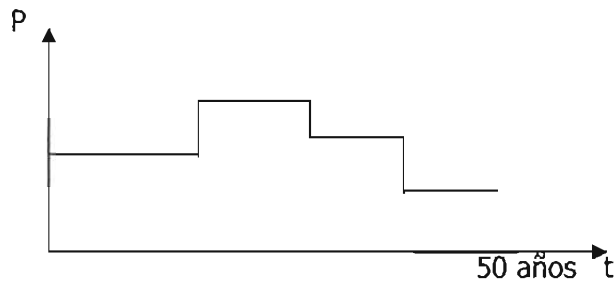
Son cargas variables en magnitud y posición debidas al funcionamiento propio de la estructura.

- Personal.
- Mobiliario.
- Empujes de cargas de almacenes.

Estas cargas se especifican como uniformemente repartidas por unidad de área en el ANSI y otros códigos como el RCDF-87 Título 6.

- Cargas vivas máximas ( $W_m$ ) para diseño por cargas gravitacionales y para calcular los asentamientos inmediatos en suelo, así como en el diseño de la cimentación de la estructura.

- Cargas vivas medias ( $W$ ) para determinar deformaciones de suelo a largo plazo y para el cálculo de flechas en los elementos.
- Cargas vivas instantáneas ( $W_a$ ) para diseño por combinación accidental; sismo y viento, y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área.



La vida útil de una estructura es de aproximadamente 50 años.

Cargas vivas de impacto<sup>6</sup>

Incremento de carga

|   |       |
|---|-------|
| Soportes de elevadores  | 100 % |
| Soportes de maquinaria ligera impulsada por motores eléctricos                          | 20 %  |
| Soportes de maquinaria con movimiento alternativo o impulsada con motores de combustión | 50 %  |
| Tirantes que soporten pisos y balcones  | 33 %  |

Cargas vivas para estructuras especiales:

- Para puentes de FFCC las normas de la American Railway Engineering Association (AREA).
- Para puentes carreteros las normas de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
- Para edificios el Uniform Building Code (UBC);

3) Cargas accidentales:

Viento:

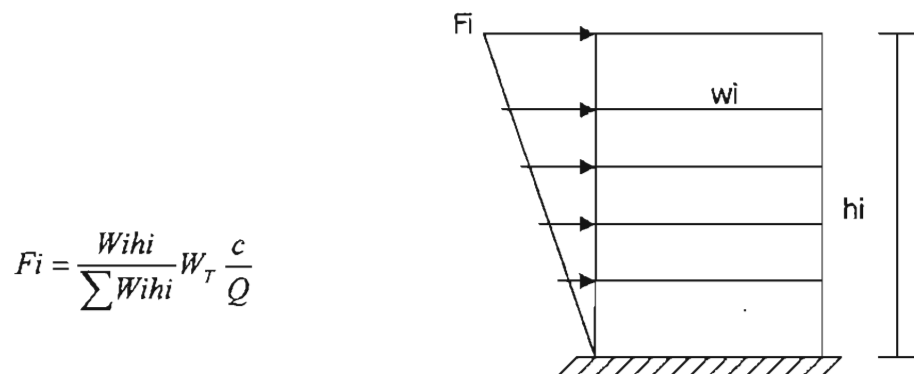
Estas cargas dependen de la ubicación de la estructura, de su altura, del área expuesta y de la posición. Las cargas de viento se manifiestan como presiones y succiones. En las NTC-Viento del RCDF-87 se especifica el cálculo de estas presiones de acuerdo a las características de la estructura.

En general ni se especifican normas de diseño para el efecto de huracanes o tornados, debido a que se considera incosteable el diseño contra estos efectos; sin embargo, se sabe que el detallado cuidadoso del refuerzo, y la unión de refuerzos en los sistemas de piso con muros mejora notablemente su comportamiento.

<sup>6</sup> de acuerdo al IMCA Instituto Mexicano de la Construcción en Acero.

Sismo:

Estas cargas inducidas en las estructuras están en relación a su masa y elevación a partir del suelo; así como de las aceleraciones del terreno y de la capacidad de la estructura para disipar energía; estas cargas se pueden determinar como fuerzas estáticas horizontales aplicadas a las masas de la estructura, aunque en ocasiones debido a la altura de los edificios o esbeltez se hace necesario un análisis dinámico para determinar las fuerzas máximas a que estará sometida la estructura.



$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} W_T \frac{c}{Q}$$

Se puede llevar a cabo un análisis estático, siempre y cuando la altura de las estructuras no sea mayor de 60 metros, evitando su empleo a estructuras irregulares en su geometría en planta o en elevación.

#### 1.4.4. MÉTODOS DE DISEÑO:

En un principio, las estructuras se diseñaron empleando esfuerzos permisibles o de trabajo, que limitaban el esfuerzo normal o tangencial de una pieza o una fracción del esfuerzo de fluencia del material, razón por la cual se le denomina comúnmente "diseño elástico" aunque es más correcto el termino: "diseño por esfuerzos permisibles o de trabajo".

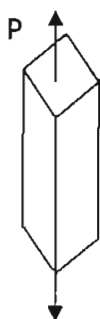
Ejemplo:

$$\sigma = P/A \leq \sigma_p = 0.66f_y$$

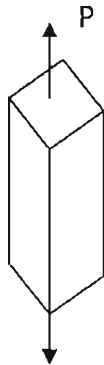
$$A_{nec.} \geq P/0.66f_y$$

$$F:S: a \text{ la fluencia} = 1/60 = f_y/\sigma_p$$

$$\sigma_p = 0.66f_y \geq$$



Cabe señalar que si se aprovecha la resistencia del material más allá de su punto de fluencia (como es el caso del acero) y se define el esfuerzo permisible en función del esfuerzo de falla se estará diseñando plásticamente, por lo cual es impropio el término de diseño elástico.



$$\sigma_p = 0.66 f_u$$

$$\sigma = P/A \leq \sigma_p = 0.66 f_u$$

$$A_{nec.} \geq P/0.66 f_u$$

Donde:

$$F.S. = a \text{ la falla} = f_u / \sigma_p = 1/0.66$$

### Diseño plástico:

Actualmente las estructuras se diseñan teniendo en cuenta separadamente las cargas  $P$  que se multiplican por un factor de carga  $F_c > 1$  que amplifica las cargas, y por otro lado la resistencia del elemento se obtiene nominalmente considerando su capacidad última de falla ( $R_n$ ) para conseguir secciones económicas, se reduce con factores de resistencia  $F_r < 1$ ; de tal manera que la ecuación básica de diseño resulta:

$$F_c P \leq F_r R_n$$

De donde:

$$F.S. \text{ a la falla} = F_c > 1 / F_r < 1 > > 1$$

EJEMPLO:

$$F_r = 0.75$$

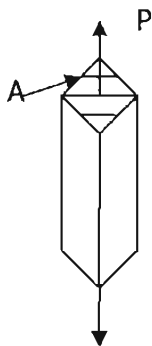
$$F_c = 1.4$$

$$R_t = A F_u$$

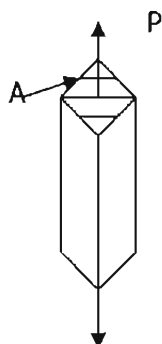
$$1.4 P \leq 0.75 A f_u$$

$$A \geq 1.4 P / 0.75 F_u = 1.86 P / f_u$$

$$F.S. \text{ a la falla} = 1.86$$



Sin embargo, este diseño denominado comúnmente "plástico" debería llamarse "diseño por factores de carga y resistencia", pues si en lugar de elegir la resistencia a la ruptura ( $F_u$ ) tomamos el esfuerzo de fluencia ( $F_y$ ) obtenemos un diseño elástico



$$Fr = 0.9$$

$$Fc = 1.4$$

$$Rt = An fy$$

$$1.4 P \leq 0.9 A fy$$

$$An \geq 1.4 P / 0.9 fy = 1.55P / fy$$

$$\text{F.S. a la fluencia} = 1.55$$

El método LRFD y el de las NTC-Metálica siguen este método para el diseño por estados límites de falla; es decir, el diseño para elementos mecánicos y/o esfuerzos que aseguran la resistencia mecánica del elemento estructural ante el colapso.

Mientras que el diseño por estado límite de servicio incluye la revisión por deflexiones, vibraciones y demás efectos en las estructuras para que no afecten su buen funcionamiento.

La revisión de los elementos de la armadura tridimensional, se llevara acabo por el criterio de resistencia de diseño. El programa de cálculo Staad Pro 3.1 basa su cálculo en este criterio, bajo el código AISC<sup>7</sup> y en este mismo se hace referencia al criterio por factores de carga y resistencia (LRFD)<sup>8</sup>. Este criterio de Resistencia de Diseño es el que esta contemplado en las NTC-87.

<sup>7</sup> AISC American Institute of Steel Construction.- Instituto americano de la construcción en acero.

<sup>8</sup> LRFD Load and Resistance Factor Design.- Diseño de Acero por Factor de Carga y Resistencia, del Manual de Construcción y Diseño de Acero (edición 1986) publicado por AISC.

## CAPÍTULO 2

### PROGRAMA DE CÁLCULO (STAAD PRO REL 3.1)

#### OBJETIVO PARTICULAR

Se conocerá brevemente el funcionamiento del programa de cálculo y del modelado de la estructura, así como la asignación de las secciones propuestas sean las más adecuadas para la armadura tridimensional, en cuestión.

#### 2.1 MODELADO DE LA ESTRUCTURA EN EL PROGRAMA.

##### 2.1.1 PROGRAMA EMPLEADO

###### Breve descripción del programa Staad<sup>9</sup> Pro 3.1

Conjunto de programas especializados de ingeniería estructural, que comprenden varias especialidades: estática, dinámica, análisis lineal y no lineal en dos y tres dimensiones, efecto P-Delta, análisis estático, dinámico, sísmico y elemento finito, así como el diseño estructural con acero, concreto, madera, de acuerdo con numerosas especificaciones y normas internacionales (AISC, ACI).

Aplicable a cualquier tipo de estructura, desde un marco rígido simple de acero o de concreto estructural, hasta una estructura muy compleja de un edificio de gran altura, formada por una gran cantidad de marcos rígidos en dos direcciones ortogonales, e inclusive permite resolver el análisis y diseño de estructural complejas como puentes, plataformas marinas y torres de transmisión.

Incluye todas las condiciones de carga y de apoyo para el análisis de las estructuras. En el caso particular del diseño en acero, utiliza las especificaciones internacionales del AISC, de acuerdo con el criterio basado en el diseño elástico o diseño por esfuerzos permisibles y **el de diseño por factores de carga y de resistencia (LRFD)**, últimas ediciones, contando para ello una base de datos de perfiles, con una gran variedad y combinaciones de ellos, incluyendo el diseño compuesto, acero-concreto.

###### *Factores de carga:*

Los factores de carga incrementan sus magnitudes para tomar en cuenta las incertidumbres para estimar sus valores:

| Reglamento LRFD  | Combinaciones mas frecuentes |
|------------------|------------------------------|
| Carga muerta = D | U = 1.4 D                    |

9 STAAD.- (Structural Análisis And Design - integrated Structural Design System STAAD-III-ISDS).



|                          |  |
|--------------------------|--|
| Carga viva = L           | $U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$         |
| Carga viva en techo = Lr | $U = 1.2 D + 1.6 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$                 |
| Carga viento = W         | $U = 1.2 D + 1.3 W + 0.5 L + 0.5 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$ |
| Carga por sismo = E      | $U = 1.2 D + 1.5 E + (0.5L \text{ ó } 0.2S)$                     |
| Carga de nieve = S       | $U = 0.9 D - (1.3 W \text{ ó } 1.5 E)$                           |
| Carga de lluvia = R      |  |
| Carga última total = U   |  |

|                      |   |
|----------------------|---|
| Carga muerta = CM    | *1.4 CMmáx ó 1.5 CMmáx                                |
| Carga viva = CV      | *1.4 (CMmáx + CVmáx) ó 1.5(CMmáx + CVmáx)             |
| Carga por viento = V | **1.1 (CMmed. + CVinst. + S en una dirección ó V)     |
| Carga sísmica = S    | ***0.9 (CMmin + CVmin) + 1.1 (S en una dirección o V) |
|                      | ****1.0 (CMmed. + CVmed)                              |

- \* Combinaciones comunes.
- \*\* Combinaciones accidentales.
- \*\*\* Caso de volteo.
- \*\*\*\* Revisión por estado límite de servicio

### Factores de resistencia:

Para estimar con precisión la resistencia última de un elemento estructural se deben tomar en cuenta la incertidumbre que se tiene en las hipótesis de diseño, resistencia de materiales, dimensiones de cada sección, mano de obra, aproximación de los análisis, etc.

### Reglamento LRFD

#### Factores de resistencia:

- 1.0 Aplastamiento en zonas de pernos, fluencia del alma bajo cargas concentradas, cortante en tornillos o en juntas tipo fricción.
- 0.9 Vigas sometidas a flexión y cortante, soldaduras tipo filete con esfuerzos permisibles paralelos a su eje.
- 0.85 Columnas, aplastamiento del alma, aplastamiento en agujeros.
- 0.80 Cortante en el área efectiva de soldaduras de penetración parcial.
- 0.75 Tornillos a tensión, soldaduras de tapón o muesca, fractura de la sección neta de miembros a tensión
- 0.65 Aplastamiento en tornillos (diferentes al tipo A-307)
- 0.60 Aplastamiento en tornillos A-307.

NTC- Diseño de estructuras metálicas:

| Fr   | Caso  |
|------|---|
| 0.9  | Resistencia a tensión para estado límite de flujo plástico en la sección total, resistencia a flexión y cortante en vigas, determinación de cargas críticas, tensión o compresión paralela al eje de soldaduras tipo filete y de penetración parcial.   |
| 0.80 | Tensión normal al área efectiva en soldaduras de penetración parcial cortante en el área efectiva en soldaduras de penetración completa.  |
| 0.75 | Resistencia a tensión por estado límite de fractura en la sección neta, resistencia a compresión para estado límite de pandeo local en secciones tipo 4, cortante en el área efectiva en soldaduras de filete, cortante paralela al eje de la soldadura de penetración parcial, resistencia a tensión de tornillos. |
| 0.70 | Resistencia a compresión de columnas de sección transversal circular hueca tipo 4.  |
| 0.60 | Resistencia al cortante en conexiones por aplastamiento.  |

A continuación se muestran los comandos más utilizados en staad con una breve descripción.

**Tabla: Comandos mas utilizados en Staad**

|  |  |
|--|--|
| STAAD  | Inicia el programa especificando si la estructura estará en el plano, en el espacio, armadura plana o espacial, etc. |
| *  | El asterisco sirve para poner comentarios o títulos  |
| UNIT   | Especifica el sistema de unidades a utilizar   |
| INPUT WIDTH  | Especifica el numero de caracteres por línea en el archivo de entrada  |
| INPUT NODESIGN   | Especifica que no se asigne memoria para el diseño en el caso de que no se vaya a realizar.                          |
| JOINT COORDINATES                                      | Especifica las coordenadas rectangularmente o cilíndricamente  |
| MEMBER INCIDENCES                                      | Define los miembros por medio de sus nodos inicial y final   |
| ELEMENT INCIDENCES                                     | Define elementos planos como muros, etc. por medio de tres o mas nodos   |
| DEFINE MESH  | Generación de mallas finas con elementos   |
| PERFORM ROTATION                                       | Rota la estructura alrededor de sus ejes   |
| INACTIVE, CHANGE Y DELETE                              | Desactivar, activar o borrar elementos de la estructura para cierto análisis.  |
| START USER TABLE                                       | Genera tu propio catalogo de Acero   |
| MEMBER PROPERTIES                                      | Define las propiedades de los miembros   |
| ELEMENT PROPERTY                                       | Define las propiedades de los elementos  |
| MEMBER RELEASE   | Relajamiento de miembros   |
| MEMBER TRUSS Y MEMBER CABLE                            | Especificación de miembros armadura o cables   |
| ELEMENT PLANE STRESS Y ELEMENT IGNORE INPLANE ROTATION | Especificación del plano de esfuerzos en un elemento   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| MEMBER OFFSETS                | Especificación de desplazamiento de miembros   |
| CONSTANTS                     | Especifica las constantes del modulo de Elasticidad E, Relación de Poisson, Densidad, etc.   |
| SUPPORTS                      | Define los apoyos indicando los nodos y sus restricciones  |
| SLAVE                         | Este comando permite modelar uniones rígidas en el sistema   |
| DRAW                          | Dibuja la geometría de la estructura   |
| CUT (OFF)                     | Frecuencias de corte o modos de secciones que serán consideradas dentro del análisis dinámico  |
| LOADING                       | Inicia un nuevo caso de carga  |
| SELFWEIGHT                    | Especifica que considere la carga debido al peso propio de la estructura   |
| DEFINE MOVING LOAD            | Definición de cargas en movimiento   |
| DEFINE WIND LOAD              | Define el numero del tipo o sistema de carga de viento, la intensidad del viento, las elevaciones y factores de exposición                 |
| WIND LOAD                     | Define el numero de caso de carga, la dirección del viento y el tipo o sistema de carga de viento asociado definido en el comando anterior |
| JOINT LOAD                    | Especificación de carga nodal  |
| MEMBER LOAD                   | Especificación de carga sobre un miembro   |
| ELEMENT LOAD                  | Especificación de carga sobre un elemento  |
| AREA LOAD                     | Especificación de carga de superficie (calcula la distribución en un solo sentido)   |
| FLOOR LOAD                    | Especificación de carga de piso (calcula la distribución en dos sentidos)  |
| MEMBER PRESTRES               | Especificación de carga de Preesfuerzo   |
| MEMBER POSTRESS               | Especificación de carga de Preesfuerzo   |
| TEMP LOAD                     | Especificación de carga debida a Temperatura   |
| FIXED (END) LOAD              | Especificación de carga sobre un extremo fijo  |
| SPECTRUM                      | Especificación de la respuesta modal de acuerdo a los datos de aceleración contra tiempo ingresados  |
| LOAD GENERATION               | Define sistemas de carga predefinidos para generar casos de carga primaria   |
| CALCULATE NATURAL FREQ        | Especificación para calcular la frecuencia natural   |
| MODAL (CALCULATION REQUESTED) | Especificación para el calculo de desplazamientos estáticos y fuerzas para el caso de carga  |
| LOAD COMBINATION              | Especificación de combinación de cargas definas anteriormente con sus respectivos factores   |
| LOAD LIST                     | Activa solo los casos de carga especificados en este comando para la impresión y diseño en la ejecución de los cálculos específicos        |
| SECTION                       | Este comando especifica las secciones en términos de longitudes fraccionales de los miembros   |
| PERFORM ANALYSIS              | Instruye al programa para que se ejecute el análisis estático, p delta o dinámico  |
| PRINT                         | Impresión de Datos e Impresión de Resultados del análisis  |

|                   |   |
|-------------------|---|
| SIZE              | Especificación de tamaño. Se utiliza para calcular las propiedades necesarias de una sección de un miembro                              |
| PARAMETER         | Especificación de parámetros de las tablas del manual   |
| CODE              | Parámetro de diseño que se refiere a las tablas del manual  |
| SELECT            | Selección de miembros específicos basado en las restricciones de los valores de los parámetros y códigos específicos                    |
| GROUP             | Agrupación de miembros específicos para hacer un análisis de acuerdo a sus más importantes propiedades                                  |
| STEEL TAKE OFF    | Proporciona una lista de todas las diferentes secciones de los catálogos de acero utilizados en la estructura con sus respectivos pesos |
| CONCRETE TAKE OFF | Se puede usar para hacer una estimación del volumen total del concreto  |
| CHECK CODE        | Especificación de revisión de miembros de acuerdo al código especificado  |
| DESIGN            | Mandato de diseño   |
| STEEL DESIGN      | Especificaciones necesarias para el diseño de acero   |
| CONCRETE DESIGN   | Especificaciones necesarias para el diseño de concreto  |
| TIMBER DESIGN     | Especificaciones necesarias para el diseño de madera  |
| FOOTING DESIGN    | Especificaciones necesarias para el diseño de cimentaciones   |
| FINISH            | Comando que indica el fin de la corrida de STAAD  |

## 2.1.2 MÉTODOS DE ANÁLISIS SEGÚN EL PROGRAMA EMPLEADO

El Programa Staad Pro 3.1 maneja varias opciones de análisis depende del usuario elegir alguna de ellas o incluso hacer combinaciones depende de las necesidades del proyecto y desde luego el tipo de estructura a analizar, así como de todas las variables ya antes mencionadas. A continuación se presentan las consideraciones que son tomadas para la realización del análisis en el Programa de cálculo.

Existen dos métodos que sirven para especificar el análisis de miembros que involucran únicamente cargas axiales, es decir, armaduras. Cuando todos los miembros en la estructura sean armaduras, el tipo de estructura debe ser declarada como TRUSS, mientras que, cuando solo algunos de los miembros soporten cargas axiales (por ejemplo, el contraventeo de un edificio), el mandato MEMBER TRUSS puede ser usado para identificarlos separadamente. Una considerable cantidad de tiempo puede ser ahorrada en el análisis y diseño, si se declara un miembro axial como una armadura.

Diferentes tipos de análisis pueden ser realizados con Staad Pro 3.1:

- 1) Análisis de rigidez.
- 2) Análisis de segundo orden.
  - Análisis P-Delta.
  - Análisis No-Lineal.
- 3) Análisis dinámico.

Para un análisis completo de la estructura, las matrices necesarias son generadas con base a las siguientes suposiciones:

El análisis de rigidez implementado en Saad-Pro 3.1, está basado en el método de desplazamientos. En el análisis matricial de estructuras complejas por el método de desplazamiento, la estructura es primero idealizada como un ensamble de elementos estructurales discretos (elementos de marcos o elementos finitos). Cada componente tiene una forma determinada de desplazamiento, de tal manera que se satisfaga el equilibrio de fuerzas y la compatibilidad de desplazamientos en los nodos.

Las cargas se podrán aplicar como distribuidas sobre la superficie de los elementos o como cargas concentradas sobre los nodos. Dentro del análisis se toman en consideración los efectos de esfuerzo plano, así como también los efectos de flexión del plano.

Las cargas internas y externas que actúan en cada nodo están en equilibrio. En caso de que las propiedades de torsión o flexión sean definidas en algún miembro, seis grados de libertad serán considerados para cada nodo (es decir, tres de rotación y tres de translación) en la generación de las matrices pertinentes. Si el miembro se define perteneciente a una armadura (esto es, soportando únicamente fuerzas axiales) entonces solamente los tres grados de libertad (translación) son considerados para cada nodo. Dos clases de sistemas coordinados (global y local) son empleados para la generación de las matrices requeridas.

Los Ejes de coordenadas locales son asignados a cada elemento individual, y son orientados de tal manera que la eficiencia en el cálculo de la matriz de rigidez del elemento, sea generalizada y minimizada. Los ejes de coordenadas absolutos son un dato común de referencia, que se establece por comodidad para todos los elementos, de tal manera que las fuerzas y desplazamientos de los elementos puedan ser asociadas a un marco común de referencia.

### Ecuación Básica

Para determinar la matriz de rigidez total de la estructura, es necesario sumar la contribución de rigidez de cada uno de los miembros y elementos. Las cargas externas en la estructura son representadas como cargas concentradas discretas, actuando solo en los nodos de la estructura. La matriz de rigidez, relaciona estas cargas con los desplazamientos de los nodos, por medio de la ecuación:

$$A_j = a_j + S_j \times D_j$$

Esta formulación incluye a todos los nodos de la estructura, ya sea que tengan libertad de movimiento o estén restringidas por apoyos. Aquellos componentes de desplazamiento en los nodos que tengan libertad de movimiento son llamados grados de libertad. El número total de grados de libertad representa el número de incógnitas en el análisis.

### Análisis Dinámico

Las opciones disponibles de análisis dinámico incluyen la solución del problema para vibración libre<sup>10</sup>, análisis del espectro de respuesta y el análisis de vibración forzada.

### Solución del problema Eigen

El problema Eigen es resuelto para frecuencias estructurales y modos de vibración mediante una matriz de masa concentrada. Se cuenta con dos métodos de solución: el método de búsqueda del determinante y el método de iteración subespacial, con una selección para la solución basada en el de tamaño del problema.

### Modelado de Masa

Las frecuencias naturales y los modos de vibración de una estructura representan los parámetros primarios que afectan la respuesta de una estructura bajo carga dinámica. El problema de vibración libre se resuelve al obtener estos valores. Debido a que no se involucra ninguna función de fuerza externa, las frecuencias naturales y los modos de secciones son funciones directas de la rigidez y de la distribución de masas en la estructura. Los resultados de la frecuencia y el modo de vibración pueden variar significativamente dependiendo del modelado de masas. Esta variación, a su vez, afecta

---

<sup>10</sup> Problema Eigen

el espectro de respuesta y los resultados del análisis de la vibración forzada. De esta manera, mucho cuidado habrá de tomarse en el modelado de masas en un problema de análisis dinámico. Las masas activas deberán de ser modeladas como cargas. Todas las masas que sean capaces de tener movimiento deberán de modelarse como cargas aplicadas en todas las posibles direcciones de movimiento. En el análisis del espectro de respuesta, de tal manera de proporcionar un mínimo de protección, todas las masas que sean capaces de tener movimiento en la dirección del espectro, deberán definirse como cargas actuando en esa dirección.

### Análisis del Espectro de Respuesta

Esta característica permite al usuario analizar la estructura bajo efectos de carga sísmica. Para cualquier espectro de respuesta dado (ya sea de aceleración vs. Periodo o desplazamiento vs. Periodo), los desplazamientos en los nodos, las fuerzas en los miembros y las reacciones en los apoyos pueden ser calculadas. Los modos de respuesta pueden ser combinados usando ya sea, la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) o el método de la combinación cuadrática completa (CQC), para obtener las respuestas resultantes.

Los resultados del análisis del espectro de respuesta pueden combinarse con los resultados del análisis estático, para ejecutar un diseño subsecuente. Para considerar la reversibilidad de la actividad sísmica, combinaciones de carga pueden ser creadas incluyendo contribuciones negativas o positivas de los resultados sísmicos.

## 2.2 ARCHIVO DE DATOS.

El archivo de datos de entrada en el programa Staad Pro 3.1 es uno de texto consistente en una serie de comandos que son ejecutados en forma secuencial. Los comandos contienen instrucciones o datos concernientes al análisis y/o diseño.

El archivo de entrada de Staad Pro 3.1 puede ser creado por medio de un editor de textos. En general, cualquier editor de texto puede ser utilizado para crear el archivo de entrada. La otra forma de introducir los datos es mediante un procedimiento interactivo gráfico controlado por medio de menús. Como se vio en la sección *2.1 Programa de Análisis Empleado*.

El archivo de datos de la estructura generado del estudio de la armadura tridimensional se muestra en la sección de anexos del presente trabajo.

### 2.3 SECCIONES PROPUESTAS DE ACUERDO AL PROGRAMA, PARA LA ARMADURA, CIMENTACIÓN Y COLUMNAS.

En este punto tenemos que hacer referencia al Capítulo 2, en donde se explica como elegir las diferentes secciones, metálicas y de concreto, para poder modelar la estructura con las secciones que permitan resistir todas las fuerzas actuantes en la estructura, gravitacionales y sísmicas.

Secciones propuestas:

La asignación de perfiles en el programa, se puede agregar visualmente dentro del programa un elemento específico, como barra, placa, sólido, o bien una malla, como elementos estructurales, para análisis y diseño.

En la pestaña de "General", se muestra lo siguiente:

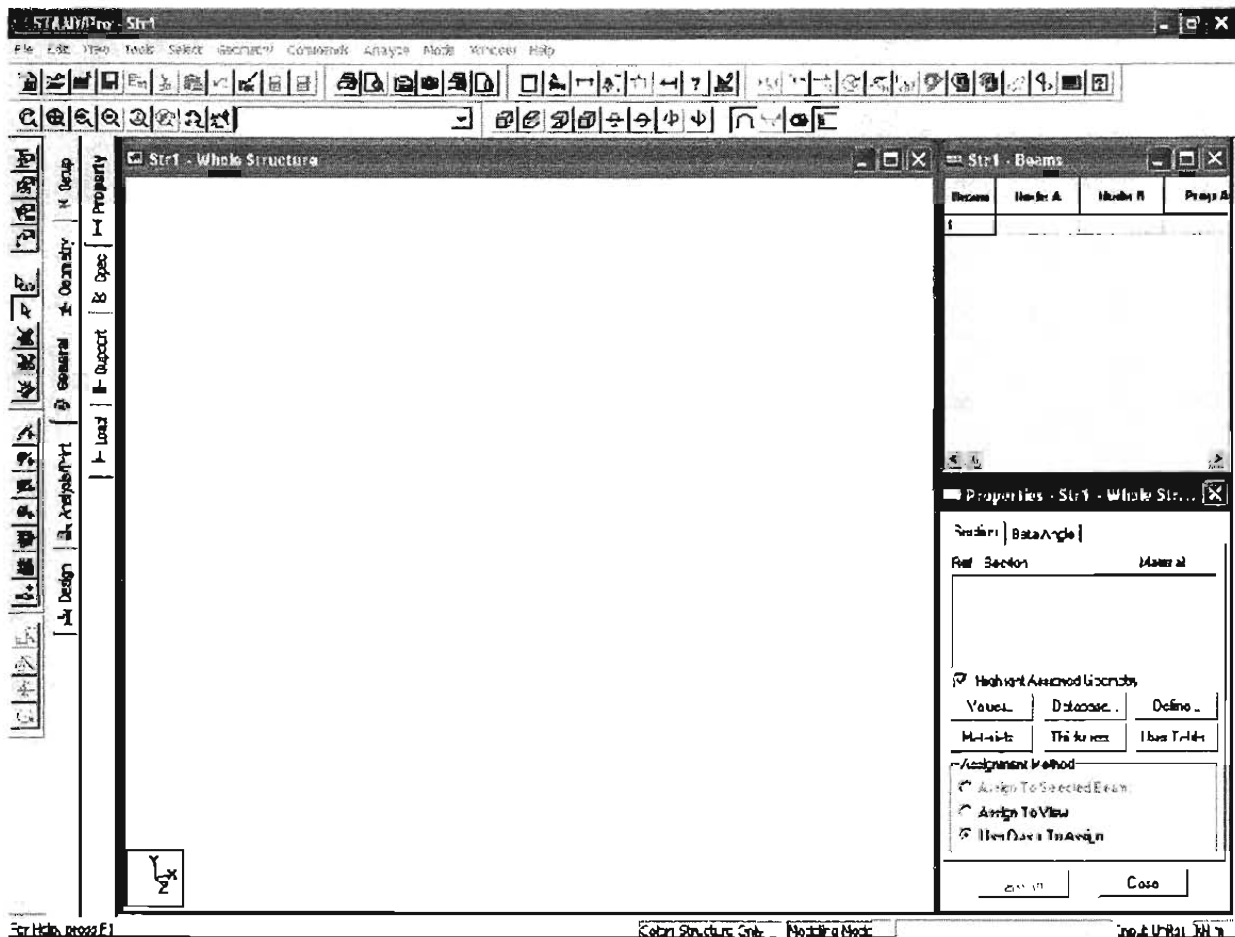
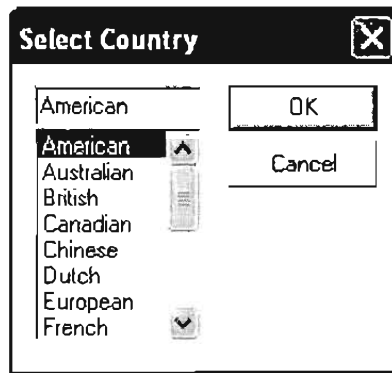


Figura 2.1.1

Se aprecia como se encuentra realizada la pestaña de "General" al cambio de esta opción. En ella, nosotros como usuarios podemos elegir el tipo de sección y material a emplear, se cuenta con una base de datos en donde se elige la procedencia de las secciones y material, para poder acceder a esta información se requiere de seleccionar la opción "Database" fig. 2.1.1, por ejemplo:





En cada país se manejan tipos de secciones con dimensiones específicas y pesos, para el planteamiento de nuestro estudio se elegirá la base de datos "American Steel Table" fig. 2.1.2, por la similitud de dimensionamiento en cuanto al manejo de secciones y materiales, con respecto a los usados en México.

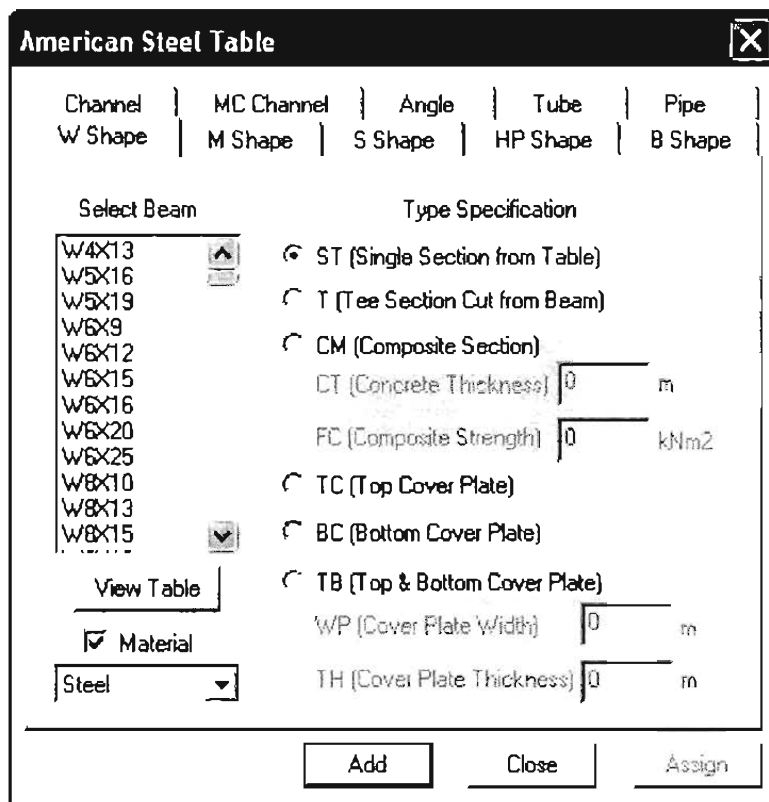


Figura 2.1.2.

En donde se tiene la diferente gama de secciones de perfiles de acero, secciones de perfiles I, Tubos, Canales, Ángulos, etc. Haciendo una comparativa se puede decir que en México se manejan las mismas secciones en dimensiones y pesos que en los Estados Unidos,

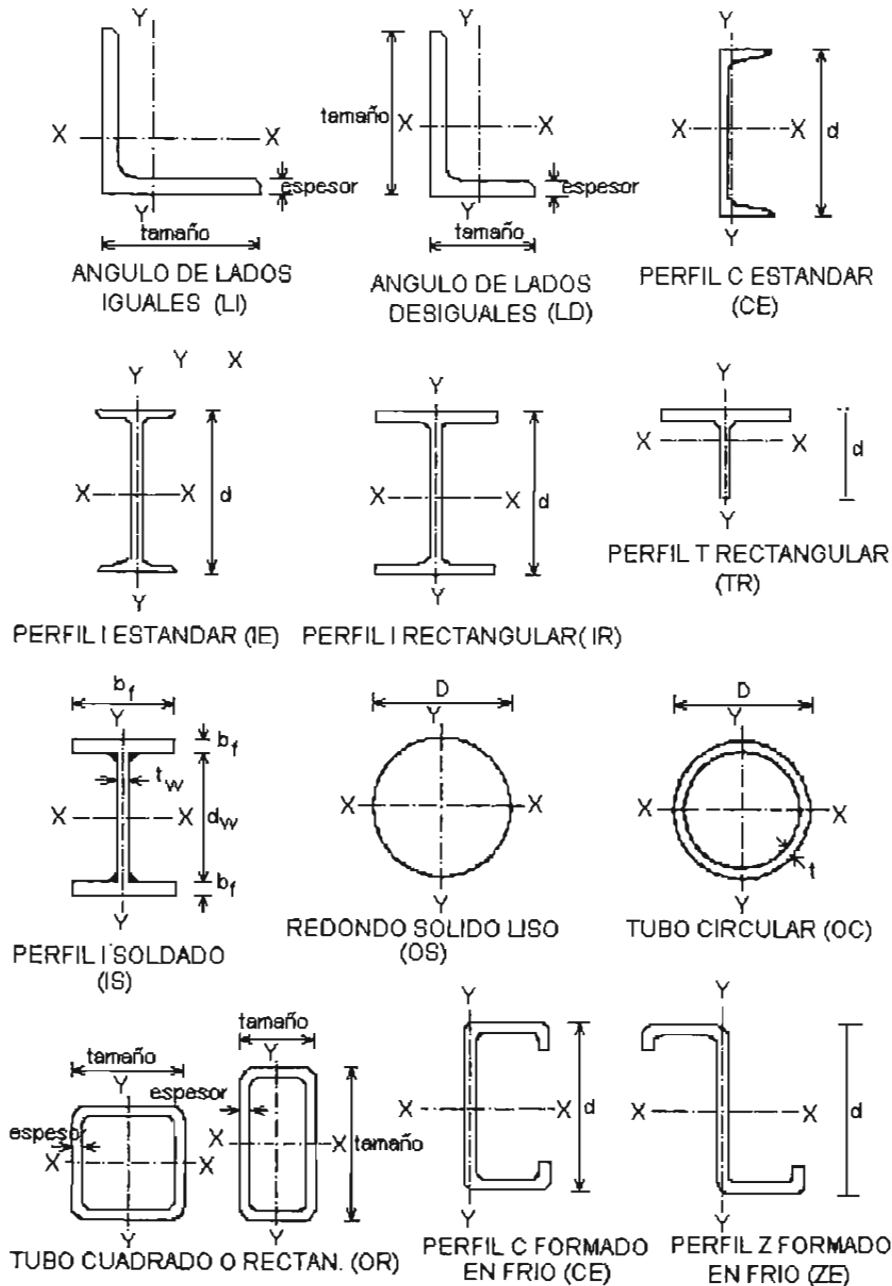
La tabla cuenta con una sección especializada en donde se puede definir el tipo de especificación "type Specification" que se desee hacer con respecto al perfil, en el caso de la fig. 8, muestra la forma sencilla proveniente de la tabla "ST" (Single Section from Table), estas también

otras formas de agregar el perfil "T" (Tee Section Cut from Beam), esta forma será una sección en T y MC (Composite Section) en sección compuesta. Lo mismo se puede agregar una placa en el lecho bajo del perfil como en el superior, según se requiera.

Se tiene la designación del material, así como también existe la opción de entrar al botón donde dice "View Table", para poder elegir según sus propiedades geométricas el perfil correcto.

Se presenta una tabla con el tipo de secciones que maneja el Instituto Mexicano de la Construcción de Acero, A.C. (IMCA).

NOMBRES Y SÍMBOLOS DE LOS PERFILES



DESIGNACIÓN DE PERFILES

| NOMBRE                          | DESIGNACIÓN              | UNIDADES              |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. Ángulo de lados iguales      | LI tamaño y espesor      | mm x mm               |
| 2. Ángulo de lados desiguales   | LD tamaño y espesor      | mm x mm x mm          |
| 3. Perfil C estándar            | CE d x Peso              | mm x kg/m             |
| 4. Perfil I estándar            | IE d x Peso              | mm x kg/m             |
| 5. Perfil I rectangular         | IR d x Peso              | mm x kg/m             |
| 6. Perfil T rectangular         | TR d x Peso              | mm x kg/m             |
| 7. Perfil I soldado             | IS $\frac{bfxtf}{dwxtw}$ | $\frac{mmxmm}{mmxmm}$ |
| 8. Redondo sólido liso          | OS D                     | mm                    |
| 9. Tubo Circular                | OC D x t                 | mm x mm               |
| 10. Tubo Cuadrado o Rectangular | OR tamaños y espesor     | mm x mm x mm          |
| 11. Perfil C formado en frío    | CF d x calibre           | mm x cal.             |
| 12. Perfil Z formado en frío    | ZF d x calibre           | mm x cal.             |

Instituto Mexicano de la Construcción de Acero, A.C. (IMCA).

Comparando la designación de las secciones entre una y otra forma tenemos, por ejemplo:

- Ángulo – Angle (comprende las dos designaciones del ángulo).
- Perfil C – Channel.
- Perfil I – W Shape.
- Tubo Circular – Pipe.
- Tubo Cuadrado o Rectangular – Tube.

El programa tiene la opción de asignar las propiedades geométricas de algún tipo de perfil no encontrado en la base de datos, lo cual hace que no sea limitado su funcionamiento únicamente para los perfiles, en común. Esto se puede efectuar en el comando "User Table".

En la pestaña de "Define" se puede definir la sección de concreto en este caso para las columnas empleadas, teniendo la opción de elegir el tipo de sección, por ejemplo: rectangular, circular, trapezoidal, ect. En la siguiente figura se observan todas las opciones posibles (fig. 9).

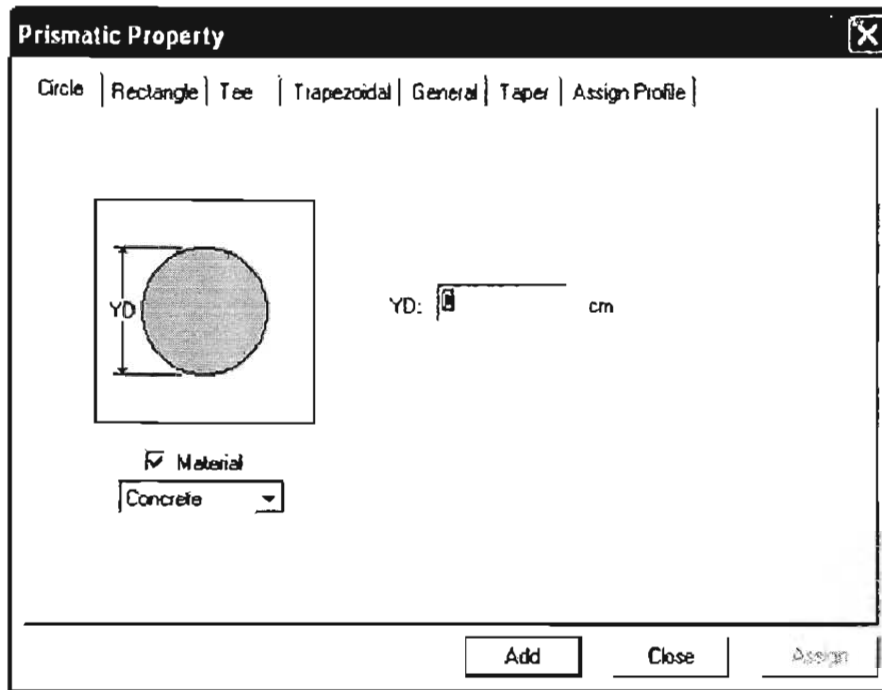


Figura 9.

Para asignar en este caso una sección circular se debe de introducir el valor del diámetro, y elegir el tipo de material a emplear

Al igual que en las otras funciones en esta también se tiene un submenú, la designación de perfiles pertenece, por ejemplo a "Properties", propiedades.

La asignación de las secciones propuestas se realiza con un criterio de prediseño después de hacer esta propuesta se da paso a introducir los comandos para aplicación de las cargas, en nodos o elementos de la estructura, las cuales se colocarán convenientemente en el modelo a fin de sea estas lo más representativo de las cargas aplicadas en la realidad.

## 2.4 CÁLCULO DE LAS FUERZAS SÍSMICAS, EMPLEADAS EN EL PROGRAMA STAAD PRO.

La consideración de estas fuerzas es un aspecto fundamental, para el análisis y diseño de cualquier estructural, se debe tomar en cuenta la interacción del suelo subyacente y la estructura siendo sus propiedades las que determinen las magnitudes de las fuerzas.

Existen dos métodos para la obtención de estas fuerzas, El Método Sísmico Dinámico que consiste en tomar en cuenta los efectos producidos por movimientos tectónicos que no es otra cosa que el acomodo de las placas de la corteza terrestre, entre otros factores. El Método de Análisis Estático recurre a la idealización de la acción sísmica mediante un sistema de fuerzas estáticas equivalentes.

### 2.4.1 CÁLCULO DE LAS FUERZAS SÍSMICAS POR MEDIO DEL MÉTODO ESTÁTICO

Cálculo de la obtención de la fuerza cortante basal:

El coeficiente sísmico  $c = 0.16$ , se obtuvo del estudio de la mecánica de suelos; se muestra un resumen de ese estudio en el Capítulo 4, sección 4.2 del presente trabajo.

$$V_o = C_s W$$

$V_o = 0.08 * 424200.02 Kg. = 33,936.00 Kg$  Siendo este, el valor de la fuerza cortante basal.

Donde:

$C_s$ - es el coeficiente de corte basal

$W$ - es el peso total de la estructura (Ver Capítulo 4 secc. 4.1)

$$C_s = c / Q$$

Donde:

$c$ - coeficiente sísmico

$Q$ - factor de comportamiento sísmico  $Q = 2$  (Ver secc. 2.5.1 de este capítulo)

Por lo que:

$$C_s = 0.16 / 2 = 0.08$$

Finalmente obtenemos las fuerzas que se aplicarán al modelo en el programa de cálculo Staad Pro 3.1

De la ecuación para el cálculo de las fuerzas sísmicas:

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} W_T \frac{c}{Q}$$

Partiendo que la estructura tiene un solo grado de libertad, al ser un solo nivel.  
Y siendo

$$V_0 = \sum F_i$$

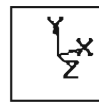
Se puede decir que:

$$33,936.00 \text{ Kg} = F_{zas \text{ sísmicas}}$$

Estas fuerzas se aplicarán en el único nivel que se tiene, haciendo una distribución de estas fuerzas en los nodos de la techumbre, tenemos:

205 nudos en dirección x

205 nudos en dirección z



sistema de coordenadas en el programa.

Esto tomando como referencia los ejes coordenados del modelo en el programa de cálculo.

Repartiendo la fuerza entre el número de nodos en una dirección tenemos:

$$33,936.00 \text{ Kg} / 205 = 165.54 \text{ Kg.}$$

Esta será la fuerza que se aplicará como sísmica en los nodos que correspondan a la techumbre, en la parte superior de estas. (Ver anexo, aplicación de fuerzas en el modelo)

Excentricidades Accidentales según el RCDF:

$$e_1 = 1.5 e_c + 0.1 b$$

$$e_2 = e_c - 0.1 b$$

Donde:

$e_c$ .- excentricidad calculada.

$b$ .- es el lado, en planta más corto de la estructura.

Nota.- para calcular esta excentricidad se requiere de conocer el centro de gravedad de la estructura, así como de conocer el centro de torsión, que esta en función de la rigidez de los elementos estructurales en este caso de las columnas.

Para el caso en estudio el centro de gravedad es el mismo que el centro de torsión debido a que la geometría de la estructura es simétrica y la distribución de columnas guarda una simetría de igual forma. Por lo que se tiene lo siguiente:

$$e_1 = 1.5 (0) + 0.1 b = 0.1b$$

$$e_2 = (0) - 0.1 b = -0.1b$$

Momentos Torsionantes

$$M_{T1} = V_0 * e_1$$

$$M_{T2} = V_0 * e_2$$

Calculando los momentos torsionantes tenemos:

$$M_{T1} = 33,936.00 * 4.8 = 162,892.80 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{T2} = 33,936.00 * -4.8 = -162,892.80 \text{ Kg-m.}$$

Obtención de los Cortantes Torsionantes:

$$V_{T1} = (R_x Y_T M_{T1}) / (\sum R_x Y_T^2 + \sum R_y X_T^2) =$$

$$V_{T1} = (7172.6 * 24 * 162.8928) / (2 * 7172.6 * 24^2 + 2 * 7172.6 * 24^2) = 1.6968$$

$$V_{T2} = (R_x Y_T M_{T2}) / (\sum R_x Y_T^2 + \sum R_y X_T^2) =$$

$$V_{T2} = (7172.6 * 24 * -162.8928) / (2 * 7172.6 * 24^2 + 2 * 7172.6 * 24^2) = -1.6968$$

Estas fuerzas se aplicaran al modelo para lograr el efecto de torsión en la estructura, tal como se requiere en el (RCDF).

## 2.5 COEFICIENTE SÍSMICO, SEGÚN RCDF.

El análisis sísmico de la estructura se requiere de varios factores uno de los cuales es el coeficiente sísmico. Se presenta la definición que proporciona el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF):

El coeficiente sísmico,  $c$ , es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo,  $V_0$  entre el peso de la edificación sobre dicho nivel,  $W_0$ .

$$c = \frac{V_0}{W_0}$$

Con este fin se tomará como base o desplante de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan, según las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

El coeficiente sísmico para las edificaciones clasificadas como del grupo B en el Artículo 148 del Reglamento se tomará igual a 0.16 en la zona I, 0.32 en la II, 0.40 en las zonas III<sub>a</sub> y III<sub>c</sub>, 0.45 en la III<sub>b</sub> y 0.30 en la III<sub>d</sub> (ver tabla 3.1), a menos que se emplee el método simplificado de análisis, en

cuyo caso se aplicarán los coeficientes que fija el Capítulo 7 (tabla 7.1). Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50 por ciento.

Para el estudio de este se toma la referencia del tipo de terreno encontrado en el lugar, proporcionado por el estudio de mecánica de suelos que se le práctico al sitio designado, para la construcción de esta estructura.

Del cual se tiene que corresponde a la zona I, por lo que se tiene un coeficiente sísmico de  $c=0.16$ .

### 2.5.1 FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en el apartado del diseño por sismo, de las Normas Técnicas Complementarias, Art. 207.

El factor de comportamiento sísmico  $Q$ , indica la ductibilidad de la estructura en estudio siendo esta la capacidad de formarse sin llegar a la falla (absorción de la energía de la estructura).

Para usar los valores de  $Q$ , se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- I. Se usará  $Q = 4$ , cuando:
  1. Los marcos de acero o concreto reforzado, tomen la fuerza sísmica o la tomen los marcos contraventeados de acero o concreto reforzado, o cuando menos los marcos sin contraventeo tomen el 50 % de la fuerza sísmica.
  2. Si la estructura tiene muros, y si los muros contribuyen a la capacidad de la estructura, los marcos deberán tomar sin los muros el 80 % de la fuerza sísmica.
  3. El resultado de la Fuerza Resistente de un entrepiso entre la Fuerza de Diseño no deberá rebasar el 35 % con el número menor que se obtenga del promedio de dichos cocientes de cada entrepiso.
  4. Marcos de concreto reforzado son dúctiles.
  5. Marcos de acero sean dúctiles, debe revisarse el acero por ductibilidad.
- II. Se usará  $Q = 3$ , cuando se satisfacen del inciso I en los casos 2,4,5 y dejen de satisfacerse en algún entre piso 1 y 3.
- III.  $Q = 2$  cuando se dejen de satisfacer algunos requisitos de I y II. Losas planas, elementos prefabricados, estructuras de mampostería se consideran como elementos resistentes.
- IV. Se usará  $Q = 1.5$ , cuando estructuras de mampostería con piezas huecas satisfagan lo siguiente:
  - 80cm de separación entre varillas de refuerzo vertical.
  - Las varillas deberán ir ancladas a la cimentación.



- El mortero será de 75 kg/cm<sup>2</sup>
- Deberán tener refuerzo por cortante "escalerillas"

De lo anterior se concluye que el factor de comportamiento sísmico, será  $Q = 2$ .

## 2.6 REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA POR EFECTOS DE VIENTO

Tal como lo indica el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF87) los efectos que se tienen debido a las acciones del viento, deberán considerarse en el estudio y análisis estructural, así como en su diseño final, por lo que en este inciso se realizará la revisión de estos efectos y acciones que se presenten en la estructura en su conjunto, a fin de garantizar la seguridad y buen desempeño de la estructura.

### 2.6.1 CRITERIOS DE DISEÑO

#### 2.6.1.1 COSIDERACIONES GENERALES

Para tales efectos, se debe tener en cuenta el área expuesta a las fuerzas que se generan por las presiones (empujes y succiones) provocadas por el viento. Para realizar el análisis se debe considerar cualquier superficie expuesta al viento, como (laminas de cubierta, elementos de fechadas y vidrios). En las Normas Técnicas Complementarias (NTC87) se nos dice también que se deberá considerar la acción estática del viento y la dinámica cuando la estructura sea sensible a estos efectos.

#### 2.6.1.2 CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo a su importancia, para la cual será destinada la estructura, en este caso la estructura pertenece al Grupo "B".

De acuerdo a su respuesta ante la acción del viento, esta tiene la clasificación del Tipo 1, para el diseño de estas estructuras bastará tener en cuenta los efectos estáticos del viento.

### 2.6.2 DISEÑO POR VIENTO

La construcción se localizará, en un tipo de exposición urbano, rodeado predominantemente por construcciones de mediana y baja altura. Las condiciones de exposición corresponden a las de la zona B, para obtener las presiones que actúan en la estructura se tiene la siguiente expresión:

$$p = C_p C_z K p_o$$

donde:

$p_o$  presión básica de diseño. Se toma igual a 30 kg/m<sup>2</sup>, para las estructuras comunes y 35 kg/m<sup>2</sup> para las clasificadas en el grupo A.

- K factor correctivo por condiciones de exposición del predio en el que se ubica la construcción. Tabla 1 (indica los valores de K).
- Cz factor correctivo por la altura.
- Cp factor de presión; depende de la forma de la construcción y la proporción de la superficie expuesta.

$$Cz = \left(\frac{z}{10}\right)^2 / a$$

- z es la altura del área expuesta sobre el nivel del terreno y el cociente, el valor de "a" se indica en la Tabla 1.

Tabla 1(2.6.2). Factores de Corrección de la Presión de Viento por condiciones de exposición.

|   | Zona |     |     |
|---|------|-----|-----|
|   | A    | B   | C   |
| K | 0.65 | 1.0 | 1.6 |
| a | 3.60 | 4.5 | 7.0 |

Factores de Presión:

Los siguientes son los coeficientes de presión (Cp) correspondientes, para construcciones cerradas.

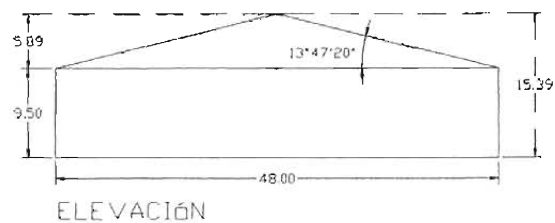
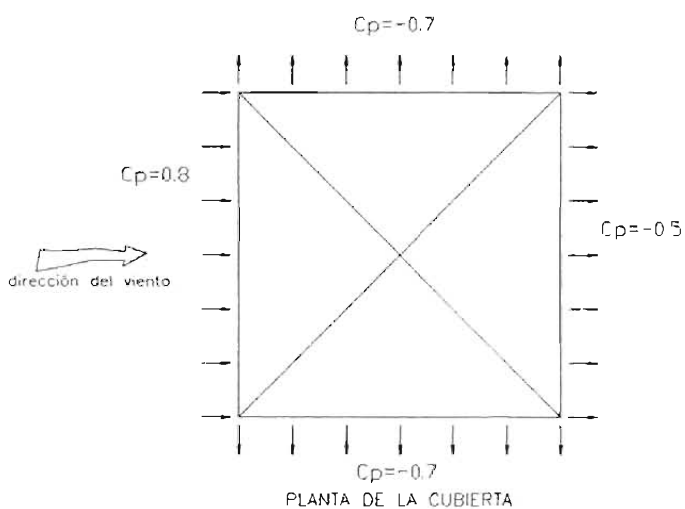
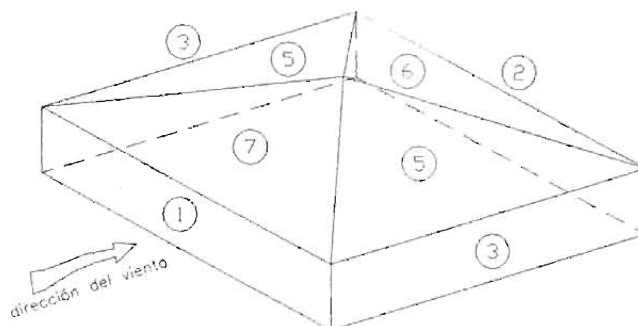
Tabla 2(2.6.2).

|   | Cp                               |
|---|----------------------------------|
| 1 Pared de barlovento                                       | 0.8                              |
| 2 Pared de sotavento  | -0.5                             |
| 3 Paredes laterales   | -0.7                             |
| 4 Techos planos   | -0.7                             |
| 5 Techos inclinados para acción paralela a las generatrices | -0.7                             |
| 6 Techos inclinados, lado de sotavento                      | -0.7                             |
| 7 Techos inclinados, lado de barlovento                     | $-0.8 < 0.04 \theta - 1.6 < 1.8$ |

θ es el ángulo de inclinación del techo medido en grados.

Coefficientes de empuje en las diferentes caras:

- $C_{p1} = 0.8$
- $C_{p2} = -0.5$
- $C_{p3} = -0.7$
- $C_{p5} = -0.7$
- $C_{p6} = -0.7$
- $C_{p7} = -1.05$



### CÁLCULO DE LAS PRESIONES Y FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE LA TECHUMBRE

$$p = C_p C_z K p_0$$

$$P_0 = 30 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$C_z = \left( \frac{z}{10} \right)^{2/a}$$

$$K = 1$$

$$a = 4,5$$

| TABLA 3.(2.6.2)  |       |                        |                        |                        |                        |   |
|--|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|
| NODOS  | Z (m) | Cp=0,8                 | Cp=-0,5                | Cp=-0,7                | Cp=-1,05               | F (ton)                                       |
|  |       | P (kg/m <sup>2</sup> ) | P (kg/m <sup>2</sup> ) | P (kg/m <sup>2</sup> ) | P (kg/m <sup>2</sup> ) |   |
| DIFERENTES ALTURAS EN LAS QUE SE APLICARÁN LAS FUERZAS | 10,00 | 24,00                  | -15,00                 | -21,00                 | -31,50                 | NO APLICA DEBIDO A QUE NO EXCEDE DE 10 METROS |
|  | 10,45 |                        | -15,30                 | -21,41                 | -32,12                 |   |
|  | 11,44 |                        | -15,92                 | -22,29                 | -33,44                 |   |
|  | 11,94 |                        | -16,23                 | -22,72                 | -34,08                 |   |
|  | 12,44 |                        | -16,53                 | -23,14                 | -34,71                 |   |
|  | 12,94 |                        | -16,82                 | -23,55                 | -35,32                 |   |
|  | 13,44 |                        | -17,11                 | -23,95                 | -35,92                 |   |
|  | 13,94 |                        | -17,39                 | -24,34                 | -36,51                 |   |
|  | 14,44 |                        | -17,66                 | -24,73                 | -37,09                 |   |
|  | 14,91 |                        | -17,91                 | -25,08                 | -37,62                 |   |
|  | 15,39 |                        | -18,17                 | -25,44                 | -38,15                 |   |

Cp<sub>1</sub> = 0,8

EN BARLOVENTO LA PRESIÓN ES CONSTANTE DE 0 A 10 MTS = 24 kg/m<sup>2</sup>

Cp<sub>2</sub> = -0,5

SOTAVENTO DE 0 A 10 MTS. LA PRESIÓN P = -15 Kg/m<sup>2</sup>

Cp<sub>3</sub> = -0,7

EN PAREDES LATERALES DE 0 HASTA 10 MTS. LA PRESIÓN ES DE -21 kg/m<sup>2</sup>

Cp<sub>5</sub> = -0,7

TECHOS INCLINADOS, ACCIÓN PARALELA A LAS GENERATRICES

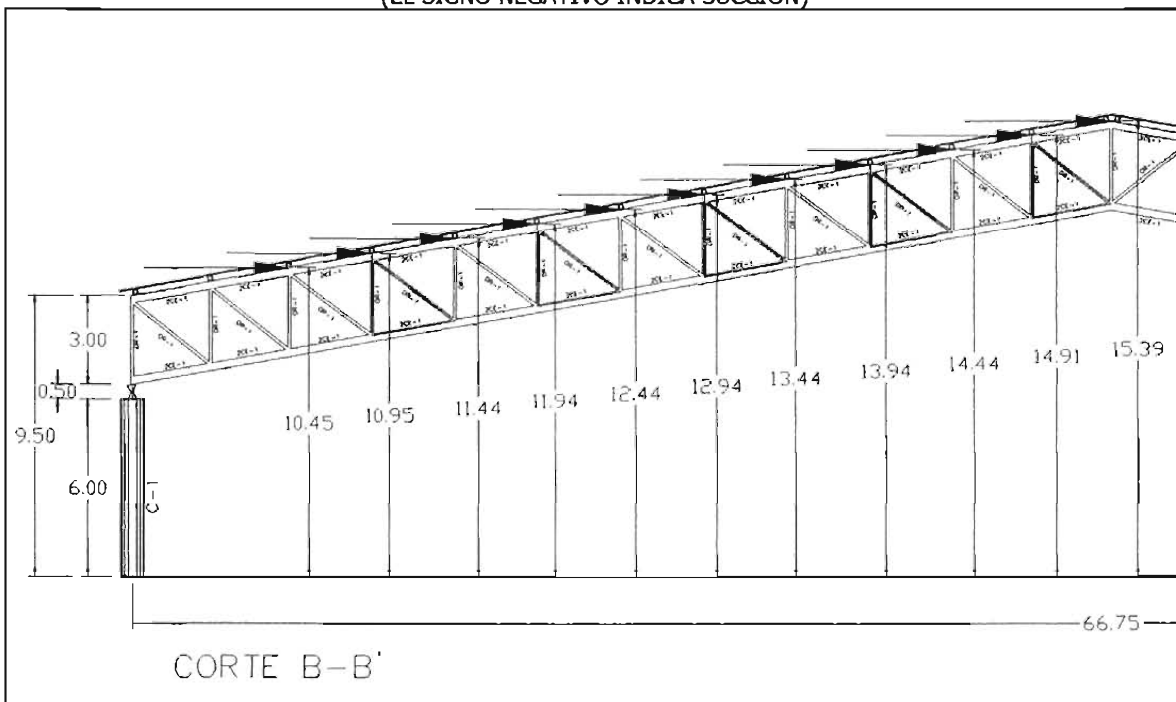
Cp<sub>6</sub> = -0,7

TECHOS INCLINADOS, SOTAVENTO

Cp<sub>7</sub> = -1,05

TECHOS INCLINADOS, BARLOVENTO

(EL SIGNO NEGATIVO INDICA SUCCIÓN)



| TABLA 3.(2.6.2)                        |       |   |                        |                        |                        |
|--|-------|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| areas (m <sup>2</sup> )<br>tributarias | Z (m) | Cp=0,8  | Cp=-0,5                | Cp=-0,7                | Cp=-1,05               |
|  |       | P (kg/m <sup>2</sup> )                        | P (kg/m <sup>2</sup> ) | P (kg/m <sup>2</sup> ) | P (kg/m <sup>2</sup> ) |
| 82,5018                                | 10,00 | 24,00   | -15,00                 | -21,00                 | -31,50                 |
| 77,1056                                | 10,45 | NO APLICA DEBIDO A QUE NO EXCEDE DE 10 METROS | -15,30                 | -21,41                 | -32,12                 |
| 71,1646                                | 10,95 |   | -15,62                 | -21,86                 | -32,80                 |
| 63,1839                                | 11,44 |   | -15,92                 | -22,29                 | -33,44                 |
| 55,2110                                | 11,94 |   | -16,23                 | -22,72                 | -34,08                 |
| 47,2039                                | 12,44 |   | -16,53                 | -23,14                 | -34,71                 |
| 39,2001                                | 12,94 |   | -16,82                 | -23,55                 | -35,32                 |
| 31,2731                                | 13,44 |   | -17,11                 | -23,95                 | -35,92                 |
| 23,2406                                | 13,94 |   | -17,39                 | -24,34                 | -36,51                 |
| 14,5882                                | 14,44 |   | -17,66                 | -24,73                 | -37,09                 |
| 7,2290                                 | 14,91 |   | -17,91                 | -25,08                 | -37,62                 |
| 0,9025                                 | 15,39 |   | -18,17                 | -25,44                 | -38,15                 |
|  | Z (m) | fuerzas                                       | fuerzas                | fuerzas                | fuerzas                |
|  | 10,00 | 1980,0432                                     | -1237,5270             | -1732,5378             | -2598,8067             |
|  | 10,45 |   | -1179,4331             | -1651,2063             | -2476,8095             |
|  | 10,95 |   | -1111,4058             | -1555,9681             | -2333,9522             |
|  | 11,44 |   | -1006,1548             | -1408,6167             | -2112,9251             |
|  | 11,94 |   | -896,0681              | -1254,4953             | -1881,7430             |
|  | 12,44 |   | -780,2100              | -1092,2940             | -1638,4411             |
|  | 12,94 |   | -659,3667              | -923,1134              | -1384,6700             |
|  | 13,44 |   | -534,9689              | -748,9565              | -1123,4347             |
|  | 13,94 |   | -404,0689              | -565,6964              | -848,5446              |
|  | 14,44 |   | -257,6391              | -360,6947              | -541,0420              |
|  | 14,91 |   | -129,5003              | -181,3004              | -271,9506              |
|  | 15,39 |   | -16,3967               | -22,9553               | -34,4330               |
|  | Z (m) | para cada nodo, en su punto de aplicación     |                        |                        |                        |
|  | 10,00 | 165,0036                                      | -103,1273              | -144,3782              | -216,5672              |
|  | 10,45 |   | -196,5722              | -275,2011              | -412,8016              |
|  | 10,95 |   | -111,1406              | -155,5968              | -233,3952              |
|  | 11,44 |   | -201,2310              | -281,7233              | -422,5850              |
|  | 11,94 |   | -112,0085              | -156,8119              | -235,2179              |
|  | 12,44 |   | -195,0525              | -273,0735              | -409,6103              |
|  | 12,94 |   | -109,8944              | -153,8522              | -230,7783              |
|  | 13,44 |   | -178,3230              | -249,6522              | -374,4782              |
|  | 13,94 |   | -101,0172              | -141,4241              | -212,1362              |
|  | 14,44 |   | -128,8195              | -180,3473              | -270,5210              |
|  | 14,91 |   | -64,7501               | -90,6502               | -135,9753              |
|  | 15,39 |   | -16,3967               | -22,9553               | -34,433                |

| Z (m) | FUNCIÓNES*ÁNG. | PROYEC EN X | PROYEC EN Y | PROYEC EN X | PROYEC EN Y |
|-------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 10,00 | 0,25           | -35,56      | -139,93     | -53,35      | -209,89     |
| 10,45 | 0,97           | -67,79      | -266,72     | -101,68     | -400,08     |
| 10,95 |                | -38,33      | -150,80     | -57,49      | -226,20     |
| 11,44 |                | -69,39      | -273,04     | -104,09     | -409,56     |
| 11,94 |                | -38,63      | -151,98     | -57,94      | -227,97     |
| 12,44 |                | -67,26      | -264,66     | -100,90     | -396,99     |
| 12,94 |                | -37,90      | -149,11     | -56,85      | -223,67     |
| 13,44 |                | -61,49      | -241,96     | -92,24      | -362,94     |
| 13,94 |                | -34,84      | -137,07     | -52,25      | -205,60     |
| 14,44 |                | -44,42      | -174,79     | -66,64      | -262,19     |
| 14,91 |                | -22,33      | -87,86      | -33,49      | -131,79     |
| 15,39 |                | -5,65       | -22,25      | -8,48       | -33,37      |

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA ARMADURA TRIDIMENSIONAL

#### OBJETIVO PARTICULAR

Analizar y Diseñar la armadura tridimensional propuesta, para determinar si es adecuada o no, tomando en cuenta las cargas de diseño, revisando el modelo analizado, cumpliendo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y Normas Técnicas Complementarias en el apartado de Metal, así como de las necesidades del proyecto.

#### 3.1 CARGAS DE DISEÑO

Las cargas de diseño son todas aquellas que intervienen en la determinación de los elementos estructurales, la importancia que reside en el análisis de estas determinará una correcta elección se secciones capaces de resistir los efectos provocados por las cargas.

##### Análisis de cargas:

Techumbre:

|               |                           |                           |
|---------------|---------------------------|---------------------------|
| Carga Muerta: |                           |                           |
|               | Lamina multy-techo        | 11.15 kg/m <sup>2</sup> . |
|               | Instalaciones             | 10.00 kg/m <sup>2</sup> . |
|               | Estructura (Largueros CF) | 11.34 kg/m <sup>2</sup> . |

|             |    |                                |
|-------------|----|--------------------------------|
| Carga Viva: | Wm | <u>40.00 kg/m<sup>2</sup>.</u> |
|-------------|----|--------------------------------|

|                           |                                 |                           |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Para carga gravitacional: | Peso total por m <sup>2</sup> = | 72.49 kg/m <sup>2</sup> . |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|

|               |                           |                           |
|---------------|---------------------------|---------------------------|
| Carga Muerta: |                           |                           |
|               | Lamina multy-techo        | 11.15 kg/m <sup>2</sup> . |
|               | Instalaciones             | 10.00 kg/m <sup>2</sup> . |
|               | Estructura (Largueros CF) | 11.34 kg/m <sup>2</sup> . |

|             |    |                                |
|-------------|----|--------------------------------|
| Carga Viva: | Wa | <u>20.00 kg/m<sup>2</sup>.</u> |
|-------------|----|--------------------------------|

|                               |                                 |                           |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Para carga aplicada en sismo: | Peso total por m <sup>2</sup> = | 52.49 kg/m <sup>2</sup> . |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|

Este peso será el que se use para determinar las fuerzas puntuales como carga en los nodos de las armaduras. (ver anexo)

Referencia, para Carga Muertas y Vivas: Del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF). Capítulos IV y V, artículos del 196 al 199.

De la tabla del artículo 199 titulo V, se obtuvo: Tabla de cargas vivas unitarias, en Kg/m<sup>2</sup>

|  |   |    |    |
|--|---|----|----|
|  | W | Wa | Wm |
| Cubiertas y azoteas con pendiente mayor a 5% | 5 | 20 | 40 |

La información que se presenta a cerca del multytecho es proporcionada por la empresa Multipanel S.A de C.V., a través de un boletín técnico de información en la red. La dirección electrónica es: [http—www.multipanel.com-productos-boletin\\_multytecho.pdf](http://www.multipanel.com-productos-boletin_multytecho.pdf).url

### Especificaciones de los Paneles

| ANCHO                         | Multytecho  |  |
|-------------------------------|---|--|
|                               | 100 cm.   |  |
|                               | ESTÁNDAR  | ESPECIAL                               |
| ESPESOR/<br>CALIBRE           | 1' (28/28)  | 3" (26/26)<br>5" (26/26)<br>6" (26/26) |
|                               | 1 1/2" (28/28)  |  |
|                               | 1" (26/26)  |  |
|                               | 1 1/2" (26/26)  |  |
|                               | 2" (26/26)  |  |
|                               | 2 1/2" (26/26)<br>4" (26/26)                                |  |
| COLORES                       | ARENA/ARENA<br>Y<br>BLANCO/BLANCO                           | CUALQUIER<br>OTRO                      |
| ACABADO<br>Y<br>CONFIGURACIÓN | POLIÉSTER<br>ESTÁNDAR<br>LISO CON RIBS<br>EN AMBAS<br>CARAS | CUALQUIER<br>OTRO                      |

| Tabla de pesos propios |                                  |       |
|------------------------|----------------------------------|-------|
| ESPESOR                | MULTYTECHO (kg./m <sup>2</sup> ) |       |
|                        | CALIBRE                          |       |
|                        | 26/26                            | 28/28 |
| 1"                     | 10.6                             | 9.22  |
| 1 1/2"                 | 11.15                            | 9.77  |
| 2"                     | 11.69                            | 10.32 |
| 2 1/2"                 | 12.27                            | 10.90 |
| 3"                     | 12.84                            | 11.46 |
| 4"                     | 13.97                            | 12.59 |
| 5"                     | 15.45                            | 14.07 |
| 6"                     | 16.78                            | 15.40 |

| TABLA DE CAPACIDAD DE CARGA UNIFORME W (kg/m <sup>2</sup> ) |       |                            |   |     |     |                |     |     |     |     |    |     |
|---|-------|----------------------------|---|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|
| ESPESOR DEL PANEL   |       | DEFLEXIÓN MÁXIMA PERMITIDA | DISTANCIA ENTRE APOYOS m.   |     |     |                |     |     |     |     |    |     |
|   |       |                            |  |     |     |                |     |     |     |     |    |     |
|   |       |                            | CALIBRE No. 26  |     |     | CALIBRE No. 28 |     |     |     |     |    |     |
|   |       |                            | 2.5   | 3   | 3.5 | 4              | 4.5 | 2.5 | 3   | 3.5 | 4  | 4.5 |
| 1"  | L/240 |                            | 84  | 54  | 37  | 27             | 20  | 72  | 47  | 33  | 23 | 17  |
|   | L/120 |                            | 118   | 88  | 68  | 53             | 39  | 103 | 77  | 60  | 47 | 35  |
| 1" 1/2"   | L/240 |                            | 111   | 75  | 53  | 39             | 30  | 95  | 65  | 46  | 34 | 26  |
|   | L/120 |                            | 155   | 118 | 93  | 75             | 59  | 134 | 103 | 82  | 66 | 52  |
| 2"  | L/240 |                            | 139   | 97  | 71  | 53             | 41  | 117 | 83  | 61  | 46 | 35  |
|   | L/120 |                            | 192   | 151 | 120 | 98             | 81  | 165 | 130 | 105 | 85 | 70  |



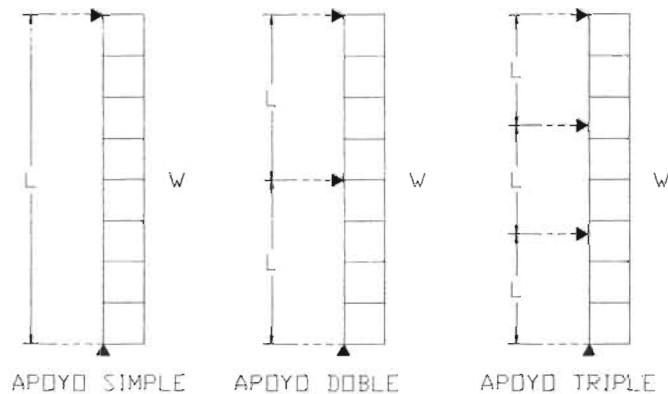
|         |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2" 1/2" | L/240 | 168 | 120 | 89  | 68  | 53  | 140 | 101 | 76  | 58  | 45  |
|         | L/120 | 231 | 184 | 149 | 122 | 101 | 197 | 158 | 128 | 106 | 88  |
| 3"      | L/240 | 196 | 142 | 107 | 82  | 64  | 162 | 119 | 91  | 70  | 54  |
|         | L/120 | 269 | 217 | 177 | 145 | 122 | 228 | 185 | 151 | 126 | 106 |
| 4"      | L/240 | 255 | 191 | 147 | 117 | 94  | 210 | 158 | 123 | 97  | 79  |
|         | L/120 | 350 | 286 | 236 | 197 | 165 | 296 | 243 | 202 | 169 | 143 |
| 5"      | L/240 | 314 | 240 | 187 | 152 | 124 | 258 | 197 | 155 | 124 | 104 |
|         | L/120 | 431 | 355 | 295 | 249 | 108 | 364 | 301 | 253 | 212 | 180 |

| TABLA DE CAPACIDAD DE CARGA UNIFORME W (kg/m <sup>2</sup> ) |                            | DISTANCIA ENTRE APOYOS m.  |     |     |     |     |     |                |     |     |     |     |     |
|---|----------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| ESPESOR DEL PANEL   | DEFLEXIÓN MÁXIMA PERMITIDA |  |     |     |     |     |     |                |     |     |     |     |     |
|   |                            | CALIBRE No. 26   |     |     |     |     |     | CALIBRE No. 28 |     |     |     |     |     |
|   |                            | 2.5  | 3   | 3.5 | 4   | 4.5 | 5   | 2.5            | 3   | 3.5 | 4   | 4.5 | 5   |
| 1"  | L/240                      | 233  | 155 | 97  | 65  | --- | --- | 192            | 141 | 89  | 59  | --- | --- |
|   | L/120                      | 233  | 162 | 119 | 91  | --- | --- | 192            | 146 | 107 | 82  | --- | --- |
| 1" 1/2"   | L/240                      | 347  | 241 | 167 | 112 | --- | --- | 264            | 216 | 151 | 101 | --- | --- |
|   | L/120                      | 347  | 241 | 177 | 135 | --- | --- | 264            | 216 | 158 | 121 | --- | --- |
| 2"  | L/240                      | 475  | 330 | 242 | 174 | --- | --- | 335            | 279 | 216 | 156 | --- | --- |
|   | L/120                      | 475  | 330 | 242 | 185 | --- | --- | 335            | 279 | 216 | 165 | --- | --- |
| 2" 1/2"   | L/240                      | 612  | 425 | 312 | 239 | --- | --- | 406            | 339 | 278 | 213 | --- | --- |
|   | L/120                      | 612  | 425 | 312 | 239 | --- | --- | 406            | 339 | 278 | 213 | --- | --- |
| 3"  | L/240                      | 744  | 517 | 384 | 302 | --- | --- | 477            | 400 | 341 | 269 | --- | --- |
|   | L/120                      | 744  | 517 | 384 | 302 | --- | --- | 477            | 400 | 341 | 269 | --- | --- |
| 4"  | L/240                      | 943  | 641 | 471 | 361 | 270 | --- | 621            | 517 | 415 | 318 | 238 | --- |
|   | L/120                      | 943  | 641 | 471 | 361 | 270 | --- | 621            | 517 | 415 | 318 | 238 | --- |
| 5"  | L/240                      | 1102   | 765 | 558 | 420 | 315 | 236 | 765            | 634 | 489 | 367 | 275 | 206 |
|   | L/120                      | 1102   | 765 | 558 | 420 | 315 | 236 | 765            | 634 | 489 | 367 | 275 | 206 |

## CONDICIONES DE CÁLCULO

1. Límite de fluencia del acero  $F_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ .
2. El análisis de todas las condiciones de apoyo simple está basado sobre "The Design of Foam-Filled Structures", por John A. Hartsock.
3. Para el análisis de todas las condiciones de apoyo continuo se tomaron en cuenta como base los diagramas de vigas coeficientes para claros iguales, momentos de inercia iguales e igual carga en todos los claros del AISC.
4. Los datos de apoyo continuo están basados sobre las condiciones de tres claros, el cual es usualmente más crítico que de los de 4,5 ó más claros.
5. Las cargas permisibles enlistadas son determinadas por corto tiempo de aplicación y no incluyen el efecto de deslizamiento de corte en el núcleo de la espuma.
6. Para condiciones de carga de viento se permite que la carga sea incrementada en 1/3 para un incremento normal en los esfuerzos permisibles, a menos que se limite por la deflexión máxima permisible.

7. La longitud máxima del panel es de 10.50 m.
8. MULTYPANEL S.A. de C.V. recomienda que los paneles Multymuro de fachadas y Multytecho, sea utilizados siempre para valores de carga de diseño<sup>11</sup>



### 3.2 SECCIONES PROPUESTAS (CUERDA SUPERIOR, CUERDA INFERIOR, MONTANTE Y DIAGONALES).

A esta etapa, se le podría considerar como la del prediseño ya que se debe elegir secciones cuyas propiedades sean las adecuadas para resistir todas las fuerzas que intervienen en el diseño la estructura en su conjunto, y que garanticen el equilibrio de la construcción con el medio.

#### 3.2.1 PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES PROPUESTAS.

Se dice que los materiales tienen una resistencia específica, dependiendo de las características propias de los elementos que los componen, el arreglo de su estructura molecular, y otros factores, para que un material u otro desarrolle cierta capacidad se requiere de tomar en cuenta el tamaño de cada sección del material, por lo cual se requiere de definir un tamaño específico, a fin de optimizar a un máximo su tamaño, por cuestiones de costo y de que a su vez resista todas las condiciones de carga o trabajo a la que es sometido. Por lo que se tiene que elegir secciones geométricas que se acerquen lo más posible a estas dos condiciones.

A continuación se muestran las secciones propuestas de la Armadura Tridimensional (cuerda superior, cuerda inferior, montante y diagonales). Todas las secciones son las que compondrán a las armaduras principales denominadas AR-1.

- Para el caso de las cuerdas inferior y superior estas la forman dos secciones en canal denominado Perfil C Estándar (CE).

<sup>11</sup> De acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E. (edición 1993) y con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

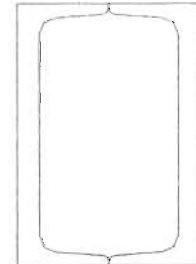
| Physical Properties( Unit: m ) |           |     |              |
|--------------------------------|-----------|-----|--------------|
| Ax                             | 0.0108503 | Ixx | 7.25422e-005 |
| Ay                             | 0         | Iyy | 3.26776e-005 |
| Az                             | 0         | Izz | 8.74948e-005 |
| D                              | 0.254     | W   | 0.1392       |

| Material Properties( Unit: kN-m ) |           |         |          |
|-----------------------------------|-----------|---------|----------|
| Elasticit                         | 2.05e+008 | Density | 77       |
| Poisson                           | 0.25      | Alpha   | 1.2e-011 |

Figura 3.2.1.1

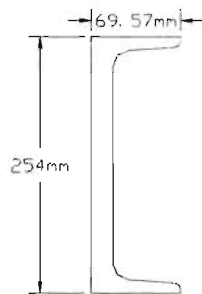
SECCION COMPUESTA  
CUERDAS SUPERIOR  
E INFERIOR



2 CANALES EN CAJON DE  
10" x 29.76 KG/M

Las propiedades que se muestra en la fig. 3.2.1.1 son las propiedades de la sección equivalente compuesta de 2 canales que se muestra a un costado. Se muestran también algunas de las propiedades del material.

SECCION PARA  
CUERDAS SUPERIOR  
E INFERIOR



CE-1 DE  
10" x 29.76 KG/M

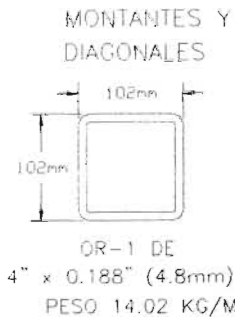
Este es el Perfil propuesto para formar las cuerdas superior e inferior respectivamente.

- En el caso de montante y diagonales se designó el siguiente perfil para las armaduras principales AR-1.

Figura 3.2.1.2

| Physical Properties( Unit: m ) |            |     |              |
|--------------------------------|------------|-----|--------------|
| Ax                             | 0.00178709 | Ixx | 4.3248e-006  |
| Ay                             | 0          | Iyy | 2.74713e-006 |
| Az                             | 0          | Izz | 2.74713e-006 |
| D                              | 0.1016     | W   | 0.1016       |

| Material Properties( Unit: kN-m ) |           |         |          |
|-----------------------------------|-----------|---------|----------|
| Elasticit                         | 2.05e+008 | Density | 77       |
| Poisson                           | 0.25      | Alpha   | 1.2e-011 |



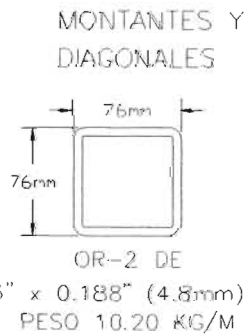
SECCIÓN PARA ARMADURA AR-1  
AR-2, AR-3, AR-4, AR-5, AR-6 Y AR-7

Secciones de la Armadura Perimetral AR-7

| Physical Properties( Unit: m ) |            |     |              |
|--------------------------------|------------|-----|--------------|
| Ax                             | 0.00130322 | Ixx | 1.73626e-006 |
| Ay                             | 0          | Iyy | 1.0822e-006  |
| Az                             | 0          | Izz | 1.0822e-006  |
| D                              | 0.0762     | W   | 0.0762       |

| Material Properties( Unit: kN-m ) |           |         |          |
|-----------------------------------|-----------|---------|----------|
| Elasticit                         | 2.05e+008 | Density | 77       |
| Poisson                           | 0.25      | Alpha   | 1.2e-011 |

Figura 3.2.1.3



SECCIÓN PARA ARMADURA AR-7

### 3.3 MODELO ANALIZADO DE LA ARMADURA TRIDIMENSIONAL EN EL PROGRAMA EMPLEADO.

Para la realización del modelado de la estructura el programa presenta dos opciones de introducir datos. El programa genera un archivo llamado de datos o entrada.

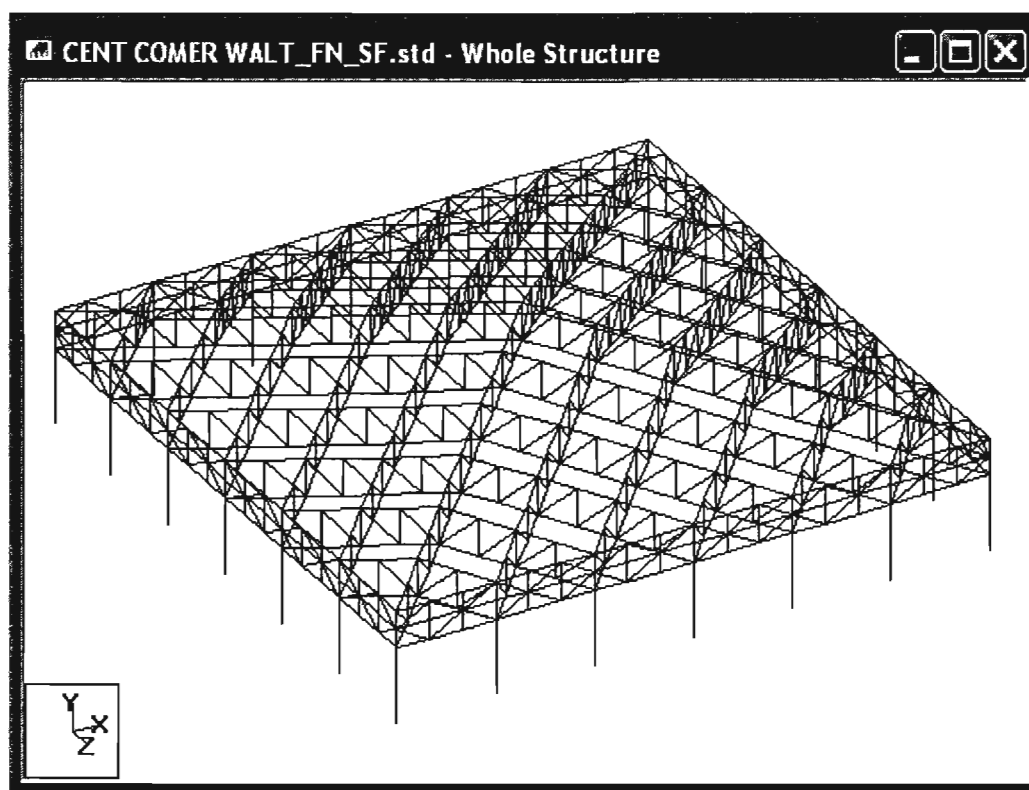


Figura 2.5.1

En la fig. 2.5.1 se muestran las secciones de la armadura y su arreglo general en tres dimensiones. También se muestran las columnas. Visualmente todo esta generado por líneas aun ya se les haya asignado las secciones correspondientes, en el caso de la armadura con secciones o perfiles metálicos y de las columnas secciones de concreto.

### 3.4 DISEÑO DE LA ARMADURA

Para el diseño de la armadura se emplea un programa de cálculo el cual consiste en revisar las secciones por el criterio de esfuerzos permisibles, esto si se decide revisarlo dando la instrucción del código AISC, así se mostraría en el archivo de dato, por ejemplo:

**CODE AISC**  
**CHECK CODE MEMB 25 TO 1597**  
(elementos enumerados a revisar, bajo ese código).

Pero si se decide hacer la revisión por medio del criterio de resistencia y factores de carga, el cual es el criterio que se maneja en el RCDF y NTC ("resistencia de diseño") se tiene que especificar otra instrucción o comando, será el siguiente:

**CODE LRFD**

**CHECK CODE MEMB 25 TO 1597**

(elementos enumerados a revisar, bajo ese código).

La revisión se realiza, para los elementos en tensión, con la siguiente expresión:

$$T_R = A_t * F_R * f_y$$

$$T_R = A_t * 0.9 * f_y$$

donde:

$A$  = Área de la sección en  $\text{cm}^2$ .

$0.9$  = Factor de reducción, para elementos a flexión.

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero A-36 2530  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Para efectuar la revisión de los elementos en compresión tenemos:

$$P_R = A * f_a$$

donde:

$A$  = Área de la sección en  $\text{cm}^2$ .

$f_a$  = esfuerzo admisible en compresión del elemento, en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Obteniendo  $f_a$ , de la relación de esbeltez de la sección, se tiene que:

$$\frac{kl}{r} = \text{Esbeltez}$$

donde:

$k$  = factor de longitud efectiva, adimensional.

$L$  = longitud libre del elemento,  $\text{cm}$ .

$R$  = radio de giro de la sección correspondiente, en  $\text{cm}$ .

La revisión resulta algo extensa ya que el número de elementos es muy grande, van del elemento número 25 al 1597. (Ver el archivo de datos en la sección de anexos). Por lo cual solo se revisarán las secciones con mayor esfuerzo, a tensión y compresión. Para realizar la comparación de los elementos tendremos que al esfuerzo actuante a tensión lo llamaremos  $T_a$  y el esfuerzo a compresión será  $P_a$ .

Revisando los elementos se tiene:

A continuación se muestran las tablas de resúmenes que el programa proporciona de los elementos de la armadura, así como la revisión de los elementos bajo el diseño de factores de carga y de resistencia, esta revisión se muestra en la sección de anexos.



Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |   |          |           |              |           |                   |
|--------|---|----------|-----------|--------------|-----------|-------------------|
| Job No | UNO                                       | Sheet No | 1         | Rev          |           |                   |
| Part   | TECHUMBRE                                 |          |           |              |           |                   |
| Ref    | ESTRUCTURAL                               |          |           |              |           |                   |
| By     |   | Date     | 10-Mar-03 | Chd          | JFPA      |                   |
| Client | FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN" |          | File      | C W_VIET.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |

### Job Information

|       | Engineer  | Checked | Approved |
|-------|-----------|---------|----------|
| Name: |           | JFPA    | JFPA     |
| Date: | 10-Mar-03 |         |          |

|                |             |
|----------------|-------------|
| Structure Type | SPACE FRAME |
|----------------|-------------|

|                    |      |               |      |
|--------------------|------|---------------|------|
| Number of Nodes    | 650  | Highest Node  | 650  |
| Number of Elements | 1621 | Highest Beam  | 1621 |
| Number of Plates   | 24   | Highest Plate | 1645 |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Number of Basic Load Cases       | 8 |
| Number of Combination Load Cases | 9 |

Included in this printout are data for:

|     |                     |
|-----|---------------------|
| All | The Whole Structure |
|-----|---------------------|

Included in this printout are results for load cases:

| Type    | L/C | Name                              |
|---------|-----|-----------------------------------|
| Primary | 1   | *** CARGA MUERTA + CARGA VIVA *** |
| Primary | 2   | *** CARGA MUERTA + CARGA VIVA *** |
| Primary | 3   | **TECHO-INCLINADO-DIRECCION-BARL  |
| Primary | 4   | **TECHO-INCLINADO-SOTAVENTO EN 2  |
| Primary | 5   | **TECHOS-INCLINADOS-ACCION-PARA   |
| Primary | 6   | **TECHO-INCLINADO-DIRECCION-BARL  |
| Primary | 7   | **TECHO-INCLINADO-SOTAVENTO EN >  |





Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|                              |                                    |                 |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Job No<br><b>UNO</b>         | Sheet No<br><b>2</b>               | Rev             |
| Part <b>TECHUMBRE</b>        |                                    |                 |
| Ref <b>ESTRUCTURAL</b>       |                                    |                 |
| By                           | Date <b>10-Mar-03</b>              | Chd <b>JFPA</b> |
| File <b>C W_LRFD_S_N.std</b> | Date/Time <b>26-May-2005 08:30</b> |                 |

Job Title **TESIS PROFESIONAL**

Client **FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"**

### Job Information Cont...

| Type        | L/C | Name                                   |
|-------------|-----|--|
| Combination | 40  | **PP+CM+CV(1.1)+SISX(-1.1)+SISZ(0.33)  |
| Combination | 50  | **PP+CM+CV(1.1)+SISX(-1.1)+SISZ(-0.33) |
| Combination | 60  | **PP+CM+CV(1.1)+SISX(0.33)+SISZ(1.1)*  |
| Combination | 70  | **PP+CM+CV(1.1)+SISX(0.33)+SISZ(-1.1)  |
| Combination | 80  | **PP+CM+CV(1.1)+SISX(-0.33)+SISZ(1.1)  |
| Combination | 90  | **PP+CM+CV(1.1)+SISX(-0.33)+SISZ(-1.1) |

### Node Displacement Summary

|         | Node | L/C           | X<br>(m)      | Y<br>(m)      | Z<br>(m)      | Resultant<br>(m) | rX<br>(rad)     | rY<br>(rad)     | rZ<br>(rad)     |
|---------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Max X   | 40   | 10:**PP+CM+C  | <b>0.022</b>  | -0.000        | 0.000         | 0.022            | 0.00000         | 0.00000         | 0.00334         |
| Min X   | 34   | 10:**PP+CM+C  | <b>-0.022</b> | -0.000        | -0.000        | 0.022            | -0.00000        | -0.00000        | -0.00341        |
| Max Y   | 51   | 3:SISMIC EN X | 0.001         | <b>0.000</b>  | 0.000         | 0.001            | -0.00005        | 0.00019         | -0.00007        |
| Min Y   | 351  | 10:**PP+CM+C  | -0.002        | <b>-0.038</b> | -0.002        | 0.038            | 0.00015         | -0.00132        | -0.00011        |
| Max Z   | 263  | 10:**PP+CM+C  | -0.001        | -0.020        | <b>0.012</b>  | 0.023            | 0.00224         | 0.00058         | -0.00026        |
| Min Z   | 432  | 10:**PP+CM+C  | -0.001        | -0.020        | <b>-0.012</b> | 0.024            | -0.00227        | -0.00058        | -0.00025        |
| Max rX  | 54   | 10:**PP+CM+C  | -0.000        | -0.002        | 0.010         | 0.011            | <b>0.00285</b>  | -0.00000        | 0.00004         |
| Min rX  | 72   | 10:**PP+CM+C  | -0.000        | -0.002        | -0.010        | 0.011            | <b>-0.00299</b> | 0.00000         | -0.00008        |
| Max rY  | 207  | 10:**PP+CM+C  | 0.002         | -0.037        | -0.002        | 0.037            | 0.00016         | <b>0.00137</b>  | 0.00018         |
| Min rY  | 350  | 10:**PP+CM+C  | 0.001         | -0.037        | 0.002         | 0.037            | -0.00026        | <b>-0.00140</b> | -0.00001        |
| Max rZ  | 10   | 10:**PP+CM+C  | -0.000        | -0.000        | -0.000        | 0.000            | -0.00000        | -0.00000        | <b>0.00362</b>  |
| Min rZ  | 16   | 10:**PP+CM+C  | 0.000         | -0.000        | 0.000         | 0.000            | 0.00000         | 0.00000         | <b>-0.00361</b> |
| Max Rst | 103  | 10:**PP+CM+C  | -0.004        | -0.037        | -0.003        | <b>0.038</b>     | -0.00023        | 0.00008         | -0.00025        |



Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |   |          |           |              |           |                   |
|--------|---|----------|-----------|--------------|-----------|-------------------|
| Job No | <b>UNO</b>                                | Sheet No | <b>3</b>  | Rev          |           |                   |
| Part   | TECHUMBRE                                 |          |           |              |           |                   |
| Ref    | ESTRUCTURAL                               |          |           |              |           |                   |
| By     |   | Date     | 10-Mar-03 | Chd          | JFPA      |                   |
| Client | FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN" |          | File      | C W_VIET.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |

### Node Displacement Summary Cont...

|         | Node | L/C          | X<br>(m) | Y<br>(m) | Z<br>(m) | Resultant<br>(m) | rX<br>(rad) | rY<br>(rad) | rZ<br>(rad)     |
|---------|------|--------------|----------|----------|----------|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| Max rZ  | 10   | 10:**PP+CM+C | -0.000   | -0.000   | -0.000   | 0.000            | -0.00000    | -0.00000    | <b>0.00351</b>  |
| Min rZ  | 16   | 10:**PP+CM+C | 0.000    | -0.000   | 0.000    | 0.000            | 0.00000     | 0.00000     | <b>-0.00350</b> |
| Max Rst | 103  | 10:**PP+CM+C | -0.004   | -0.038   | -0.003   | <b>0.038</b>     | -0.00025    | 0.00008     | -0.00026        |

### Beam End Force Summary

The signs of the forces at end B of each beam have been reversed. For example: this means that the Min Fx entry gives the largest tension value for an beam.

|        | Beam | Node | L/C          | Axial           |                |                | Shear         |                |                | Torsion     | Bending     |             |
|--------|------|------|--------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
|        |      |      |              | Fx<br>(kN)      | Fy<br>(kN)     | Fz<br>(kN)     | Mx<br>(kNm)   | Fy<br>(kN)     | Fz<br>(kN)     | Mx<br>(kNm) | My<br>(kNm) | Mz<br>(kNm) |
| Max Fx | 16   | 22   | 10:**PP+CM+C | <b>420.918</b>  | -0.062         | -9.361         | -0.023        | -0.936         | -0.371         |             |             |             |
| Min Fx | 636  | 97   | 10:**PP+CM+C | <b>-375.466</b> | -0.247         | 0.131          | 0.221         | 0.316          | -6.510         |             |             |             |
| Max Fy | 1599 | 8    | 10:**PP+CM+C | -0.000          | <b>27.872</b>  | 0.000          | -4.156        | -0.001         | 41.695         |             |             |             |
| Min Fy | 1614 | 14   | 10:**PP+CM+C | -0.000          | <b>-27.866</b> | -0.000         | 4.120         | -0.001         | 41.677         |             |             |             |
| Max Fz | 1    | 1    | 10:**PP+CM+C | 214.584         | -7.757         | <b>10.421</b>  | 3.402         | -44.896        | -46.543        |             |             |             |
| Min Fz | 19   | 13   | 10:**PP+CM+C | 216.259         | -7.847         | <b>-10.496</b> | -3.441        | 45.188         | -47.082        |             |             |             |
| Max Mx | 12   | 18   | 10:**PP+CM+C | 372.549         | 0.001          | -6.136         | <b>6.625</b>  | 21.940         | 0.009          |             |             |             |
| Min Mx | 20   | 12   | 10:**PP+CM+C | 377.110         | 0.020          | -6.024         | <b>-6.610</b> | 21.732         | 0.118          |             |             |             |
| Max My | 4    | 28   | 40:**PP+CM+C | 248.040         | 0.039          | 9.443          | -0.047        | <b>56.766</b>  | 0.000          |             |             |             |
| Min My | 16   | 46   | 40:**PP+CM+C | 255.122         | -0.027         | -10.322        | -0.041        | <b>-61.939</b> | 0.000          |             |             |             |
| Max Mz | 7    | 7    | 10:**PP+CM+C | 212.556         | 7.784          | 10.393         | -3.407        | -44.745        | <b>46.706</b>  |             |             |             |
| Min Mz | 19   | 13   | 10:**PP+CM+C | 216.259         | -7.847         | -10.496        | -3.441        | 45.188         | <b>-47.082</b> |             |             |             |



Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|   |                          |                                    |
|---|--------------------------|------------------------------------|
| Job No<br><b>UNO</b>                                    | Sheet No<br><b>4</b>     | Rev                                |
| Part <b>TECHUMBRE</b>                                   |                          |                                    |
| Ref <b>ESTRUCTURAL</b>                                  |                          |                                    |
| By  | Date <b>10-Mar-03</b>    | Chd <b>JFPA</b>                    |
| Client <b>FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"</b> | File <b>C W_VIET.std</b> | Date/Time <b>26-May-2005 08:30</b> |

## Reaction Summary

|        | Node | L/C           | Horizontal      | Vertical       | Horizontal      | Moment       |               |              |
|--------|------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
|        |      |               | FX<br>(kN)      | FY<br>(kN)     | FZ<br>(kN)      | MX<br>(kNm)  | MY<br>(kNm)   | MZ<br>(kNm)  |
| Max FX | 2    | 10:**PP+CM+C  | <b>103.353</b>  | 509.658        | 7.010           | 0.000        | 3.920         | 0.000        |
| Min FX | 24   | 10:**PP+CM+C  | <b>-103.493</b> | 517.710        | -7.341          | 0.000        | 3.820         | 0.000        |
| Max FY | 21   | 10:**PP+CM+C  | 66.404          | <b>524.915</b> | -8.902          | 0.000        | -1.515        | 0.000        |
| Min FY | 10   | 6:**TECHO-INI | 5.843           | <b>-20.922</b> | 0.026           | 0.000        | 0.015         | 0.000        |
| Max FZ | 8    | 10:**PP+CM+C  | 0.914           | 488.950        | <b>101.809</b>  | 0.000        | 7.680         | 0.000        |
| Min FZ | 18   | 10:**PP+CM+C  | -0.951          | 498.945        | <b>-101.497</b> | 0.000        | 7.881         | 0.000        |
| Max MX | 1    | 1:** CARGA N  | 41.718          | 304.706        | 42.329          | <b>0.000</b> | 3.129         | 0.000        |
| Min MX | 1    | 1:** CARGA N  | 41.718          | 304.706        | 42.329          | <b>0.000</b> | 3.129         | 0.000        |
| Max MY | 18   | 10:**PP+CM+C  | -0.951          | 498.945        | -101.497        | 0.000        | <b>7.881</b>  | 0.000        |
| Min MY | 12   | 10:**PP+CM+C  | 0.941           | 503.092        | -101.029        | 0.000        | <b>-7.877</b> | 0.000        |
| Max MZ | 1    | 1:** CARGA N  | 41.718          | 304.706        | 42.329          | 0.000        | 3.129         | <b>0.000</b> |
| Min MZ | 1    | 1:** CARGA N  | 41.718          | 304.706        | 42.329          | 0.000        | 3.129         | <b>0.000</b> |

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS

#### OBJETIVO PARTICULAR

Analizar y diseñar la cimentación y columnas, para determinar si las secciones propuestas son las adecuadas, tomando en cuenta las cargas de diseño y las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos. De forma que se cumpla con el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal y Normas Técnicas Complementarias en el Apartado de Cimentaciones y Concreto, así como de las necesidades del proyecto.

#### 4.1 CARGAS DE DISEÑO.

Estas serán las que se tomen en cuenta para el diseño de la cimentación.

##### Análisis de cargas:

Techumbre:

Carga muerta:

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Lámina multi-techo    | 11.15 Kg/m <sup>2</sup> . |
| Instalaciones         | 10.00 Kg/m <sup>2</sup> . |
| Estructura (armadura) | 35.00 Kg/m <sup>2</sup> . |

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| Carga viva: | 40.00 Kg/m <sup>2</sup> . |
|-------------|---------------------------|

---

96.15 Kg/m<sup>2</sup>.

##### Área de la cubierta:

$$48 \times 48 \text{ m} = 2304 \text{ m}^2$$

Peso de la techumbre

$$2304 \text{ m}^2 \times 96.15 \text{ Kg/m}^2 = 221,529.60 \text{ Kg}$$

Nota.- Al programa sólo se le asigna el peso de la techumbre distribuido en los nodos del modelo generado.

Se divide entre el número de columnas que se tienen, 24. Tenemos:

221,529.60 kg / 24 columnas = 9230.40 kg. de descarga

Este peso le corresponde a cada columna.

Peso propio de la columna =  $3.015 \text{ m}^3 * 2.4 \text{ Ton/m}^3 = 7238.23 \text{ kg}$

Diámetro de la sección 0.80 m.

Altura de la columna 6 m.

Área =  $\pi r^2 = 3.1416 * 0.40^2 = 0.5026 \text{ m}^2$

Peso volumétrico del concreto =  $2.4 \text{ Ton/m}^3$

Peso total de la estructura = Peso de la techumbre + peso propio de columnas.

$$W_{\text{Total}} = W_t + W_{\text{col}}$$

$$W_{\text{Total}} = 221,529.60 + 202,670.42 = 424,200.02 \text{ Kg.}$$

#### 4.2 RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE LA MECÁNICA DE SUELOS REALIZADO PARA EL TERRENO EN DONDE SE LLEVARÁ A CABO LA CONSTRUCCIÓN.

De acuerdo al criterio de zonificación Geotécnica de la Ciudad de México establecida en el Artículo 219 del RCDF y en las NTC, el predio en estudio, se localiza en la región identificada como Zona I, o de Lomas. Que incluye las faldas de la sierra de Guadalupe, la Sierra de las Cruces, además de las partes altas de los cerros del Peñón de los Baños, Peñón del Marqués y Cerro de la Estrella. Se forma básicamente por suelos firmes areno-limosos (tepetate), tobas compactadas de alta capacidad de carga y baja deformabilidad, y materiales rocosos.

El coeficiente sísmico básico para la Zona I es de  $c = 0.16$ , para construcciones el grupo B. En el caso de que la estructura a construir se clasifique dentro del grupo A, el coeficiente sísmico se deberá multiplicar por 1.5 veces.

Considerando lo anterior, así como las necesidades de funcionalidad de este proyecto, se requiere hallar una solución óptima al planteamiento de la cimentación, razón por la cual se llevo a cabo un Estudio de Mecánica de Suelos en dicho predio, para establecer las recomendaciones necesarias para el diseño de la cimentación de la edificación proyectada, señalando con ello el tipo de cimentación adecuada, su profundidad de desplante, capacidad de carga admisible, y asentamientos totales probables, considerando el nivel de desplante de la edificación.

Tomando como parámetro las conclusiones y recomendaciones del Estudio de Mecánica de Suelo, tenemos:

- El predio donde se construirá la tienda Comercial (Walt-Mart) se ubica en la Zona I (Lomerío).
- El predio tiene un área de  $3,304 \text{ m}^2$ , de los cuales solo se utilizaran para la construcción  $2,304 \text{ m}^2$ .
- La estratigrafía del suelo consiste en un material superficial de origen vegetal hasta una profundidad de 0.80 m, al cual le subyace un estrato de arcilla arenosa de consistencia firme hasta 2.60, le sigue un estrato de arena limosa densa hasta 4.10 m, finalmente de 4.10 a 6.00 m se localizó un estrato de arcilla arenosa con gravas de consistencia firme. El nivel de aguas freáticas no se detectó.
- La cimentación podrá resolverse mediante zapatas aisladas para las columnas principales siendo la profundidad de desplante 2.5 m, se recomienda que se ligue todo el sistema de columnas, mediante contra trabes de liga. Para sustentar los muros perimetrales se podrá emplear zapatas corridas con una profundidad de desplante mínima de 0.80 m, bajo el nivel de terreno natural actual.
- Se determinó que la capacidad de carga admisible es del orden de 8 y  $11 \text{ t/m}^2$  respectivamente para las profundidades de desplante dadas, para las zapatas.
- Los asentamientos verticales debido al peso propio de la estructura serán a corto plazo, y tendrán una magnitud del orden de 3 cm.

- La remoción del material podrá efectuarse por medios mecánicos, a excepción de los últimos 40 cm de profundidad, que deberán ser retirados manualmente para no alterar las propiedades de resistencia del suelo de apoyo.
- Para lograr un apoyo uniforme y libre de contaminantes, se recomienda colocar en el fondo de la excavación una plantilla de concreto de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ .

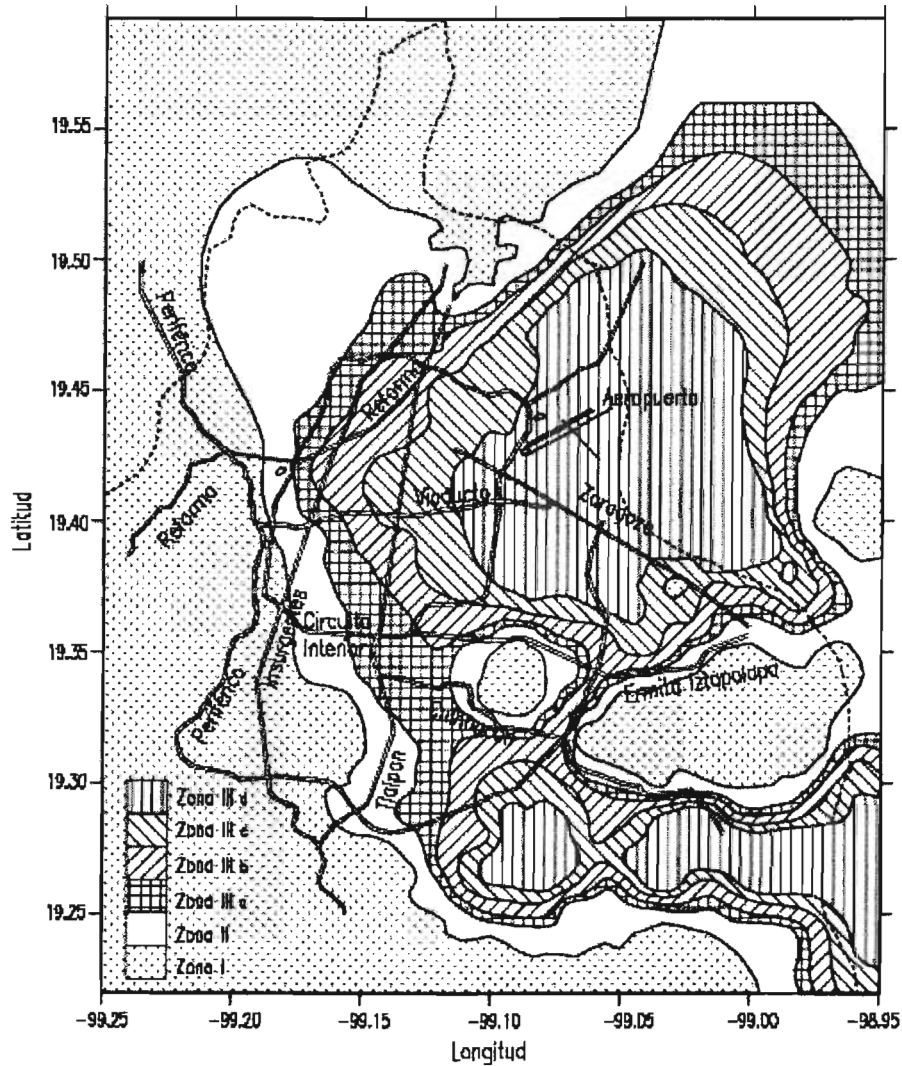


Figura 4.2.1 Zonificación del DF para diseño por sismo

#### 4.3 MODELO ANALIZADO DE CIMENTACIÓN, EN EL PROGRAMA STAAD PRO.

Para que el programa ejecute el diseño de la cimentación se requiere de darle la instrucción en el archivo de datos, especificada como "START FOOTING DESIGN", en el anexo se muestra el archivo de datos de entrada.

Todos los casos de carga son verificados y el diseño es ejecutado para las reacciones en los apoyos asociadas con el nodo que requieran el máximo tamaño de cimentación. Existen parámetros disponibles que pueden controlar el diseño.

El resultado incluye las dimensiones de la cimentación y los detalles de los refuerzos. Las varillas de empalme y sus longitudes de desarrollo también son calculadas e incluidas en la salida del diseño.

##### 4.3.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El diseño de cimentaciones aisladas de STAAD-PRO 3.1, está basado en las siguientes consideraciones:

- 1) El diseño de las reacciones de carga podrán incluir cargas concentradas y momentos biaxiales.
- 2) La reacción a la carga vertical es incrementada un 10% para considerar el peso propio de la cimentación.
- 3) El tamaño de la losa de cimentación es rectangular. La relación entre la longitud y el ancho de la losa se puede controlar por medio de un parámetro.
- 4) El diseño de la base de cimentación está disponible y es opcional.
- 5) Las cimentaciones no se podrán diseñar en los apoyos donde las reacciones provoquen un levantamiento sobre éstas.

##### 4.3.2 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.

La siguiente es la secuencia de diseño que se sigue:

- 1) El tamaño de cimentación es calculado con base a la carga obtenida directamente de los resultados del análisis (reacciones de los apoyos) y de la compresión permisible del terreno que se haya especificado. Ningún factor es usado para las reacciones de los apoyos.
- 2) El tamaño de cimentación, obtenido del inciso uno, y el factor de carga



son utilizados para calcular las reacciones del terreno.

$$\text{FACTOR DE CARGA} = \text{REACCIÓN EFECTIVA} \times \text{Parámetro FFAC (Factor de carga de diseño)}$$

Observe que el usuario podrá proporcionar el valor deseado para FFAC.

- 3) Los detalles del peralte y refuerzo de la cimentación, están basados en las reacciones del terreno calculados en el inciso 2.
- 4) Los empalmes y longitud de desarrollo son calculados y reportados en la salida.

Los parámetros siguientes se encuentran disponibles para el diseño de cimentaciones. Algunos de estos valores son los que se proponen en la revisión de la cimentación.

Parámetros de Diseño

| Nombre de Parámetro | Valor por Omisión   | Descripción  |
|---------------------|---|--|
| FY                  | 4200 kg/cm <sup>2</sup>   | Resistencia a la fluencia para acero de refuerzo.  |
| FC                  | 250 kg/cm <sup>2</sup>  | Resistencia a la compresión del concreto.  |
| CLEAR               | 4.0 cm.   | Recubrimientos para el refuerzo de la losa.  |
| REINF               | Varilla número 6  | Tamaño de varilla del refuerzo principal para el diseño de la losa.  |
| FFAC                | 1.0   | Factor de carga de diseño.   |
| BC                  | 11 t/m <sup>2</sup>   | Capacidad de carga del terreno.  |
| RATIO               | 1.0   | Razón entre los lados de la losa.  |
| TRACK               | 1.0   | 1.0 - para salida numérica<br>2.0 - para salida numérica y diagrama.   |
| DEPTH               | Calculado por el Programa   | Profundidad mínima de la base de cimentación de la losa. El programa cambia este valor en caso de que el programa lo requiera.   |
| S1, S2              | Calculado por el Programa (2.50 x 2.50)<br>Dimensión de la zapata propuesta | Tamaño de la base de la cimentación de la losa. S1 y S2 a los lados de las columnas YD y ZD, respectivamente. Se podrán especificar ya sea S1 o S2, o ambos. Cuando se provee uno, el otro es calculado en base a la razón (RATIO). Cuando se proveen ambos el valor de RATIO será ignorado. |
| <u>EMBEDMENT</u>    | 2.50  | Profundidad de la base de la   |

cimentación a partir del punto de apoyo de la columna.

Parámetros de Diseño Cont.

| Nombre de Parámetro | Valor por Omisión | Descripción   |
|---------------------|-------------------|---|
| PEDESTAL            | 0.0               | 0.0 = no se efectuará diseño de pedestal<br>1.0 = diseño de pedestal dejando al programa calcular las dimensiones de este.<br>X1 X2 - diseño de pedestal utilizando las dimensiones que usted defina, donde X1 y X2 corresponden a los lados de la losa S1 y S2, respectivamente. |

4.2.3 REVISIÓN Y DISEÑO FINAL DE CIMENTACIÓN.

Zapatas corridas ZC-2:

$$M_R = F_R * b * d^2 * F_C'' * q * (1.5 * q)$$

$$M = w * L^2 / 2 = 10 * .50^2 / 2 = 1.25 \text{ Ton-m}$$

$$125000 / 100 * 17^2 = 4.32; \quad AS = 5.1 \text{ cm}^2$$

VAR #4 @ 25 cm

Cálculo de la contra trabe CT-3:

$$M = -1048270.69 \text{ Kg-cm}$$

$$M / b * d^2 = 1048270.69 / (25 * 95^2) = 4.64$$

Por lo que considera una cuantía mínima de:  $p = 0.003$

$$A = 0.003 * 25 * 95 = 7.125 \text{ cm}^2. \quad \text{Por lo que 4 Var \# 5.}$$

Se presenta a continuación el diseño que realiza el programa de la contratrabe.

B E A M N O. 1598 D E S I G N R E S U L T S - F L E X U R E

LEN - 8000. MM FY - 412. FC - 25. MPA, SIZE - 250. X 1000. MMS

| LEVEL | HEIGHT<br>(MM) | BAR INFO | FROM<br>(MM) | TO<br>(MM) | ANCHOR<br>STA END |
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|
|-------|----------------|----------|--------------|------------|-------------------|

□

|  |              |             |              |              |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
|--|--------------|-------------|--------------|--------------|--------|----------------------|--------------|----|----------|------|----|-------------|----------|-------------|--------------|--------------|--|-----------------------------|-------|------|-----|-----|--|----------------------------------|-------|------|-----|--|--|
| 1  | 56.          | 4 - 16MM    | 0.           | 7957.        | YES NO |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">CRITICAL POS MOMENT=</td> <td style="width: 20%;">22.23 KN-MET</td> <td style="width: 10%;">AT</td> <td style="width: 15%;">5333.MM,</td> <td style="width: 10%;">LOAD</td> <td style="width: 10%;">10</td> </tr> <tr> <td>REQD STEEL=</td> <td>790.MM2,</td> <td>ROW=0.0033,</td> <td>ROWMX=0.0191</td> <td>ROWMN=0.0033</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=</td> <td>138./</td> <td>41./</td> <td>46.</td> <td>MMS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH =</td> <td>317./</td> <td>623.</td> <td>MMS</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |              |             |              |              |        | CRITICAL POS MOMENT= | 22.23 KN-MET | AT | 5333.MM, | LOAD | 10 | REQD STEEL= | 790.MM2, | ROW=0.0033, | ROWMX=0.0191 | ROWMN=0.0033 |  | MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= | 138./ | 41./ | 46. | MMS |  | BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH = | 317./ | 623. | MMS |  |  |
| CRITICAL POS MOMENT=   | 22.23 KN-MET | AT          | 5333.MM,     | LOAD         | 10     |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| REQD STEEL=  | 790.MM2,     | ROW=0.0033, | ROWMX=0.0191 | ROWMN=0.0033 |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=  | 138./        | 41./        | 46.          | MMS          |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH =   | 317./        | 623.        | MMS          |              |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| 2  | 944.         | 4 - 16MM    | 0.           | 3492.        | YES NO |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">CRITICAL NEG MOMENT=</td> <td style="width: 20%;">82.85 KN-MET</td> <td style="width: 10%;">AT</td> <td style="width: 15%;">0.MM,</td> <td style="width: 10%;">LOAD</td> <td style="width: 10%;">10</td> </tr> <tr> <td>REQD STEEL=</td> <td>790.MM2,</td> <td>ROW=0.0033,</td> <td>ROWMX=0.0191</td> <td>ROWMN=0.0033</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=</td> <td>138./</td> <td>41./</td> <td>46.</td> <td>MMS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH =</td> <td>317./</td> <td>825.</td> <td>MMS</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>    |              |             |              |              |        | CRITICAL NEG MOMENT= | 82.85 KN-MET | AT | 0.MM,    | LOAD | 10 | REQD STEEL= | 790.MM2, | ROW=0.0033, | ROWMX=0.0191 | ROWMN=0.0033 |  | MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= | 138./ | 41./ | 46. | MMS |  | BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH = | 317./ | 825. | MMS |  |  |
| CRITICAL NEG MOMENT=   | 82.85 KN-MET | AT          | 0.MM,        | LOAD         | 10     |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| REQD STEEL=  | 790.MM2,     | ROW=0.0033, | ROWMX=0.0191 | ROWMN=0.0033 |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=  | 138./        | 41./        | 46.          | MMS          |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH =   | 317./        | 825.        | MMS          |              |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| 3  | 944.         | 4 - 16MM    | 3508.        | 8000.        | NO YES |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">CRITICAL NEG MOMENT=</td> <td style="width: 20%;">28.70 KN-MET</td> <td style="width: 10%;">AT</td> <td style="width: 15%;">8000.MM,</td> <td style="width: 10%;">LOAD</td> <td style="width: 10%;">60</td> </tr> <tr> <td>REQD STEEL=</td> <td>790.MM2,</td> <td>ROW=0.0033,</td> <td>ROWMX=0.0191</td> <td>ROWMN=0.0033</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=</td> <td>138./</td> <td>41./</td> <td>46.</td> <td>MMS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH =</td> <td>317./</td> <td>825.</td> <td>MMS</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |              |             |              |              |        | CRITICAL NEG MOMENT= | 28.70 KN-MET | AT | 8000.MM, | LOAD | 60 | REQD STEEL= | 790.MM2, | ROW=0.0033, | ROWMX=0.0191 | ROWMN=0.0033 |  | MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING= | 138./ | 41./ | 46. | MMS |  | BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH = | 317./ | 825. | MMS |  |  |
| CRITICAL NEG MOMENT=   | 28.70 KN-MET | AT          | 8000.MM,     | LOAD         | 60     |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| REQD STEEL=  | 790.MM2,     | ROW=0.0033, | ROWMX=0.0191 | ROWMN=0.0033 |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| MAX/MIN/ACTUAL BAR SPACING=  | 138./        | 41./        | 46.          | MMS          |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |
| BASIC/REQD. DEVELOPMENT LENGTH =   | 317./        | 825.        | MMS          |              |        |                      |              |    |          |      |    |             |          |             |              |              |  |                             |       |      |     |     |  |                                  |       |      |     |  |  |

REQUIRED REINF. STEEL SUMMARY :

| SECTION<br>( MM ) | REINF STEEL (+VE/-VE)<br>(SQ. MM ) | MOMENTS (+VE/-VE)<br>(KNS-MET ) | LOAD (+VE/-VE) |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| 0.                | 37./ 241.                          | 13./ 83.                        | 4/ 10          |
| 667.              | 31./ 165.                          | 11./ 57.                        | 4/ 10          |
| 1333.             | 26./ 100.                          | 9./ 35.                         | 4/ 10          |
| 2000.             | 20./ 48.                           | 7./ 17.                         | 4/ 90          |
| 2667.             | 25./ 11.                           | 9./ 4.                          | 60/ 90         |
| 3333.             | 41./ 0.                            | 14./ 0.                         | 60/ 0          |
| 4000.             | 52./ 0.                            | 18./ 0.                         | 10/ 0          |
| 4667.             | 63./ 2.                            | 22./ 1.                         | 10/ 4          |
| 5333.             | 64./ 8.                            | 22./ 3.                         | 10/ 4          |
| 6000.             | 54./ 13.                           | 19./ 5.                         | 10/ 4          |
| 6667.             | 37./ 19.                           | 13./ 7.                         | 90/ 4          |
| 7333.             | 16./ 40.                           | 6./ 14.                         | 90/ 60         |
| 8000.             | 0./ 83.                            | 0./ 29.                         | 0/ 60          |

B E A M N O. 1598 D E S I G N R E S U L T S - S H E A R

□

AT START SUPPORT - Vu= 24.23 KNS Vc= 195.33 KNS Vs= 0.00 KNS  
 Tu= 6.16 KN-MET Tc= 8.7 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 1  
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.  
 ONLY MINIMUM REINFORCEMENT IS REQUIRED FOR SHEAR.  
 PROVIDE 10 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 477. MM C/C FOR 3058. MM  
 ADDITIONAL LONGITUDINAL STEEL REQD. FOR TORSIONAL RESISTANCE = 0.00 SQ.CM.

AT END SUPPORT - Vu= 11.79 KNS Vc= 199.91 KNS Vs= 0.00 KNS  
 Tu= 6.16 KN-MET Tc= 8.7 KN-MET Ts= 0.0 KN-MET LOAD 1  
 NO STIRRUPS ARE REQUIRED FOR TORSION.  
 ONLY MINIMUM REINFORCEMENT IS REQUIRED FOR SHEAR.  
 PROVIDE 10 MM 2-LEGGED STIRRUPS AT 477. MM C/C FOR 3058. MM  
 ADDITIONAL LONGITUDINAL STEEL REQD. FOR TORSIONAL RESISTANCE = 0.00 SQ.CM.

| 1J      |      |      |      | 7999X 249X 999 |         |           |    | 8J   |  |         |     |
|---------|------|------|------|----------------|---------|-----------|----|------|--|---------|-----|
| 4No16 H | 944. | 0.TO | 3492 |                | 4No16 H | 944.3508. | TO | 8000 |  |         |     |
|         |      |      |      |                |         |           |    |      |  |         |     |
| 8*10c/c | 477  |      |      |                |         |           |    |      |  | 8*10c/c | 477 |
|         |      |      |      |                |         |           |    |      |  |         |     |
| 4No16 H | 56.  | 0.TO | 7957 |                |         |           |    |      |  |         |     |

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  |
| 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 | 4#16 |      |
| ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  | ooo  |      |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

□

Zapatas aisladas ZA-1:

Constantes

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

$f^*c = 0.8 f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$

$f''c = 0.85 f^*c ; s_i < = 250 \text{ kg/cm}^2$

$f''c = 170 \text{ kg/cm}^2$

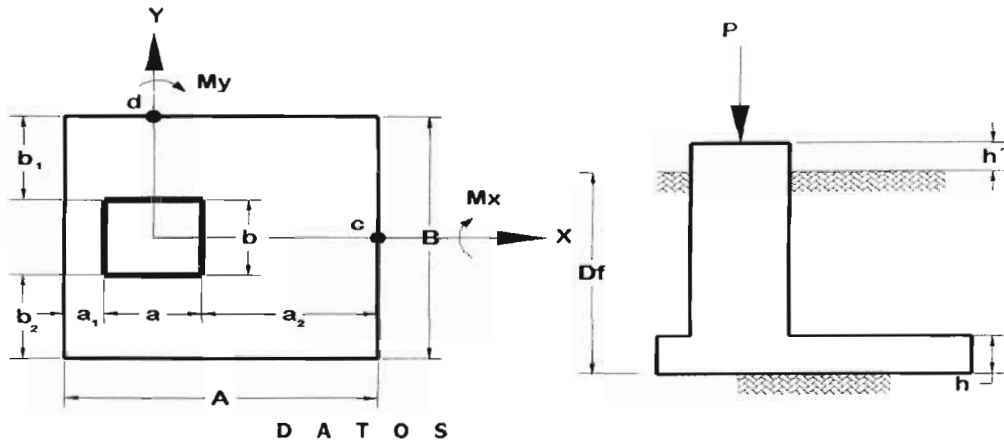
$P_{min} = 0,00264$

$P_{max} = 0,01905$

$$\rho_{min} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{fy}$$

$$\rho_{max} = \frac{f''c}{fy} \times \frac{4800}{6000 + fy}$$

**CIMENTACIÓN PARA CENTRO COMERCIAL WALTMART  
CALCULO DE ZAPATAS**



**GEOMETRÍA**

**CARGA**

|                          |       |                  |                        |      |   |
|--------------------------|-------|------------------|------------------------|------|---|
| <b>A</b> =               | 3,25  | m                | <b>a<sub>1</sub></b> = | 1,23 | m |
| <b>B</b> =               | 3,25  | m                | <b>a<sub>2</sub></b> = | 1,23 | m |
| <b>a</b> =               | 0,80  | m                | <b>b<sub>1</sub></b> = | 1,23 | m |
| <b>b</b> =               | 0,80  | m                | <b>b<sub>2</sub></b> = | 1,23 | m |
| <b>h</b> =               | 0,35  | m                |                        |      |   |
| <b>Df</b> =              | 2,50  | m                |                        |      |   |
| <b>h'</b> =              | 0,00  | m                |                        |      |   |
| recubrimiento <b>r</b> = | 4     | cm.              |                        |      |   |
| cap.de carga <b>qa</b> = | 11,00 | t/m <sup>2</sup> |                        |      |   |
| Relleno <b>gs</b> =      | 1,70  | t/m <sup>3</sup> |                        |      |   |
| Concreto <b>gc</b> =     | 2,40  |                  |                        |      |   |

|                           |       |                    |
|---------------------------|-------|--------------------|
| <b>P</b> =                | 21,66 | t.                 |
| <b>V<sub>x</sub></b> =    | 1,82  | t.                 |
| <b>M<sub>x</sub></b> =    | 8,38  | t-m                |
| <b>V<sub>y</sub></b> =    | 1,35  | t.                 |
| <b>M<sub>y</sub></b> =    | 8,14  | t-m                |
| fac. de carga <b>Fc</b> = | 1,40  |                    |
| acero de ref. <b>fy</b> = | 4200  | kg/cm <sup>2</sup> |
| concreto <b>f'c</b> =     | 250   | kg/cm <sup>2</sup> |

**Constantes:**

Diametro= 80 cm de la columna Dado = 100 cm

$$f^*c = 0.8 f_c$$

$$f^*c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 0.85 f^*c$$

$$f'c = 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$P_{\min} = 0,00264$$

$$\rho_{\max} = \frac{f'c}{f_y} \times \frac{4800}{6000 + f_y}$$

$$P_{\max} = 0,0190476$$

La Columna es circular por lo el Reglamento de Construcción NTC, para Estructuras de Concreto Si la columna es circular se puede tratar como cuadrada de lado igual a (0.8D- 0.2d ).

**Peso de la estructura**

$$\begin{aligned} \text{zapata} &= A \times B \times h \times 2.40 = &= & 8,87 \quad \text{t} \\ \text{dado} &= a \times b \times (Df - h + h') \times 2.40 = &= & 3,29 \quad \text{t} \\ \text{relleno} &= [(A \times B) - (a \times b)] \times (Df - h) \times \text{gs} = &= & 36,27 \quad \text{t} \\ P &= &= & \underline{21,66} \quad \text{t} \\ P_T &= &= & 70,10 \quad \text{t} \end{aligned} \quad \text{Peso cim.} = 48,44 \quad \text{t.}$$

**Momentos respecto al punto "c"**

$$\begin{aligned} \text{zapata} &= 8,87 \quad \times \quad 1,63 = 14,42 \quad \text{t-m} \\ \text{dado} &= 3,29 \quad \times \quad 1,63 = 5,35 \quad \text{t-m} \\ \text{relleno} &= 36,27 \quad \times \quad 1,63 = 58,94 \quad \text{t-m} \\ P &= 21,66 \quad \times \quad 1,63 = 35,20 \quad \text{t-m} \\ V_x &= 1,82 \quad \times \quad 2,50 = 4,55 \quad \text{t-m} \\ M_y &= &= & \underline{8,14} \quad \text{t-m} \\ M_T &= &= & 126,60 \quad \text{t-m} \end{aligned} \quad M_{RY} = 113,91 \quad \text{t-m}$$

$$X = \frac{M_T}{P_T} = 1,81 \quad \text{m}$$

$$e_x = \frac{A}{2} - X = 0,18 \quad \text{m}$$

por lo tanto

$$M_y = P_T \times e_x = 12,69 \quad \text{t-m}$$

**Momentos respecto al punto "d"**

$$\begin{aligned} \text{zapata} &= 8,87 \quad \times \quad 1,63 = 14,42 \quad \text{t-m} \\ \text{dado} &= 3,29 \quad \times \quad 1,63 = 5,35 \quad \text{t-m} \\ \text{relleno} &= 36,27 \quad \times \quad 1,63 = 58,94 \quad \text{t-m} \\ P &= 21,66 \quad \times \quad 1,63 = 35,20 \quad \text{t-m} \\ V_y &= 1,35 \quad \times \quad 2,50 = 3,38 \quad \text{t-m} \\ M_x &= &= & \underline{8,38} \quad \text{t-m} \\ M_T &= &= & 125,67 \quad \text{t-m} \end{aligned} \quad M_{RX} = 113,91 \quad \text{t-m}$$

$$X = \frac{M_T}{P_T} = 1,79 \quad \text{m}$$

$$e_y = \frac{B}{2} - X = 0,17 \quad \text{m}$$

por lo tanto

$$M_x = P_T \times e_x = 11,76 \quad \text{t-m}$$

**Revisión de la estabilidad**

$$M_{VX} = M_y + V_x(Df+h') \quad M_{VX} = 12,69 \quad \text{t-m}$$

Momentos de volteo

$$M_{VY} = M_x + V_y(Df+h') \quad M_{VY} = 11,76 \quad \text{t-m}$$

$$M_{ex} = M_{RY} \quad M_{ex} = 113,91 \quad \text{t-m}$$

Momentos de equilibrio

$$M_{ey} = M_{RX} \quad M_{ey} = 113,91 \quad \text{t-m}$$

**Factor de seguridad al volteo**

$FS_{vx} = M_{ex} / M_{vx}$   $FS_{vx} = 9,0 > 1.5$

$FS_{vy} = M_{ey} / M_{vy}$   $FS_{vy} = 9,69 > 1.5$

**Esfuerzos de contacto sobre el suelo.**

Propiedades de la zapata

$$A_R = A \times B \quad A_R = 10,563 \text{ m}^2$$

$$I_{x'} = \frac{AB^3}{12} = 9,297 \text{ m}^4 \quad S_{x'} = \frac{AB^2}{6} = 5,721 \text{ m}^3$$

$$I_y = \frac{BA^3}{12} = 9,297 \text{ m}^4 \quad S_y = \frac{BA^2}{6} = 5,721 \text{ m}^3$$

Esfuerzo Maximo

$$q = \frac{P_T}{A_R} + \frac{M_x}{I_x} 0.5B + \frac{M_y}{I_y} 0.5A \quad q = 10,91 \text{ t/m}^2 < \quad q_a = 11,00 \text{ t/m}^2$$

**Revisión sentido X**

$e_x = 0,18 \text{ m.} \quad L/6 = 0,54 \text{ m.}$

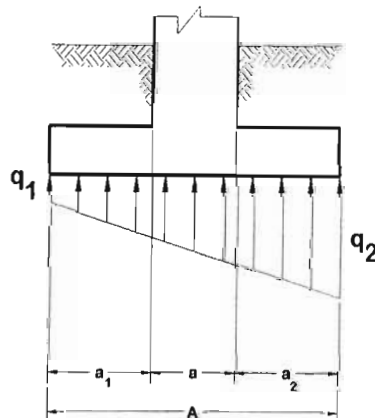
$e_x = 0,18 \text{ m.} < \quad L/6 = 0,54 \text{ m.}$

Por lo tanto no hay tensiones en este sentido.

Los esfuerzos serán los siguientes:

$$q_1 = \frac{P_T}{A_R} + \frac{M_x}{I_x}(0.25B) + \frac{M_y}{I_y}(-0.5A) \quad q_1 = 5,446 \text{ t/m}$$

$$q_2 = \frac{P_T}{A_R} + \frac{M_x}{I_x}(0.25B) + \frac{M_y}{I_y}(0.5A) \quad q_2 = 9,882 \text{ t/m}$$

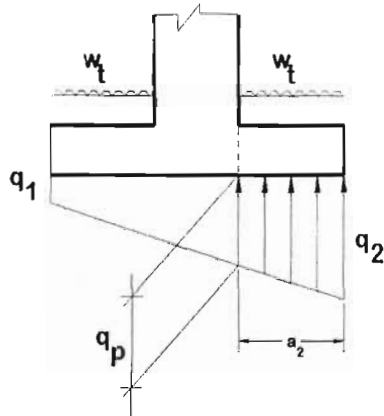


PM= 13,8451343

Pm= -0,571907124

Si consideramos para diseño un ancho unitario de 1.0 m.

|                 |                                       |       |     |
|-----------------|---------------------------------------|-------|-----|
| Peso de relleno | $w = (Df - h) \times gs \times 1.0 =$ | 3,655 | t/m |
| Peso de zapata  | $w = h \times 2.40 \times 1.0 =$      | 0,84  | t/m |
|                 |                                       | ===== |     |
| peso total      | $wt =$                                | 4,495 | t/m |



$$q_p = \frac{(A - a_2)}{A} (q_2 - q_1) + q_1 \quad q_p = 8,209 \quad \text{t/m}$$

$$Mp = \frac{(q_p - wt)a_2^2}{2} + \frac{(q_2 - q_p)a_2^2}{3} \quad Mp = 3,626 \quad \text{t-m}$$

$$Vp = (q_p - wt)a_2 + \frac{(q_2 - q_p)a_2}{2} \quad Vp = 5,577 \quad \text{t}$$

$$Mpu = Mp \times Fc \quad \mathbf{Mpu} = 5,077 \quad \text{t-m}$$

$$Vpu = Vp \times Fc \quad \mathbf{Vpu} = 7,807 \quad \text{t}$$

Flexión

si tenemos que:  $b = 100 \quad \text{cm}$   $F_R = 0.9$  para flexión  
 $d = 31 \quad \text{cm}$   
 $h = 35 \quad \text{cm}$

$$\rho = \frac{f'_c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2Mpu}{F_R b d^2 f'_c}} \right] \quad r = 0,0014$$

$$r^3 \geq r_{\min} \text{ entonces } r = 0,00264$$

$$As = rbd \quad As = 8,17 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

se propone usar varillas # 5  $Av = 1,98 \quad \text{cm}^2$

$$S = \frac{100 Av}{As} \quad S = 24,2 \quad \text{cm}$$

usar varillas del # 5 @ 24 cm

Cortante por tensión diagonal

$$Vcr = F_R b d (0.2 + 30\rho) \sqrt{f'_c}$$

$$As = \frac{100 Av}{S} \quad As = 8,2 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$



$$\rho = \frac{As}{bd} \qquad r = 0,0026604$$

$$V_{cr} = 9814 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = \mathbf{9,814 \text{ ton}} > \mathbf{V_{pu} = 7,807 \text{ OK}}$$

**Revisión sentido Y**

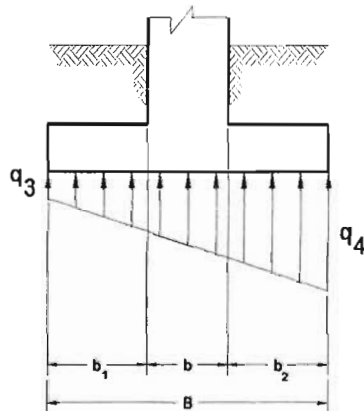
$$e_y = 0,17 \text{ m.} \qquad L/6 = 0,54 \text{ m.}$$

$$e_y = 0,17 < L/6 = 0,54 \text{ OK}$$

Por lo tanto no hay tensiones en este sentido y los esfuerzos serán los siguientes:

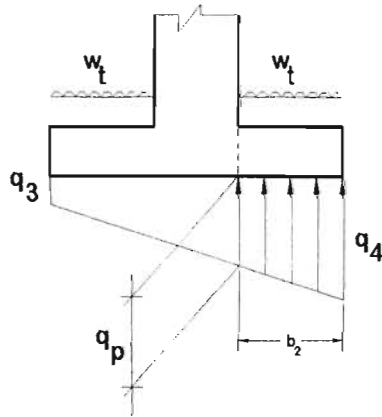
$$q_3 = \frac{P_T}{A_R} + \frac{Mx}{I_x}(-0.5B) + \frac{My}{I_y}(0.25A) \qquad q_3 = 5,691 \text{ t/m}$$

$$q_4 = \frac{P_T}{A_R} + \frac{Mx}{I_x}(0.5B) + \frac{My}{I_y}(0.25A) \qquad q_4 = 9,800 \text{ t/m}$$



Si consideramos para diseño un ancho unitario de 1.0 m.

|                 |                                      |   |       |     |
|-----------------|--------------------------------------|---|-------|-----|
| Peso de relleno | $w = (Df - h) \times g_s \times 1.0$ | = | 3,655 | t/m |
| Peso de zapata  | $w = h \times 2.40 \times 1.0$       | = | 0,84  | t/m |
|                 |                                      |   | ===== |     |
| peso total      | wt =                                 |   | 4,495 | t/m |



$$q_p = \frac{B - b_2}{B} (q_4 - q_3) + q_3$$

$$q_p = 8,251 \quad \text{t/m}$$

$$M_p = \frac{(q_p - wt) b_2^2}{2} + \frac{(q_4 - q_p) b_2^2}{3}$$

$$M_p = 3,596 \quad \text{t-m}$$

$$V_p = (q_p - wt) b_2 + \frac{(q_4 - q_p) b_2}{2}$$

$$V_p = 5,552 \quad \text{t}$$

$$M_{pu} = M_p \times F_c$$

$$M_{pu} = 5,034 \quad \text{t-m}$$

$$V_{pu} = V_p \times F_c$$

$$V_{pu} = 7,773 \quad \text{t}$$

Flexión

si tenemos que:

$$\begin{aligned} b &= 100 \quad \text{cm} \\ d &= 31 \quad \text{cm} \\ h &= 35 \quad \text{cm} \end{aligned}$$

$F_R = 0.9$  para flexión

$$\rho = \frac{f'_c c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_{pu}}{F_R b d^2 f'_c}} \right]$$

$$r = 0,0014$$

$$r^3 \geq r_{\min} \text{ entonces } r = 0,00264$$

$$A_s = r b d \quad A_s = 8,17 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

se propone usar varillas # **5**  $A_v = 1,98 \quad \text{cm}^2$

$$S = \frac{100 A_v}{A_s} \quad S = 24,2 \quad \text{cm}$$

**usar varillas del # 5 @ 24 cm**

Cortante por tensión diagonal

$$V_{cr} = F_R b d (0.2 + 30\rho) \sqrt{f_c^*}$$

$$A_s = \frac{100 A_v}{S}$$

$$A_s = 8,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b d}$$

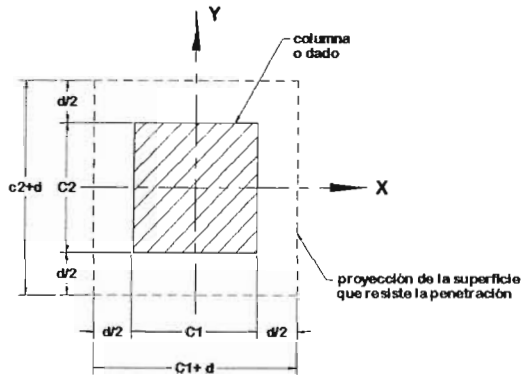
$$r = 0,0026604$$

$$V_{cr} = 9814 \text{ kg}$$

$$V_{cr} = 9,814 \text{ ton} >$$

$$V_{pu} = 7,773 \text{ OK}$$

Cortante por penetración



$$C1 = 79,9 \text{ cm}$$

$$C2 = 79,9 \text{ cm}$$

$$C1 + d = 110,9 \text{ cm}$$

$$C2 + d = 110,9 \text{ cm}$$

Elementos mecánicos en el espesor medio de la zapata.

Superestructura = ..... = 21,660 t

Relleno ----- = [ ( C1 + d ) ( C2 + d ) - ( C1 x C2 ) ] x ( Df - h ) x g<sub>s</sub> = 2,162 t

zapata ----- = ( C1 + d ) ( C2 + d ) x h x 2.40 ..... = 1,033 t

=====

$$P = 24,855 \text{ t}$$

En dirección X y Y

$$M_x = M_x + V_y ( Df - 0.5h ) \quad M_x = 11,519 \text{ t-m}$$

$$M_y = M_y + V_x ( Df - 0.5h ) \quad M_y = 12,372 \text{ t-m}$$

**Esfuerzo por penetración**

$$v = \frac{P}{Ac} + \frac{\alpha_x M_y (C1 + d)}{2J_{cy}} + \frac{\alpha_y M_x (C2 + d)}{2J_{cx}}$$

$$\alpha_x = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{C1 + d}{C2 + d}}}$$

$$\alpha_x = 0,40$$

$$\alpha_y = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{\frac{C2+d}{C1+d}}} \quad \alpha_y = 0,40$$

$$A_c = 2d(C1+C2+2d) \quad A_c = 13751,6 \text{ cm}^2$$

$$J_{cx} = \frac{d(C2+d)^3}{6} + \frac{(C2+d)d^3}{6} + \frac{d(C1+d)(C2+d)^2}{2} \quad J_{cx} = 28738690 \text{ cm}^4$$

$$J_{cy} = \frac{d(C1+d)^3}{6} + \frac{(C1+d)d^3}{6} + \frac{d(C2+d)(C1+d)^2}{2} \quad J_{cy} = 28738690 \text{ cm}^4$$

Sustituyendo valores:

$$v = 3,7 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo último por penetración sera:

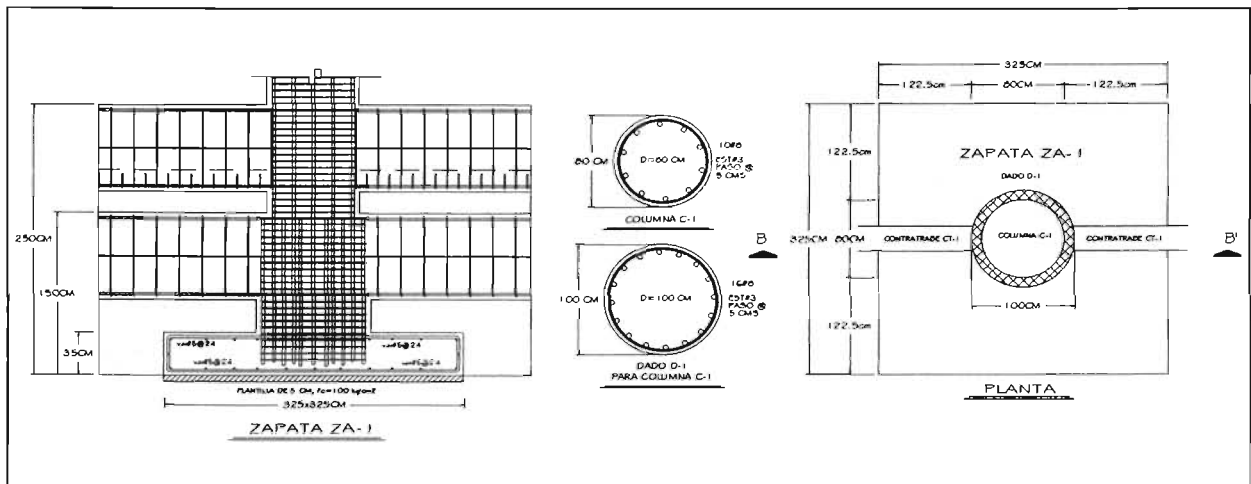
$$v_u = v \times FC \quad v_u = 5,12 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo resistente del concreto

$$v_{CR} = F_R \sqrt{f_c}^* \quad v_{CR} = 11,31 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{CR} = 11,31 \text{ kg/cm}^2 > v_u = 5,12 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto, el espesor de la zapata propuesto es correcto.



### 4.3 MODELO ANALIZADO DE COLUMNAS, EN EL PROGRAMA STAAD PRO.

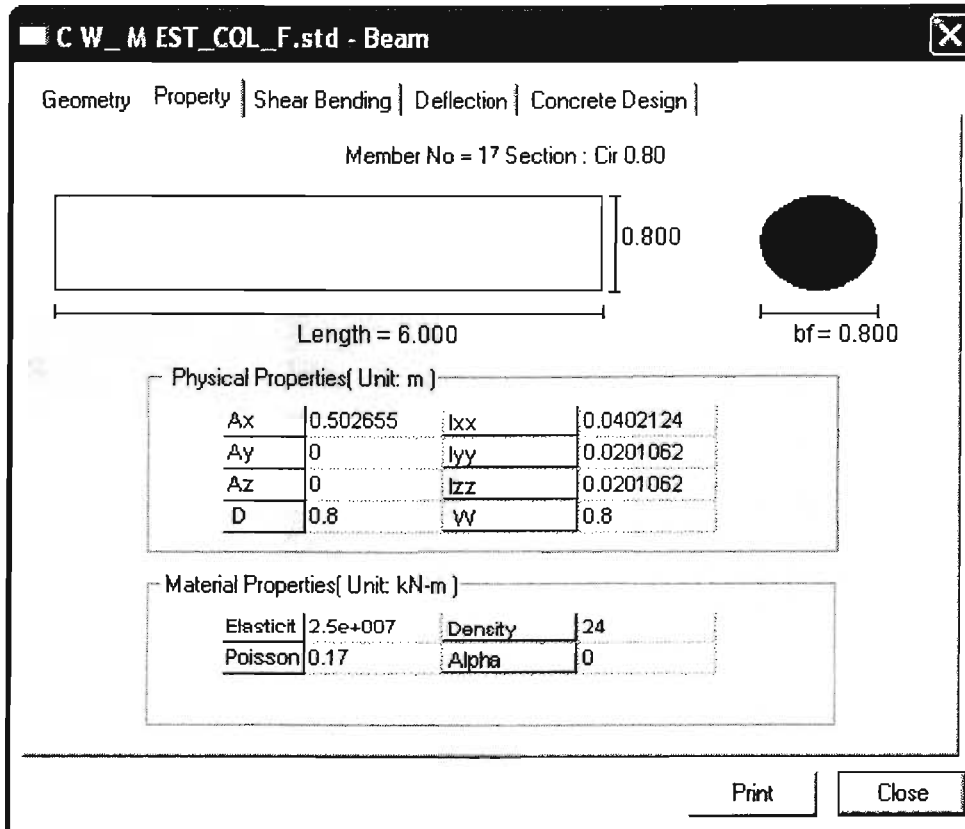


Figura 4.3.1

En esta figura se muestran las propiedades geométricas de las columnas propuestas para la sustentación de la Armadura Tridimensional, así como las propiedades del material, en este caso de concreto.

El planteamiento general de las columnas en la propuesta del modelo, es, asignarle una sujeción adecuada a las columnas a fin de evitar un posible volteo de ellas, producida por todas las acciones o fuerzas presentes, en la naturaleza. La idea es manejarlas como si fuesen una columna en cantiliver o volado. En el modelo propuesto esta consideración se hizo.

#### 4.4.1 REVISIÓN Y DISEÑO FINAL DE LAS COLUMNAS.

Se presenta el diseño de las columnas mediante un archivo que genera el programa de cálculo.

C O L U M N   N O .            1    D E S I G N    R E S U L T S

\*\*\* COLUMN IS IN TENSION FOR LOAD    3 - LOAD IGNORED \*\*\*

\*\*\* COLUMN IS IN TENSION FOR LOAD    4 - LOAD IGNORED \*\*\*

FY - 411.9    FC - 24.5 MPA,    CIRC SIZE 800.0 MMS DIAMETER    TIED

AREA OF STEEL REQUIRED = 5026.5    SQ. MM

| BAR CONFIGURATION              | REINF PCT. | LOAD | LOCATION | PHI   |
|--------------------------------|------------|------|----------|-------|
| 25 - 16 MM<br>(EQUALLY SPACED) | 1.000      | 1    | STA      | 0.700 |

COLUMN INTERACTION: MOMENT ABOUT Z/Y -AXIS (KN-MET)

| P0       | Pn max   | P-bal.  | M-bal.  | e-bal. (MM) |
|----------|----------|---------|---------|-------------|
| 12440.93 | 9952.74  | 5066.59 | 1263.11 | 249.3       |
| M0       | P-tens.  | Des.Pn  | Des.Mn  | e/h         |
| 655.69   | -2070.83 | 215.04  | 116.72  | 0.090       |

|             | Pn      | Mn      | Pn      | Mn      |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| P0          | 9187.15 | 844.23  | 4593.57 | 1268.12 |
| Pn,max      | 8421.55 | 971.64  | 3827.98 | 1246.32 |
| NOMINAL     | 7655.96 | 1072.28 | 3062.38 | 1192.25 |
| AXIAL       | 6890.36 | 1151.02 | 2296.79 | 1106.02 |
| COMPRESSION | 6124.77 | 1209.80 | 1531.19 | 988.70  |
| Pb          | 5359.17 | 1251.24 | 765.60  | 838.24  |
| M0          |         |         |         |         |
| P-tens      |         |         |         |         |

En este resumen se muestran las columnas o elementos en los cuales se generaron los mayores elementos mecánicos, de acuerdo con el resumen de elementos y fuerzas del programa de cálculo.

COLUMNAS C-1:

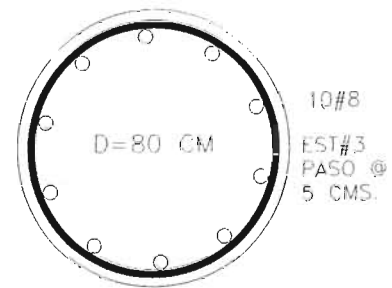
Momento resistente en las columnas:

$$M_R = F_R * b * d^2 * F_C'' * q * (1 - 1.5 * q)$$

$$F_C' = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_Y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_R = 0.90, \quad q = P * F_Y / F_C'', \quad P = A_S / b * d$$



COLUMNA C-1

Columnas de concreto armado

COLUMNA C-1

$$P_R = F_Y * A_S + F_C'' * b * h$$

$$P_R = (4200 * 50.265 + 170 * 5026.54) = 1065,624.80 \text{ KG.}$$

$$P_A = 41,350 \text{ Kg.}$$

## CONCLUSIONES

Del estudio del presente trabajo se puede concluir que apegándose a los criterios y normas que dictan quienes tienen como compromiso el estudio del comportamiento de las estructuras, a fin de que su análisis y diseño sea el óptimo para un adecuado funcionamiento, en cuanto a seguridad y costo, y tomando como referencia todas las acciones y eventos que la naturaleza tiene, por ejemplo las fuerzas que se producen de los sismos o las generadas por lluvia, nieve, o viento. Todas ellas y por supuesto las propias generadas por el peso de los materiales y las personas, tienen la finalidad de ser tomadas en cuenta para adecuada propuesta de las estructuras. Las herramientas matemáticas son sin duda para el ingeniero su fuente primaria de trabajo, gracias a estas se puede obtener con precisión el análisis y diseño de cada uno de los elementos que componen una estructura en su conjunto.

La armadura propuesta cumple con los requisitos de seguridad ya que las secciones metálicas que la componen fueron revisadas en conjunto para que su comportamiento, junto con el de las columnas que sustentan este sistema fuese el adecuado, bajo todas las condiciones a las que se la sometieron. Teniendo de igual forma un buen resultado en la propuesta de conexión entre las columnas y las armaduras, que consistió en una articulación entre estos elementos, (se usó una articulación real).

En resumen lo que se puede concluir de esta tesis, es que, si se hace una estructuración adecuada, en general un arreglo ingenioso de un elemento muy frecuentemente usado como, el sistema de armadura, se pueden obtener resultados favorables, en este caso en particular en donde se contiene o salva un claro de 48 x 48 metros, satisfactoriamente.

Se considera que este trabajo aporta un planteamiento general para resolver problemas similares.

También habría que resaltar el empleo de los programas de cálculo, ya que facilitan el trabajo matemático, gracias a los procesos tan avanzados de las computadoras.



## BIBLIOGRAFÍA

1. STANLEY W. CRAWLEY, ROBERT M. DILLON.  
ESTRUCTURAS DE ACERO, ANÁLISIS Y DISEÑO.  
EDITA. LIMUSA,  
GRUPO NORIEGA EDITORES.
  
2. KOELLHOFFER, MANZ, HORNBERGER.  
MANUAL DE SOLDADURA, COLECCIÓN TEXTOS POLITÉCNICOS.  
EDITA. LIMUSA,  
GRUPO NORIEGA EDITORES.
  
3. ING. HÉCTOR SOTO RODRÍGUEZ.  
DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, VOLUMEN I Y II.  
PRODUCCIÓN EDITORIAL:    ING. HÉCTOR SOTO RODRÍGUEZ Y  
  ARQ. MA. ELENA MALDONADO PORRAS.
  
4. EDWARD G. NAWY (1988).  
CONCRETO REFORZADO, UN ENFOQUE BÁSICO.  
EDITA. PRENTICE HALL.
  
5. ROBERTO MELI (2000).  
DISEÑO ESTRUCTURAL.  
EDITA. LIMUSA.
  
6. LUÍS ARNAL SIMÓN  
MAX BETANCOURT SUÁREZ (2002).  
REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.  
EDITA. TRILLAS.

7. LUÍS ARNAL SIMÓN  
MAX BETANCOURT SUÁREZ (2002).  
  
NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.  
  
EDITA. TRILLAS.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

# ANEXOS

ANEXOS: ARCHIVO DE DATOS

STAAD SPACE CENTRO COMERCIAL WALTMART

START JOB INFORMATION

JOB NAME TESIS PROFESIONAL

JOB CLIENT FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"

JOB NO UNO

JOB PART TECHUMBRE

JOB REF ESTRUCTURAL

CHECKER NAME JFPA

APPROVED NAME JFPA

ENGINEER DATE 10-Mar-03

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT CM KG

JOINT COORDINATES

1 0 0 0; 2 800 0 0; 3 1600 0 0; 4 2400 0 0; 5 3200 0 0; 6 4000 0 0; 7 4800 0 0;  
8 0 0 800; 9 0 0 1600; 10 0 0 2400; 11 0 0 3200; 12 0 0 4000; 13 0 0 4800;  
14 4800 0 800; 15 4800 0 1600; 16 4800 0 2400; 17 4800 0 3200; 18 4800 0 4000;  
19 4800 0 4800; 20 800 0 4800; 21 1600 0 4800; 22 2400 0 4800; 23 3200 0 4800;  
24 4000 0 4800; 25 0 600 0; 26 800 600 0; 27 1600 600 0; 28 2400 600 0;  
29 3200 600 0; 30 4000 600 0; 31 4800 600 0; 32 0 600 800; 33 0 600 1600;  
34 0 600 2400; 35 0 600 3200; 36 0 600 4000; 37 0 600 4800; 38 4800 600 800;  
39 4800 600 1600; 40 4800 600 2400; 41 4800 600 3200; 42 4800 600 4000;  
43 4800 600 4800; 44 800 600 4800; 45 1600 600 4800; 46 2400 600 4800;  
47 3200 600 4800; 48 4000 600 4800; 49 2400 1189 2400; 50 2400 1489 2400;

MEMBER INCIDENCES

1 1 25; 2 2 26; 3 3 27; 4 4 28; 5 5 29; 6 6 30; 7 7 31; 8 14 38; 9 15 39;  
10 16 40; 11 17 41; 12 18 42; 13 19 43; 14 24 48; 15 23 47; 16 22 46; 17 21 45;  
18 20 44; 19 13 37; 20 12 36; 21 11 35; 22 10 34; 23 9 33; 24 8 32; 25 25 630;  
26 26 626; 27 27 622; 28 28 618; 29 29 614; 30 30 610; 31 31 600; 32 38 596;  
33 39 589; 34 40 582; 35 41 575; 36 42 570; 37 43 519; 38 48 512; 39 47 505;  
40 46 498; 41 45 491; 42 44 483; 43 37 526; 44 36 533; 45 35 540; 46 34 549;  
47 33 554; 48 32 561; 49 49 50; 50 25 567; 51 31 609; 52 43 523; 53 37 485;  
54 26 648; 55 27 645; 56 28 642; 57 29 639; 58 30 636; 59 38 606; 60 39 595;  
61 40 586; 62 41 579; 63 42 572; 64 48 516; 65 47 509; 66 46 502; 67 45 497;  
68 44 486; 69 36 532; 70 35 537; 71 34 544; 72 33 551; 73 32 558; 74 76 75;  
75 78 77; 76 80 79; 77 82 81; 78 84 83; 79 86 85; 80 88 87; 81 90 89; 82 92 91;  
83 94 93; 84 114 113; 85 112 111; 86 110 109; 87 108 107; 88 106 105;  
89 104 103; 90 102 101; 91 100 99; 92 98 97; 93 96 95; 94 25 195; 95 76 198;  
96 75 197; 97 78 200; 98 77 199; 99 80 202; 100 79 201; 101 82 204; 102 81 203;

ELEMENT INCIDENCES SHELL

1622 37 44 20 13; 1623 44 45 21 20; 1624 45 46 22 21; 1625 46 47 23 22;  
1626 47 48 24 23; 1627 48 43 19 24; 1628 43 42 18 19; 1629 42 41 17 18;  
1630 41 40 16 17; 1631 40 39 15 16; 1632 39 38 14 15; 1633 38 31 7 14;  
1634 31 30 6 7; 1635 30 29 5 6; 1636 29 28 4 5; 1637 28 27 3 4; 1638 27 26 2 3;  
1639 26 25 1 2; 1640 25 32 8 1; 1641 32 33 9 8; 1642 33 34 10 9;  
1643 34 35 11 10; 1644 35 36 12 11; 1645 36 37 13 12;

MEMBER TRUSS

25 TO 1597

MEMBER RELEASE

1 TO 24 END MZ

MEMBER PROPERTY AMERICAN

1 TO 24 PRIS YD 80

\*

871 870 869 868 867 866 865 864 859 858 857 856 855 854 853 852 847 846 845 -  
 844 843 842 841 840 833 832 831 830 829 828 827 826 825 824 823 822 815 814 -  
 813 812 811 810 809 808 807 806 805 804 795 794 793 792 791 790 789 788 787 -  
 786 785 784 783 782 781 780 771 770 769 768 767 766 765 764 763 762 761 760 -  
 759 758 757 756 745 744 743 742 741 740 739 738 737 736 735 734 733 732 731 -  
 730 729 728 727 726 715 714 713 712 711 710 709 708 707 706 705 704 703 702 -  
 701 700 699 698 697 696 683 682 681 680 679 678 677 676 675 674 673 672 -

671 TABLE ST TUBE TH 1.49315 WT 13.92 DT 25.4

1596 670 669 668 667 666 665 664 663 662 661 660 639 638 637 636 635 634 633 -  
 632 631 630 629 628 627 626 625 624 623 622 621 620 619 618 617 616 615 614 -  
 613 612 611 610 609 608 607 606 605 604 603 602 601 600 591 590 589 588 587 -  
 586 585 584 583 582 581 580 579 578 577 576 567 566 565 564 563 562 561 560 -  
 559 558 557 556 555 554 553 552 549 548 547 546 541 540 539 538 537 536 535 -  
 534 527 526 525 524 523 522 521 520 519 518 517 516 511 510 509 508 507 506 -  
 505 504 499 498 497 496 495 494 493 492 489 488 487 486 483 482 481 480 472 -  
 471 470 469 468 467 466 465 464 463 462 461 460 459 457 456 454 453 451 450 -  
 448 447 445 TABLE ST TUBE TH 1.49315 WT 13.92 DT 25.4

444 410 409 408 407 406 405 404 403 402 401 400 399 398 397 396 395 394 393 -  
 392 391 390 389 388 387 386 385 384 383 382 381 370 369 368 367 366 365 364 -  
 363 362 361 360 359 358 357 356 355 354 353 352 351 350 349 348 347 346 345 -  
 344 343 342 341 330 329 328 327 326 325 324 323 322 321 320 319 318 317 316 -  
 315 314 313 312 311 310 309 308 307 306 305 304 303 302 301 290 289 288 287 -  
 286 285 284 283 282 281 280 279 278 277 276 275 274 273 272 271 270 269 268 -  
 267 266 265 264 263 262 261 260 259 258 257 256 255 254 253 252 251 250 249 -  
 248 247 246 245 244 243 242 241 240 239 238 237 236 235 234 233 232 231 230 -  
 229 228 227 226 225 224 223 222 221 220 219 218 217 216 215 214 213 212 211 -  
 210 209 208 207 206 205 204 203 202 201 200 199 198 197 196 195 194 193 192 -  
 191 190 189 188 187 186 185 184 183 182 181 180 179 178 177 176 175 174 173 -  
 172 171 170 169 168 167 166 165 164 163 162 161 160 159 158 157 156 155 154 -  
 153 152 151 150 149 148 147 146 145 144 143 142 141 140 139 138 137 136 135 -  
 134 133 132 131 130 129 128 127 126 125 124 123 122 121 120 119 118 117 116 -  
 115 114 113 112 111 110 109 108 107 106 105 104 103 102 101 100 99 98 97 96 -  
 95 94 TABLE ST TUBE TH 1.49315 WT 13.92 DT 25.4

\*

1536 1533 1530 1527 1524 1467 1464 1440 1418 1400 1382 1348 1330 1312 1294 -  
 1280 1258 1240 1222 1204 1192 1166 1165 1162 1161 1160 1159 1158 1157 1156 -  
 1155 1154 1153 1152 1151 1150 1149 1148 1147 1146 1145 1144 1143 1142 1141 -  
 1140 1139 1138 1137 1136 1135 1134 1133 1132 1131 1130 1129 1128 1127 1126 -  
 1125 1124 1123 1122 1121 1120 1119 1118 1117 1116 1115 1114 1113 1112 1111 -  
 1110 1109 1108 1107 1106 1105 1104 1103 1102 1101 1100 1099 1098 1097 1096 -  
 1095 1094 1093 1092 1091 1090 1089 1088 1087 1086 1085 1084 1083 1082 1081 -  
 1080 1079 1078 1077 1076 1075 1074 1073 1072 1071 1070 1069 1068 1067 1066 -  
 1065 TABLE ST TUB40403

969 TO 1064 TABLE ST TUB40403

1597 968 967 966 965 964 963 962 961 960 959 958 957 956 955 954 953 952 951 -  
 950 949 948 947 946 945 944 943 942 941 940 939 938 937 936 935 934 933 932 -  
 931 930 929 928 927 926 925 924 923 922 921 920 919 918 917 916 915 914 913 -  
 912 911 910 909 908 907 906 905 904 903 902 901 900 899 898 897 896 895 894 -  
 893 892 891 890 889 888 887 886 885 884 883 882 881 880 879 878 877 876 875 -  
 874 873 872 863 862 861 860 851 850 849 848 839 838 837 836 835 834 821 820 -  
 819 818 817 816 803 802 801 800 799 798 797 796 779 778 777 776 775 774 773 -  
 772 755 754 753 752 751 750 749 748 747 746 725 724 723 722 721 720 719 718 -  
 717 716 695 694 TABLE ST TUB40403

693 692 691 690 689 688 687 686 685 684 659 658 657 656 655 654 653 652 651 -  
 650 649 648 647 646 645 644 643 642 641 640 599 598 597 596 595 594 593 592 -  
 575 574 573 572 571 570 569 568 551 550 545 544 543 542 533 532 531 530 529 -  
 528 515 514 513 512 503 502 501 500 491 490 485 484 479 478 477 476 475 474 -  
 473 458 455 452 449 446 420 419 418 417 416 415 414 413 412 411 380 379 378 -  
 377 376 375 374 373 372 371 340 339 338 337 336 335 334 333 332 331 300 299 -

298 297 296 295 294 293 292 291 93 92 91 90 89 88 87 86 85 84 83 82 81 80 79 -  
 78 77 76 75 74 73 72 71 70 69 68 67 66 65 64 63 62 61 60 59 58 57 56 55 54 53 -  
 52 51 50 49 TABLE ST TUB40403  
 1595 1594 1593 1592 1591 1590 1589 1588 1587 1586 1585 1584 1583 1582 1581 -  
 1580 1579 1578 1577 1576 1575 1574 1573 1572 1571 1570 1569 1568 1567 1566 -  
 1565 1564 1563 1562 1561 1560 1559 1558 1557 1556 1555 1554 1553 1552 1551 -  
 1550 1549 1548 1547 1546 1545 1544 1543 1542 1541 1540 1539 1538 1537 1535 -  
 1534 1532 1531 1529 1528 1526 1525 1523 1522 1521 1520 1519 1518 1517 1516 -  
 1515 1514 1513 1512 1511 1510 1509 1508 1507 1506 1505 1504 1503 1502 1501 -  
 1500 1499 1498 1497 1496 1495 1494 1493 1492 1491 1490 1489 1488 1487 1486 -  
 1485 1484 1483 1482 1481 1480 1479 1478 1477 1476 1475 1474 1473 1472 1471 -  
 1470 1469 1468 1466 1465 1463 1462 1461 1460 1459 1458 1457 1456 1455 1454 -  
 1453 1452 1451 1450 1449 1448 1447 1446 1445 1444 1443 1442 1441 1439 1438 -  
 1437 1436 1435 1434 1433 1432 1431 1430 1429 1428 1427 1426 1425 1424 1423 -  
 1422 1421 1420 1419 1417 1416 1415 1414 1413 1412 1411 1410 1409 1408 1407 -  
 1406 1405 1404 1403 1402 1401 TABLE ST TUB30303  
 1322 TO 1329 1331 TO 1347 1349 TO 1381 1383 TO 1399 TABLE ST TUB30303  
 1321 1320 1319 1318 1317 1316 1315 1314 1313 1311 1310 1309 1308 1307 1306 -  
 1305 1304 1303 1302 1301 1300 1299 1298 1297 1296 1295 1293 1292 1291 1290 -  
 1289 1288 1287 1286 1285 1284 1283 1282 1281 1279 1278 1277 1276 1275 1274 -  
 1273 1272 1271 1270 1269 1268 1267 1266 1265 1264 1263 1262 1261 1260 1259 -  
 1257 1256 1255 1254 1253 1252 1251 1250 1249 1248 1247 1246 1245 1244 1243 -  
 1242 1241 1239 1238 1237 1236 1235 1234 1233 1232 1231 1230 1229 1228 1227 -  
 1226 1225 1224 1223 1221 1220 1219 1218 1217 1216 1215 1214 1213 1212 1211 -  
 1210 1209 1208 1207 1206 1205 1203 1202 1201 1200 1199 1198 1197 1196 1195 -  
 1194 1193 1191 1190 1189 1188 1187 1186 1185 1184 1183 1182 1181 1180 1179 -  
 1178 1177 1176 1175 1174 1173 1172 1171 1170 1169 1168 1167 1166 1165 1164 1163 443 442 -  
 441 440 439 438 437 436 435 434 433 432 431 430 429 428 427 426 425 424 423 -  
 422 421 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 37 36 35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 -  
 25 TABLE ST TUB30303  
 1598 TO 1621 PRIS YD 80 ZD 25  
 \*  
 ELEMENT PROPERTY  
 1622 TO 1645 THICKNESS 15  
 SUPPORTS  
 1 TO 24 ELASTIC MAT DIRECT Y SUBGRADE 1.3  
 UNIT METER KN  
 CONSTANTS  
 E CONCRETE MEMB 1 TO 24 1598 TO 1621  
 E STEEL MEMB 25 TO 1597  
 POISSON CONCRETE MEMB 1 TO 24 1598 TO 1621  
 POISSON STEEL MEMB 25 TO 1597  
 DENSITY 77 MEMB 25 TO 1597  
 DENSITY 0.0024 MEMB 1 TO 24 1598 TO 1621  
 ALPHA 1.2e-011 MEMB 25 TO 1621  
 UNIT CM KG  
 CONSTANTS  
 E 5250 MEMB 1622 TO 1645  
 POISSON 0.25 MEMB 1622 TO 1645  
 DENSITY 0.0015 MEMB 1622 TO 1645  
 \*\*  
 \*CARGA GRAVITACIONAL CON CARGA VIVA  $W_m$ \*  
 LOAD 1 \*\*\* CARGA MUERTA + CARGA VIVA \*\*\*  
 SELFWEIGHT Y -1  
 JOINT LOAD  
 362 360 358 356 354 352 350 348 346 344 342 340 218 216 214 212 210 208 206 -  
 204 202 200 198 196 104 102 100 98 96 74 73 72 71 70 68 67 66 65 64 62 61 60 -  
 59 58 56 55 54 53 52 FY -571.85  
 50 63 69 FY -257.68

482 474 472 462 458 456 454 440 438 434 432 430 428 410 408 406 401 399 397 -  
 395 393 372 370 368 366 336 334 332 330 308 306 304 302 296 294 292 274 272 -  
 270 260 258 252 250 238 233 193 190 189 185 184 178 177 176 175 170 169 168 -  
 167 163 162 161 158 157 155 150 149 148 147 143 142 141 138 137 135 130 129 -  
 128 127 126 125 124 118 117 115 FY -1143.7

482 476 474 460 458 436 434 404 401 364 338 300 298 268 256 254 236 234 224 -  
 222 114 112 110 108 106 104 102 100 98 96 94 92 90 88 86 84 82 80 78 76 56 55 -  
 54 53 52 FY -857.77

633 632 629 628 625 624 621 620 617 616 613 612 603 602 599 598 592 591 585 -  
 584 578 577 569 568 564 563 557 556 548 547 543 542 536 535 529 528 522 521 -  
 515 514 508 507 501 500 494 493 488 487 FY -128.84

\*CARGA GRAVITACIONAL CON CARGA VIVA  $W_a$ \*

LOAD 2 \*\*\* CARGA MUERTA + CARGA VIVA \*\*\*

SELFWEIGHT Y -1

JOINT LOAD

362 360 358 356 354 352 350 348 346 344 342 340 218 216 214 212 210 208 206 -  
 204 202 200 198 196 104 102 100 98 96 74 73 72 71 70 68 67 66 65 64 62 61 60 -  
 59 58 56 55 54 53 52 FY -411.02

50 63 69 FY -185.21

482 474 472 462 458 456 454 440 438 434 432 430 428 410 408 406 401 399 397 -  
 395 393 372 370 368 366 336 334 332 330 308 306 304 302 296 294 292 274 272 -  
 270 260 258 252 250 238 233 193 190 189 185 184 178 177 176 175 170 169 168 -  
 167 163 162 161 158 157 155 150 149 148 147 143 142 141 138 137 135 130 129 -  
 128 127 126 125 124 118 117 115 FY -822.04

482 476 474 460 458 436 434 404 401 364 338 300 298 268 256 254 236 234 224 -  
 222 114 112 110 108 106 104 102 100 98 96 94 92 90 88 86 84 82 80 78 76 56 55 -  
 54 53 52 FY -616.53

633 632 629 628 625 624 621 620 617 616 613 612 603 602 599 598 592 591 585 -  
 584 578 577 569 568 564 563 557 556 548 547 543 542 536 535 529 528 522 521 -  
 515 514 508 507 501 500 494 493 488 487 FY -92.6

\*\* METODO ESTATICO DE DISEÑO SISMICO \*\*

\*

LOAD 3 SISMIC EN X-DIRECCION

JOINT LOAD

482 480 478 476 474 472 470 468 466 464 462 460 458 456 454 452 450 448 446 -  
 444 442 440 438 436 434 432 430 428 426 424 422 420 418 416 414 412 410 408 -  
 406 404 401 399 397 395 393 391 389 387 385 383 382 380 378 376 374 372 370 -  
 368 366 364 362 360 358 356 354 352 350 348 346 344 342 340 338 336 334 332 -  
 330 328 326 324 322 320 318 316 314 312 310 308 306 304 302 300 298 296 294 -  
 292 290 288 286 284 282 280 278 276 274 272 270 268 265 263 262 260 258 256 -  
 254 252 250 248 246 244 242 240 238 236 234 233 232 231 226 224 222 220 218 -  
 216 214 212 210 208 206 204 202 200 198 196 193 190 189 185 184 183 178 177 -  
 176 175 170 169 168 167 163 162 161 158 157 155 150 149 148 147 143 142 141 -  
 138 137 135 130 129 128 127 126 125 124 118 117 115 114 112 110 108 106 104 -  
 102 100 98 96 94 92 90 88 86 84 82 80 78 76 50 FX 165.54

\*FUERZA CORTANTE POR TORSIÓN\*

25 FX 1696.8

37 FX -1696.8

37 FZ -1696.8

43 FZ 1696.8

\*

LOAD 4 SISMIC EN Z-DIRECCION

JOINT LOAD

482 480 478 476 474 472 470 468 466 464 462 460 458 456 454 452 450 448 446 -  
 444 442 440 438 436 434 432 430 428 426 424 422 420 418 416 414 412 410 408 -  
 406 404 401 399 397 395 393 391 389 387 385 383 382 380 378 376 374 372 370 -  
 368 366 364 362 360 358 356 354 352 350 348 346 344 342 340 338 336 334 332 -  
 330 328 326 324 322 320 318 316 314 312 310 308 306 304 302 300 298 296 294 -  
 292 290 288 286 284 282 280 278 276 274 272 270 268 265 263 262 260 258 256 -

254 252 250 248 246 244 242 240 238 236 234 233 232 231 226 224 222 220 218 -  
216 214 212 210 208 206 204 202 200 198 196 193 190 189 185 184 183 178 177 -  
176 175 170 169 168 167 163 162 161 158 157 155 150 149 148 147 143 142 141 -  
138 137 135 130 129 128 127 126 125 124 118 117 115 114 112 110 108 106 104 -  
102 100 98 96 94 92 90 88 86 84 82 80 78 76 50 FZ 165.54

\*FUERZA CORTANTE POR TORSIÓN\*

25 FX -1696.8

37 FX 1696.8

37 FZ 1696.8

43 FZ -1696.8

\*

\* COMBINACION 1 \*

LOAD COMB 10 \*\*PP+CM+CV(1.4)\*\*

1 1.4

\* COMBINACION 2 \*

LOAD COMB 20 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(1.1)+SISZ(0.33)\*\*

2 1.1 3 1.1 4 0.33

\* COMBINACION 3 \*

LOAD COMB 30 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(1.1)+SISZ(-0.33)\*\*

2 1.1 3 1.1 4 -0.33

\* COMBINACION 4 \*

LOAD COMB 40 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(-1.1)+SISZ(0.33)\*\*

2 1.1 3 -1.1 4 0.33

\* COMBINACION 5 \*

LOAD COMB 50 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(-1.1)+SISZ(-0.33)\*\*

2 1.1 3 -1.1 4 -0.33

\* COMBINACION 6 \*

LOAD COMB 60 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(0.33)+SISZ(1.1)\*\*

2 1.1 3 0.33 4 1.1

\* COMBINACION 7 \*

LOAD COMB 70 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(0.33)+SISZ(-1.1)\*\*

2 1.1 3 0.33 4 -1.1

\* COMBINACION 8 \*

LOAD COMB 80 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(-0.33)+SISZ(1.1)\*\*

2 1.1 3 -0.33 4 1.1

\* COMBINACION 9 \*

LOAD COMB 90 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(-0.33)+SISZ(-1.1)\*\*

2 1.1 3 -0.33 4 -1.1

\*

PERFORM ANALYSIS

PRINT JOINT DISPLACEMENTS

PDELTA ANALYSIS

PARAMETER

CODE LRFD

CHECK CODE MEMB 25 TO 1597

FINISH



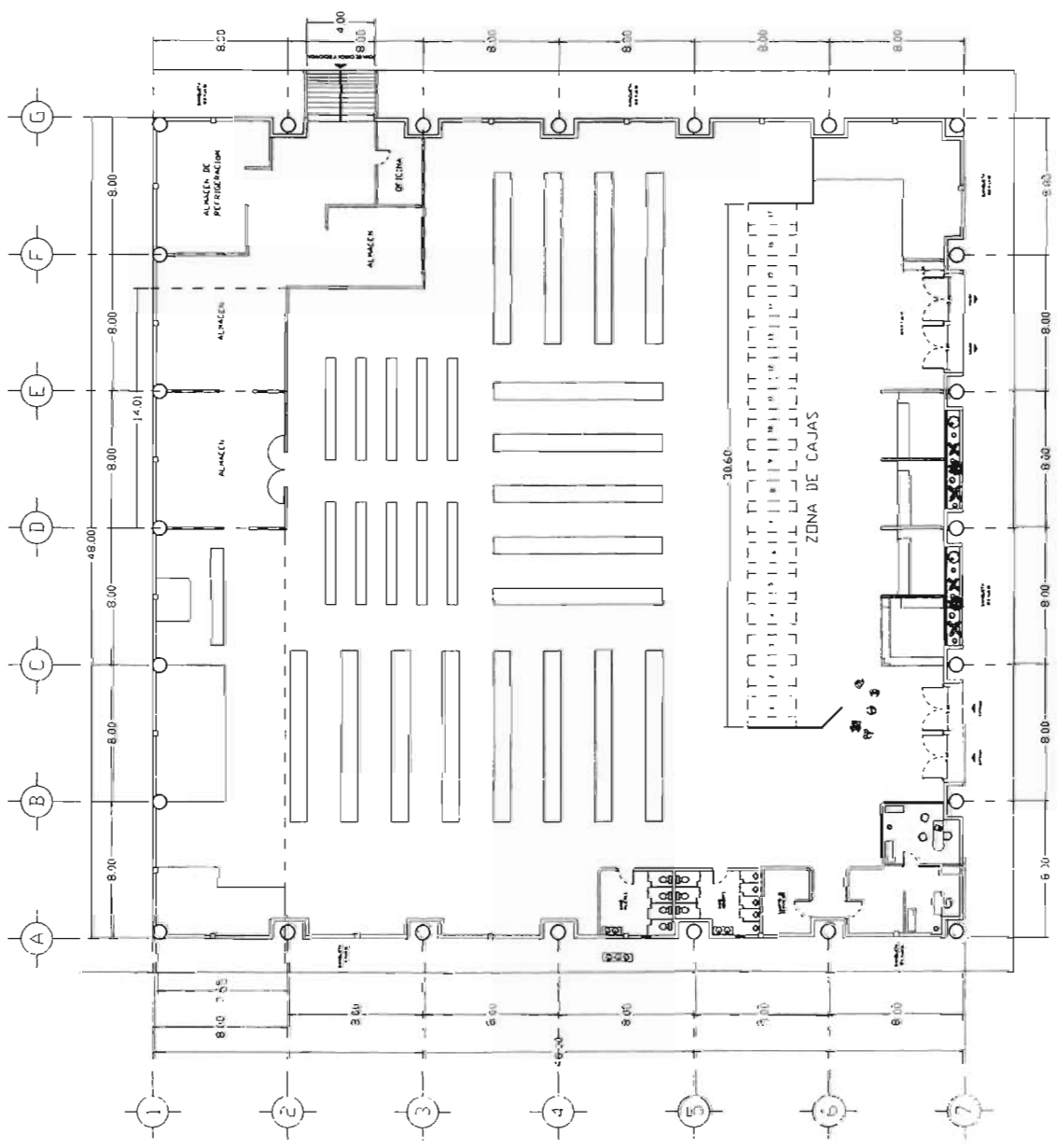
NOTAS GENERALES

SIEMBOLICA  
 1:1  
 1:1

OPORTUNIDAD DE LOCALIZACIÓN

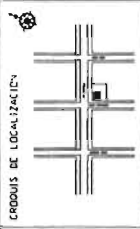


|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| PROYECTO        | ALMACEN DE ALIMENTOS S.A. DE C.V. |
| CLIENTE         | ALMACEN DE ALIMENTOS S.A. DE C.V. |
| PROYECTISTA     | ACATLAN                           |
| PROYECTADO EN   | MARZO 2008                        |
| PROYECTADO POR  | ING. FRANCISCO PEREZ MULLER       |
| PROYECTADO EN   | CIUDAD DE GUAYMAS, SONORA         |
| PROYECTADO PARA | ALMACEN DE ALIMENTOS S.A. DE C.V. |
| PROYECTADO EN   | CIUDAD DE GUAYMAS, SONORA         |
| PROYECTADO POR  | ING. FRANCISCO PEREZ MULLER       |
| PROYECTADO EN   | MARZO 2008                        |



PLANTA ARQUITECTÓNICA

Notas Generales



| FECHA | REVISION | FECHA |
|-------|----------|-------|
|       |          |       |
|       |          |       |

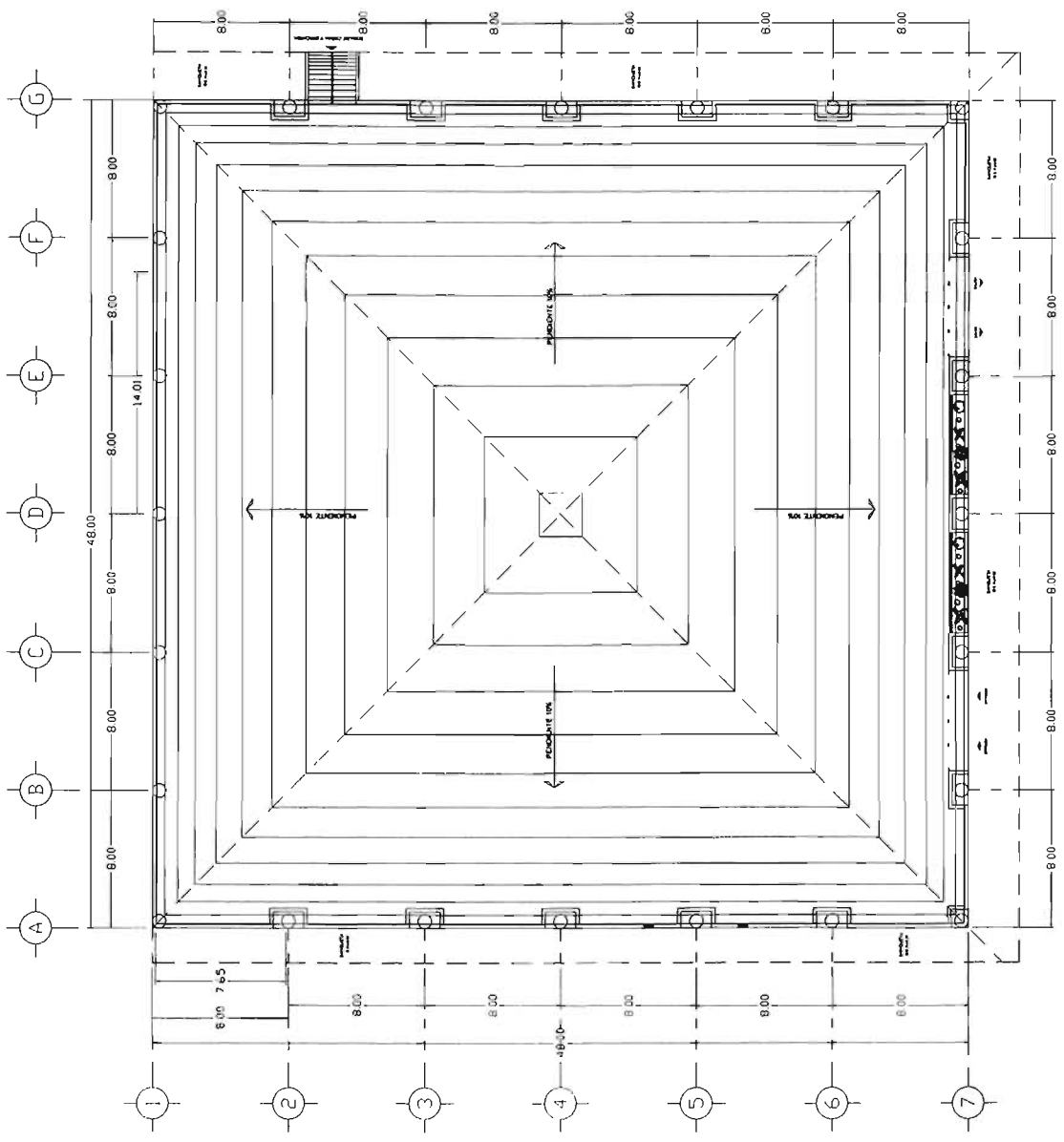
PROYECTO: CENTRO COMERCIAL "MARI LUARTE"  
CLIENTE: F. FORMAS S.A. S.A. S.A.  
DISEÑADOR: C. FERRERES S.A. S.A.  
LUGAR: SANTIAGO DE LOS CABALLEROS, S.A. DE C.V.

INSTITUCION: CENTRO COMERCIAL "MARI LUARTE"  
CARRERA: ARQUITECTURA  
MATERIA: PLANO ARQUITECTONICO DE LA TECHUMBRE

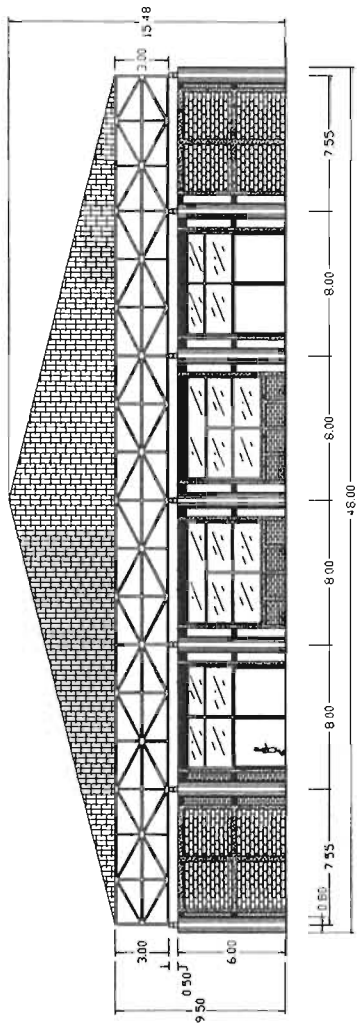
INSTITUCION: CENTRO COMERCIAL "MARI LUARTE"  
CARRERA: ARQUITECTURA  
MATERIA: PLANO ARQUITECTONICO DE LA TECHUMBRE

FECHA: 11/1/75  
AUTOR: J. FERRERES  
Escala: 1/200

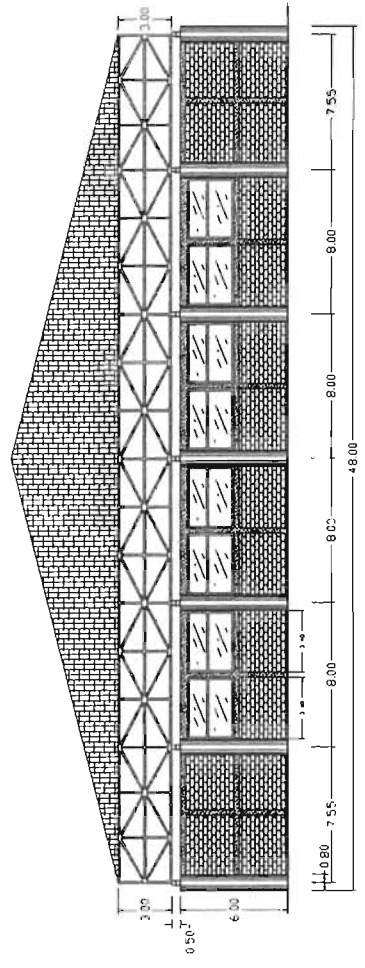
**A-2**



PLANTA ARQUITECTÓNICA TECHUMBRE

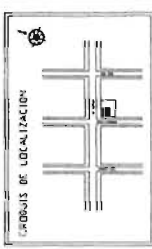


FACHADA PRINCIPAL



FACHADA POSTERIOR

NOTAS CONSERVADAS



PROYECTO

|     |             |       |
|-----|-------------|-------|
| NO. | DESCRIPCION | FECHA |
|     |             |       |

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN CENTRO COMERCIAL EN LA ZONA DE LA CALLE FRANCISCO PEREZ ARRIAGA

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE CONSTRUCCION

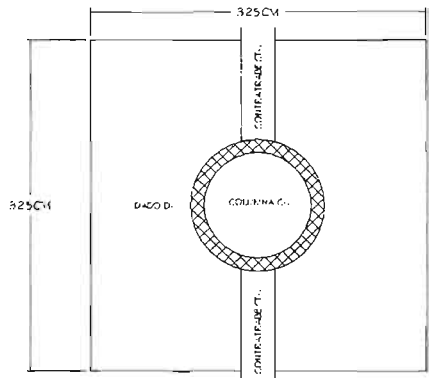
ACATLAN

PROYECTO: CENTRO COMERCIAL EN LA ZONA DE LA CALLE FRANCISCO PEREZ ARRIAGA

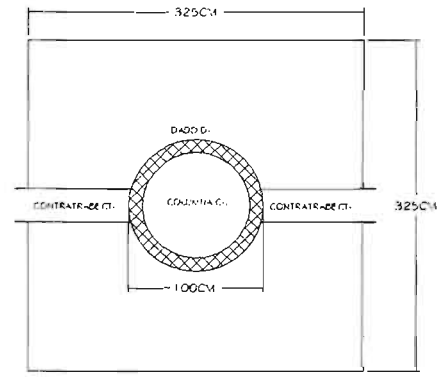
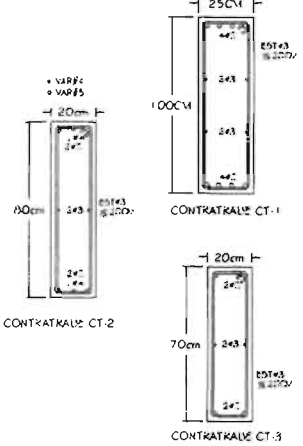
FECHA: 1-25-2004

HOJA: A-3





VISTA EN PLANTA DE ZAPATA ZA-1



VISTA EN PLANTA DE ZAPATA ZA-1

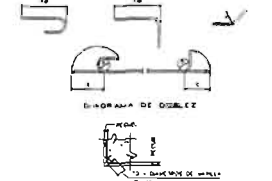
**FORMACIONES DE VARRALES**

Se muestran los datos para el armado de la zapata y los datos para el armado de los contratrazos.

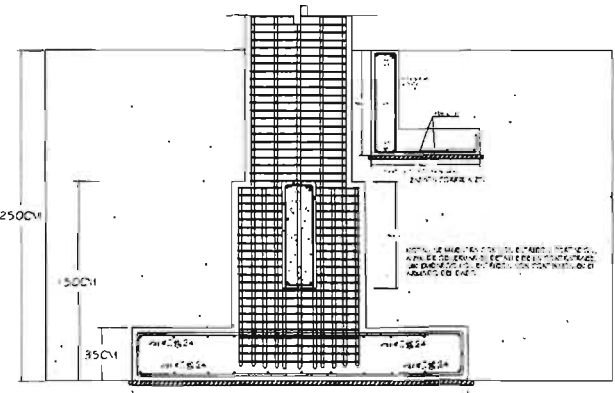
| Varrales | Sección | Longitud | Nº de barras | Nº de nudos |
|----------|---------|----------|--------------|-------------|
| 1        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 2        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 3        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 4        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 5        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 6        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 7        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 8        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 9        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 10       | 24x24   | 100      | 4            | 4           |

**TABLA DE DOBLEZ, TRASEAPE Y ANCLAJE**

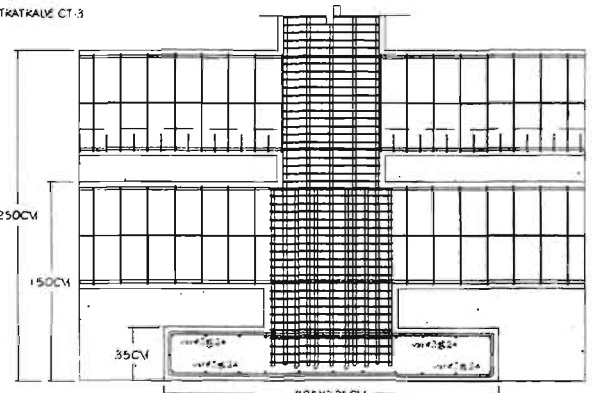
| Varrales | Sección | Longitud | Nº de barras | Nº de nudos |
|----------|---------|----------|--------------|-------------|
| 1        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 2        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 3        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 4        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 5        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 6        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 7        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 8        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 9        | 24x24   | 100      | 4            | 4           |
| 10       | 24x24   | 100      | 4            | 4           |



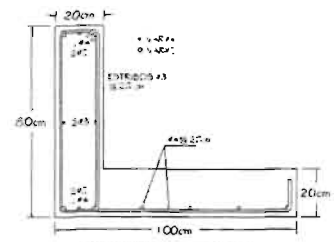
DETALLE DE DOBLEZ PARA LOS ESTRIBOS



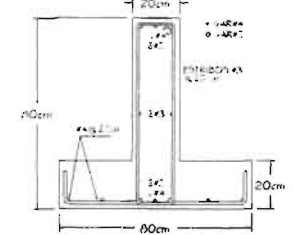
PLANTILLA DE 1:50 - Zapata ZA-1



PLANTILLA DE 1:50 - Zapata ZA-1



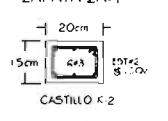
PLANTILLA DE 1:50 - Zapata ZC-1



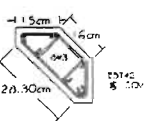
PLANTILLA DE 1:50 - Zapata ZC-2



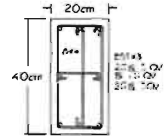
CASTILLO TIPO SE COLOCARA EN DONDE NO SE INDIQUE OTRO CASTILLO



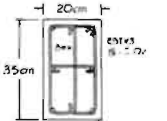
CASTILLO K-2



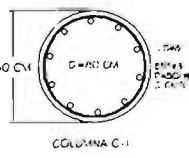
CASTILLO K-1



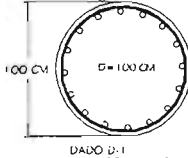
COLUMNA 3



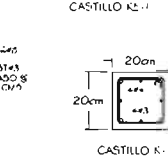
CASTILLO K-3



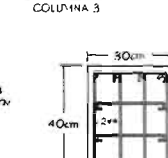
COLUMNA C-1



DADO D-1 PARA COLUMNA C-1



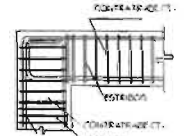
CASTILLO K-1



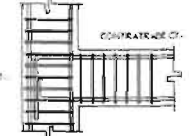
COLUMNA C-2



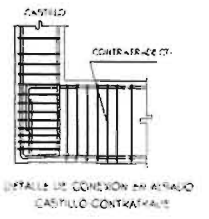
DETALLE DE CONEXION DE CONTRATRAJES VISTA EN PLANTA



DETALLE DE CONEXION DE CONTRATRAJES VISTA EN PLANTA



DETALLE DE CONEXION DE CONTRATRAJES



DETALLE DE CONEXION EN ANCLAJE CASTILLO CONTRATRAJE

**NOTAS GENERALES ESTRUCTURALES**

1. SE DEBE USAR LA CANTIDAD DE BARRAS QUE SE MUESTRE EN ESTOS DETALLES.
2. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS, DEBE USARSE UNO DE LOS SIGUIENTES SISTEMAS:
3. PARA LAS BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
4. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
5. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
6. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
7. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
8. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
9. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
10. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
11. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
12. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
13. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
14. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
15. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
16. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
17. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
18. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
19. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.
20. EN LOS PUNOS DE CONEXION DE BARRAS DE ACERO CORRIENTE, SE DEBE USAR EL SISTEMA DE CONEXION EN ANCLAJE.

SE DEBE USAR LA CANTIDAD DE BARRAS QUE SE MUESTRE EN ESTOS DETALLES.

ING. JOSÉ FRANCISCO PÉREZ ARELLANO

CLIENTE: CENTRO COMERCIAL WALTWART

PROYECTO: CENTRO COMERCIAL WALTWART

PROYECTISTA: WALTWART MÉXICO S.A. DE C.V.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES ACT-IPLAN

PLANO ESTRUCTURAL

PROYECTO: CENTRO COMERCIAL WALTWART

FECHA: 1-1-2005

ESCALA: 1:50

HOJA: E-2

**DETALLES CONSTRUCTIVOS CIMENTACIÓN**

**NOTAS GENERALES**

- 1- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 2- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 3- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 4- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 5- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 6- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 7- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 8- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 9- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 10- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 11- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 12- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 13- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 14- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 15- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 16- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 17- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 18- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 19- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 20- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.

**NOTAS ADICIONALES**

- 1- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 2- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 3- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 4- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 5- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 6- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 7- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 8- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 9- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 10- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 11- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 12- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 13- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 14- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 15- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 16- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 17- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 18- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 19- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.
- 20- Se muestra la planta de los niveles de piso y techo.

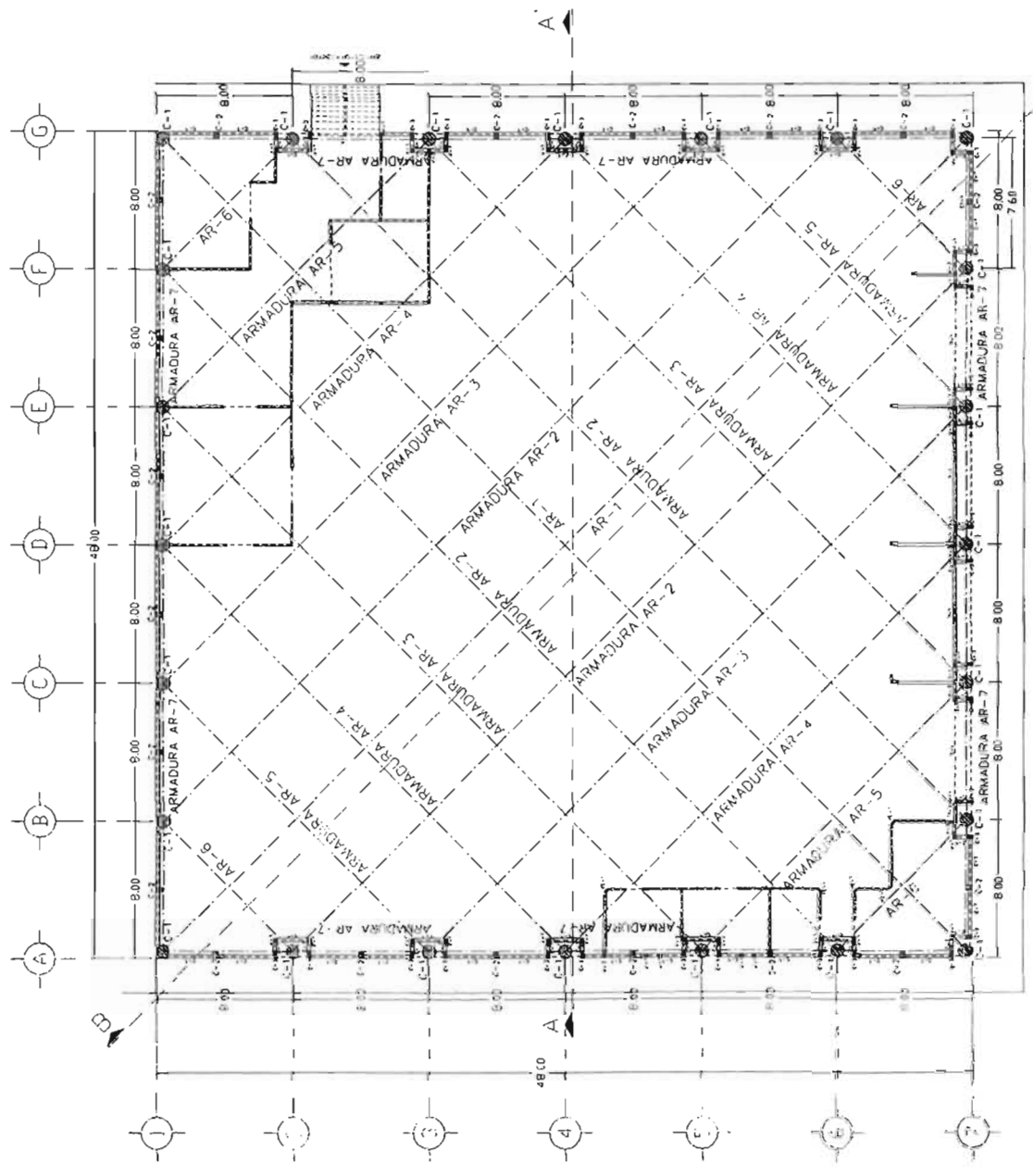
|             |  |
|-------------|--|
| PROYECTO    | CONSTRUCCION DE UN PASEO SUBTERRANEO                           |
| CLIENTE     | INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS |
| PROYECTISTA | ING. JOSE FRANCISCO PEREZ HELLAND                              |
| FECHA       | 15/05/2015   |
| ESCALA      | 1:100  |
| HOJA        | 15   |
| TOTAL       | 25   |

**ACTIN**
  
 Ingenieros Asociados

Calle 23 de Agosto No. 100, Edificio "ACTIN"
   
 Caracas, Venezuela

Teléfono: (58) 212 9500000
   
 Fax: (58) 212 9500001

E-3



PLANTA TECHUMBRE - ARMADURAS PRINCIPALES

**NOTAS GENERALES**

1. APLICAR EN TODAS LAS PARTES QUE SE INDICAN EN EL DISEÑO.
2. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
3. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
4. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
5. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
6. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
7. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
8. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
9. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
10. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
11. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
12. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
13. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
14. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
15. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
16. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
17. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
18. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
19. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
20. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
21. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
22. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
23. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
24. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
25. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
26. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
27. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
28. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
29. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
30. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
31. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
32. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
33. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
34. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
35. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
36. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
37. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
38. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
39. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
40. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
41. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
42. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
43. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
44. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
45. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
46. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
47. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
48. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
49. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.
50. EN LOS CASOS DE DUBIO, CONSULTAR AL DISEÑADOR.

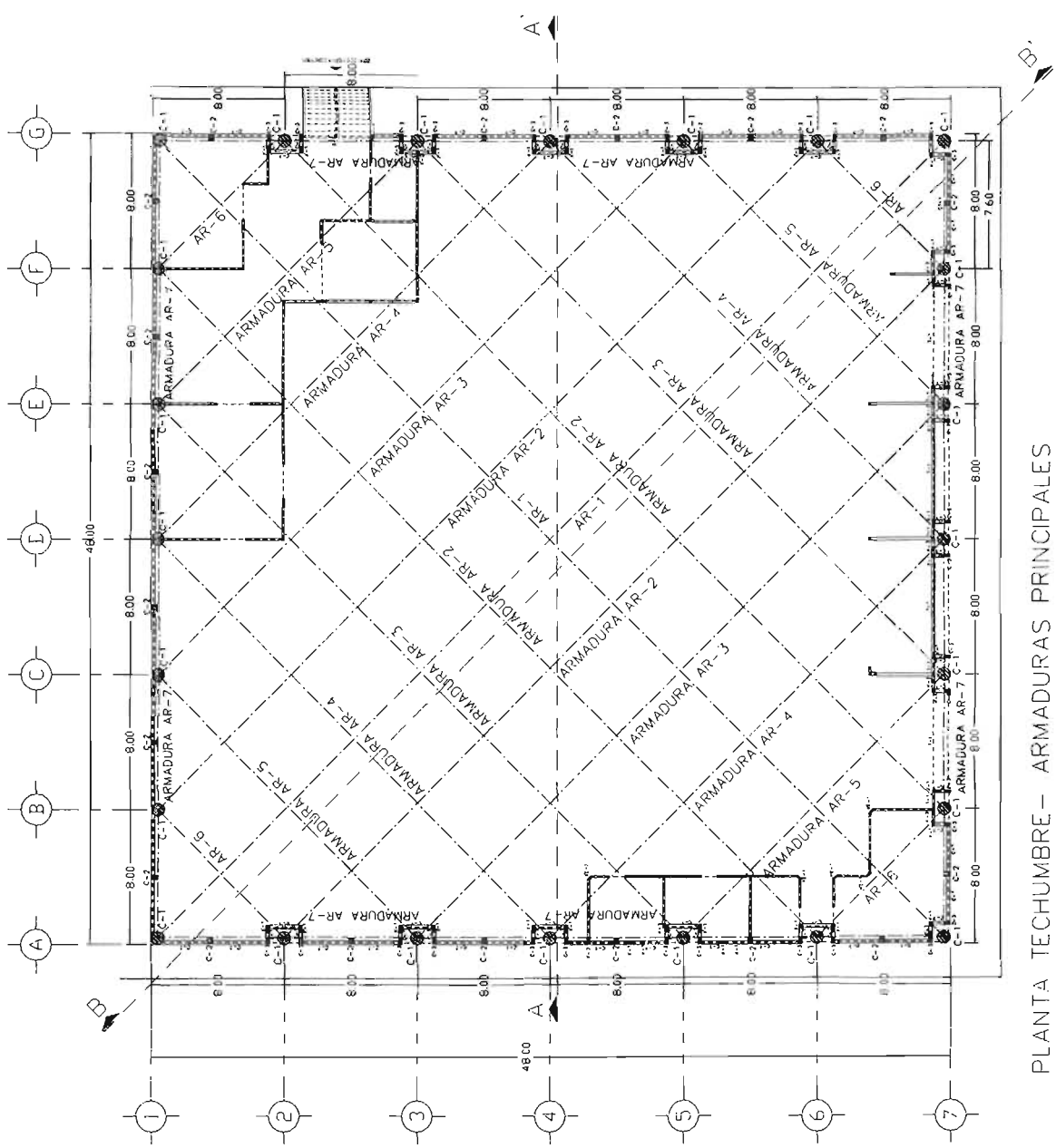
**NOTAS ADICIONALES**

1. CONSULTAR AL DISEÑADOR EN CASO DE DUBIO.

| ITEM | DESCRIPCION   | UNIDAD         | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|------|---------------|----------------|----------|----------------|-------|
| 1    | ARMADURA AR-1 | m <sup>2</sup> |          |                |       |
| 2    | ARMADURA AR-2 | m <sup>2</sup> |          |                |       |
| 3    | ARMADURA AR-3 | m <sup>2</sup> |          |                |       |
| 4    | ARMADURA AR-4 | m <sup>2</sup> |          |                |       |
| 5    | ARMADURA AR-5 | m <sup>2</sup> |          |                |       |
| 6    | ARMADURA AR-6 | m <sup>2</sup> |          |                |       |
| 7    | ARMADURA AR-7 | m <sup>2</sup> |          |                |       |

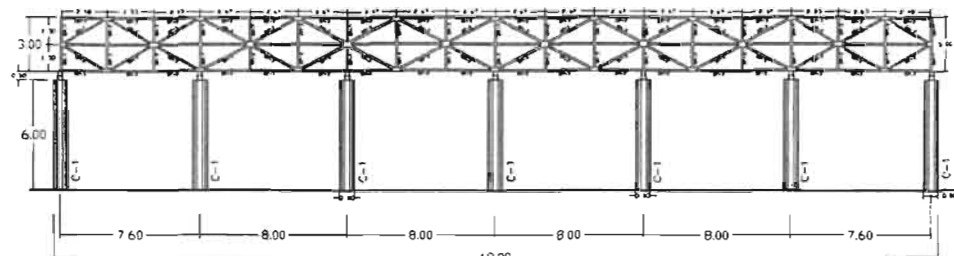
PROYECTO: [ ]  
 CLIENTE: [ ]  
 DISEÑADOR: [ ]  
 FECHA: [ ]

AC - T L N  
 E-3  
 21 MAR 2008

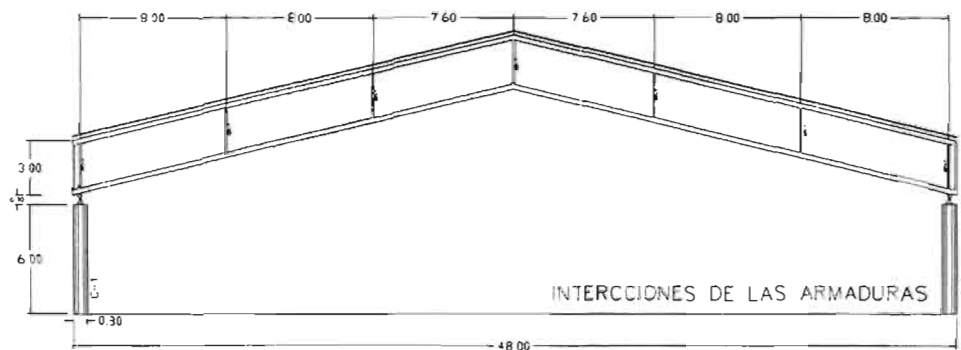


PLANTA TECHUMBRE - ARMADURAS PRINCIPALES

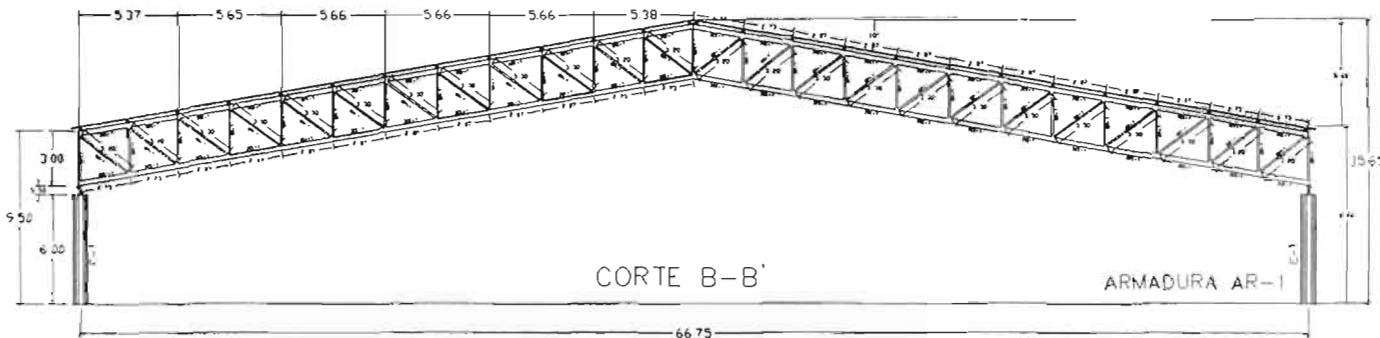
# ARMADURA PERIMETRAL



ARMADURA AR-7



CORTE A-A'



CORTE B-B'

ARMADURA AR-1

## NOTAS GENERALES

- 1.- VERIFICAR LA ARMADURA COMO SE MUESTRA EN ESTOS PLANOS.
- 2.- LOS BARRILES SON ESTACIONES Y DEBEN SER VERIFICADOS.
- 3.- HAY QUE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y LOS ANCHOS DE LOS BARRILES.
- 4.- UNIFORMIDAD EN LAS ARMADURAS Y CUBRIMIENTO DE ACORDO CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DEL GUATEMALA.

### MATERIALES

- 1.- ACERO ESTRUCTURAL A-36 A-570 (ACERO).
- 2.- ACERO DE REFUERZO PARA BARRILES (ACERO BARRIL).
- 3.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).
- 4.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).
- 5.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).
- 6.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).
- 7.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).
- 8.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).
- 9.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).
- 10.- BLOQUEADO PARA SOLARIZACIÓN (ACERO).

### FABRICACION DEL ACERO ESTRUCTURAL

- 1.- SE DEBE USAR LOS BARRILES QUE SE MUESTRA EN ESTOS PLANOS.
- 2.- LOS BARRILES SON ESTACIONES Y DEBEN SER VERIFICADOS.
- 3.- HAY QUE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y LOS ANCHOS DE LOS BARRILES.
- 4.- UNIFORMIDAD EN LAS ARMADURAS Y CUBRIMIENTO DE ACORDO CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DEL GUATEMALA.
- 5.- VERIFICAR LA ARMADURA COMO SE MUESTRA EN ESTOS PLANOS.
- 6.- LOS BARRILES SON ESTACIONES Y DEBEN SER VERIFICADOS.
- 7.- HAY QUE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y LOS ANCHOS DE LOS BARRILES.
- 8.- UNIFORMIDAD EN LAS ARMADURAS Y CUBRIMIENTO DE ACORDO CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DEL GUATEMALA.
- 9.- VERIFICAR LA ARMADURA COMO SE MUESTRA EN ESTOS PLANOS.
- 10.- LOS BARRILES SON ESTACIONES Y DEBEN SER VERIFICADOS.
- 11.- HAY QUE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y LOS ANCHOS DE LOS BARRILES.
- 12.- UNIFORMIDAD EN LAS ARMADURAS Y CUBRIMIENTO DE ACORDO CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DEL GUATEMALA.
- 13.- VERIFICAR LA ARMADURA COMO SE MUESTRA EN ESTOS PLANOS.
- 14.- LOS BARRILES SON ESTACIONES Y DEBEN SER VERIFICADOS.
- 15.- HAY QUE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y LOS ANCHOS DE LOS BARRILES.
- 16.- UNIFORMIDAD EN LAS ARMADURAS Y CUBRIMIENTO DE ACORDO CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DEL GUATEMALA.
- 17.- VERIFICAR LA ARMADURA COMO SE MUESTRA EN ESTOS PLANOS.
- 18.- LOS BARRILES SON ESTACIONES Y DEBEN SER VERIFICADOS.
- 19.- HAY QUE VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y LOS ANCHOS DE LOS BARRILES.
- 20.- UNIFORMIDAD EN LAS ARMADURAS Y CUBRIMIENTO DE ACORDO CON LAS NORMAS VIGENTES EN LA REPUBLICA DEL GUATEMALA.

## NOTAS ADICIONALES

1.- NOMENCLATURA DE BARRILES SEGUN NORMAS VIGENTES.

| TIPOLOGIA DE BARRILES |          |
|-----------------------|----------|
| TIPO                  | TIPO     |
| TIPO 1                | TIPO 2   |
| TIPO 3                | TIPO 4   |
| TIPO 5                | TIPO 6   |
| TIPO 7                | TIPO 8   |
| TIPO 9                | TIPO 10  |
| TIPO 11               | TIPO 12  |
| TIPO 13               | TIPO 14  |
| TIPO 15               | TIPO 16  |
| TIPO 17               | TIPO 18  |
| TIPO 19               | TIPO 20  |
| TIPO 21               | TIPO 22  |
| TIPO 23               | TIPO 24  |
| TIPO 25               | TIPO 26  |
| TIPO 27               | TIPO 28  |
| TIPO 29               | TIPO 30  |
| TIPO 31               | TIPO 32  |
| TIPO 33               | TIPO 34  |
| TIPO 35               | TIPO 36  |
| TIPO 37               | TIPO 38  |
| TIPO 39               | TIPO 40  |
| TIPO 41               | TIPO 42  |
| TIPO 43               | TIPO 44  |
| TIPO 45               | TIPO 46  |
| TIPO 47               | TIPO 48  |
| TIPO 49               | TIPO 50  |
| TIPO 51               | TIPO 52  |
| TIPO 53               | TIPO 54  |
| TIPO 55               | TIPO 56  |
| TIPO 57               | TIPO 58  |
| TIPO 59               | TIPO 60  |
| TIPO 61               | TIPO 62  |
| TIPO 63               | TIPO 64  |
| TIPO 65               | TIPO 66  |
| TIPO 67               | TIPO 68  |
| TIPO 69               | TIPO 70  |
| TIPO 71               | TIPO 72  |
| TIPO 73               | TIPO 74  |
| TIPO 75               | TIPO 76  |
| TIPO 77               | TIPO 78  |
| TIPO 79               | TIPO 80  |
| TIPO 81               | TIPO 82  |
| TIPO 83               | TIPO 84  |
| TIPO 85               | TIPO 86  |
| TIPO 87               | TIPO 88  |
| TIPO 89               | TIPO 90  |
| TIPO 91               | TIPO 92  |
| TIPO 93               | TIPO 94  |
| TIPO 95               | TIPO 96  |
| TIPO 97               | TIPO 98  |
| TIPO 99               | TIPO 100 |

2.- NOMENCLATURA DE BARRILES SEGUN NORMAS VIGENTES.

ENCARGADO DEL PROYECTO:  
**DR. JOSÉ FRANCISCO PEREZ ARELLANO**

EMPRESA:  
**CENTRO COMERCIAL WELLMARK**  
 AV. CENTRAL 533 CALLE FACILIDAD  
 C.A. AMARILLO WELLMARK

PROYECTO:  
**PLANO ESTRUCTURAL  
 CORTE A-A'**

FECHA:  
**15 DE SEPTIEMBRE 2008**

ESCALA:  
**1:100 METROS**

PROYECTISTA:  
**WELLMARK WELLMARK S.A. DE C.V.**

PROYECTO:  
**PLANO ESTRUCTURAL  
 CORTE A-A'**

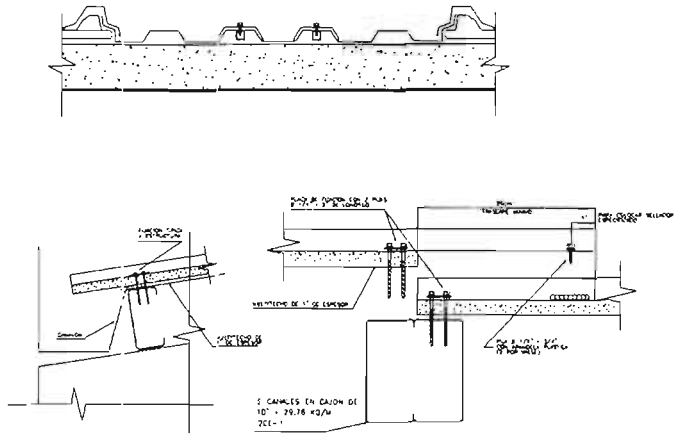
FECHA:  
**15 DE SEPTIEMBRE 2008**

ESCALA:  
**1:100 METROS**

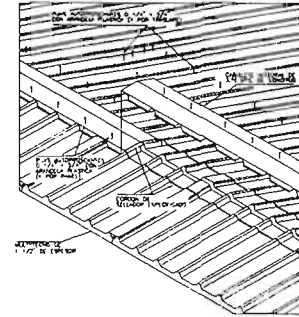
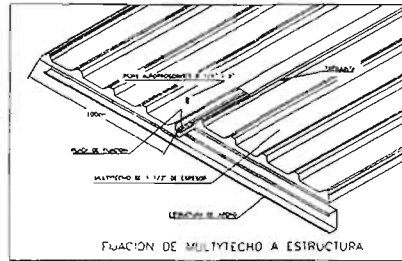
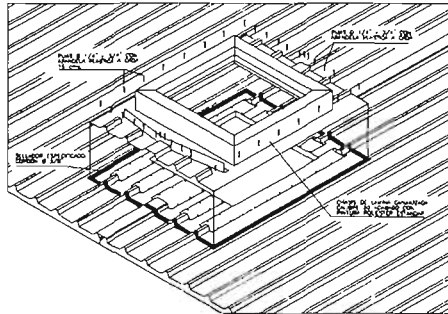
PROYECTISTA:  
**WELLMARK WELLMARK S.A. DE C.V.**



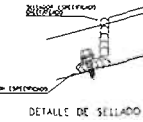




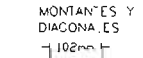
SOLUCIÓN DE FUNCIÓN SOPORTE INTERMEDIO



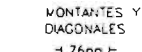
TRASLAPÉ DE CABALLETE



NOTA.- LOS ELEMENTOS OR-1 SE COLOCARÁN EN LA ARMADURA AR-7 (ONDE SEA LA CONEXIÓN CON LAS ARMADURAS AR-1 HASTA AR-6). EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS, ESTOS ELEMENTOS SERÁN MONTANTES, COMO SE INDICA EN EL ESQUEMA.



OR-1 DE  
4" x 0.188" (4.8mm)  
PESO 14.02 KG/M



OR-2 DE  
3" x 0.188" (4.8mm)  
PESO 10.20 KG/M

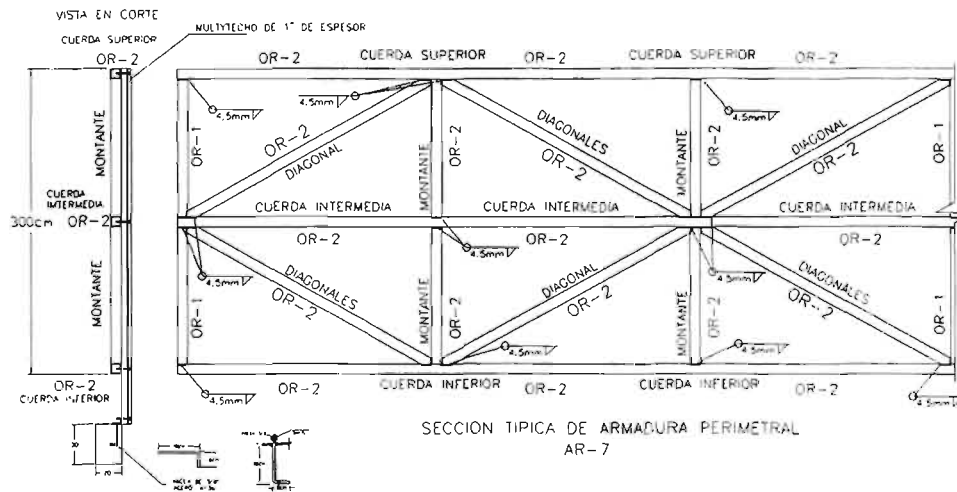
SECCIÓN PARA ARMADURA AR-1  
AR-2, AR-3, AR-4, AR-1, AR-6 Y AR-7

SECCIÓN PARA ARMADURA AR-7



ANGULO AN-1  
1" x 1/4" x 3/16"  
PESO 2.20 KG/M

DETALLES CONSTRUCTIVOS



SECCION TÍPICA DE ARMADURA PERIMETRAL AR-7

NOTAS GENERALES

- 1.- APLICACIONES EN METAL, EN LAS QUE SE ADOPTA EL SISTEMA...
  - 2.- LOS ELEMENTOS SON ENTORNADOS A OBTENER EL ESTADO...
  - 3.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 4.- LOS ELEMENTOS DE LOS MONTANTES Y DIAGONALES NO DEBEN...
- MATERIALES**
- 1.- ACERO ESTRUCTURAL - No. 10050 (AISC)
  - 2.- ACERO DE REFUERZO BARRAS DE ACERO (AISC)
  - 3.- ELECTRODOS PARA SOLDADURA (AISC) EN ACERO ESTRUCTURAL...
  - 4.- ACERO PARA SOLDAR EN TUBOS DE ACERO ENTORNADO...
  - 5.- ELECTRODOS PARA SOLDADURA (AISC) EN ACERO DE REFUERZO...
  - 6.- EL ACERO DE LAS PLACAS DE 1/2" DE ESPESOR DEBEN...
- FABRICACION DE LA ACERO ESTRUCTURAL**
- 1.- TODOS LOS SOLDADORES QUE SE EMPLEEN DEBEN SER...
  - 2.- LOS CORROSivos DEBEN HACERSE CON SOLUCIONES...
  - 3.- LAS SOLDADURAS EN LAS JUNTAS DEBEN HACERSE...
  - 4.- LAS SOLDADURAS DE TUBOS DE ACERO DEBEN HACERSE...
  - 5.- LAS SOLDADURAS DE TUBOS DE ACERO DEBEN HACERSE...
  - 6.- USAR LAS SOLDADURAS A BORDO DEBEN HACERSE...
  - 7.- EL ACERO DEBEN HACERSE EN UN ENTORNADO...
  - 8.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 9.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 10.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 11.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 12.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 13.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 14.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...
  - 15.- EN LAS CONEXIONES ARTICULADAS CON LAS COLUMNAS...

NOTAS ADICIONALES

1.- INFORMACION DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO

2.- INFORMACION DE REFERENCIA PARA EL DISEÑO

| ITEM | DESCRIPCION                                   | REFERENCIA |
|------|---|------------|
| 1    | ACERO ESTRUCTURAL                             | AISC 360   |
| 2    | ACERO DE REFUERZO                             | AISC 308   |
| 3    | ELECTRODOS PARA SOLDADURA                     | AISC 3.08  |
| 4    | ACERO PARA SOLDAR EN TUBOS DE ACERO ENTORNADO | AISC 3.08  |
| 5    | ELECTRODOS PARA SOLDADURA                     | AISC 3.08  |
| 6    | ACERO DE LAS PLACAS DE 1/2" DE ESPESOR DEBEN  | AISC 3.08  |

PROYECTO: CENTRO COMERCIAL "VALLEY VIEW"

CLIENTE: CENTRAL DEVELOPMENT

PROYECTISTA: INGENIERIA PEREZ APOLLONIO

FECHA: 15/09/2004

ESCALA: 1:100

|             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| PROYECTO    | CENTRO COMERCIAL "VALLEY VIEW" |
| CLIENTE     | CENTRAL DEVELOPMENT            |
| PROYECTISTA | INGENIERIA PEREZ APOLLONIO     |
| FECHA       | 15/09/2004                     |
| ESCALA      | 1:100                          |
| PROYECTO    | CENTRO COMERCIAL "VALLEY VIEW" |
| CLIENTE     | CENTRAL DEVELOPMENT            |
| PROYECTISTA | INGENIERIA PEREZ APOLLONIO     |
| FECHA       | 15/09/2004                     |
| ESCALA      | 1:100                          |



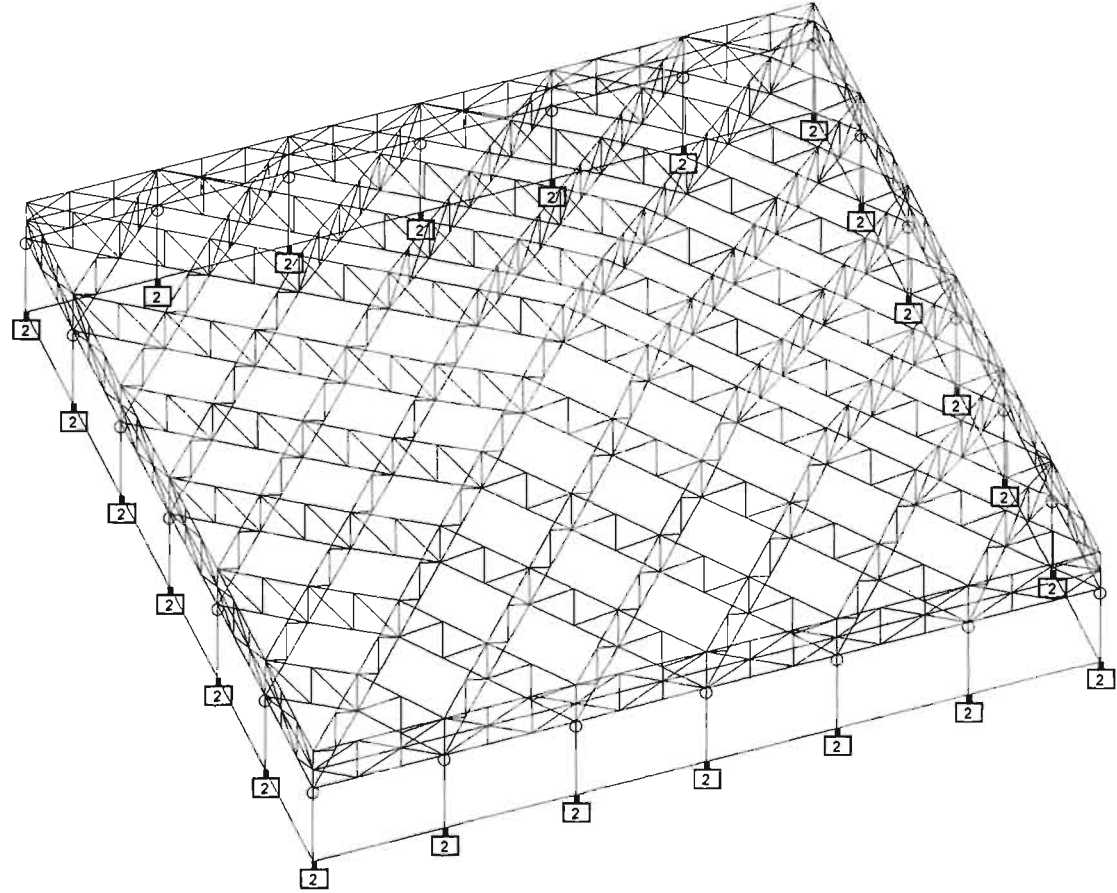


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |                  |           |                   |     |      |
|--------|------------------|-----------|-------------------|-----|------|
| Job No | UNO              | Sheet No  | 1                 | Rev |      |
| Part   | TECHUMBRE        |           |                   |     |      |
| Ref    | ESTRUCTURAL      |           |                   |     |      |
| By     |                  | Date      | 10-Mar-03         | Chd | JFPA |
| File   | C W_LRFD_S_N.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |     |      |

Job Title **TESIS PROFESIONAL**

Client **FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"**



Whole Structure

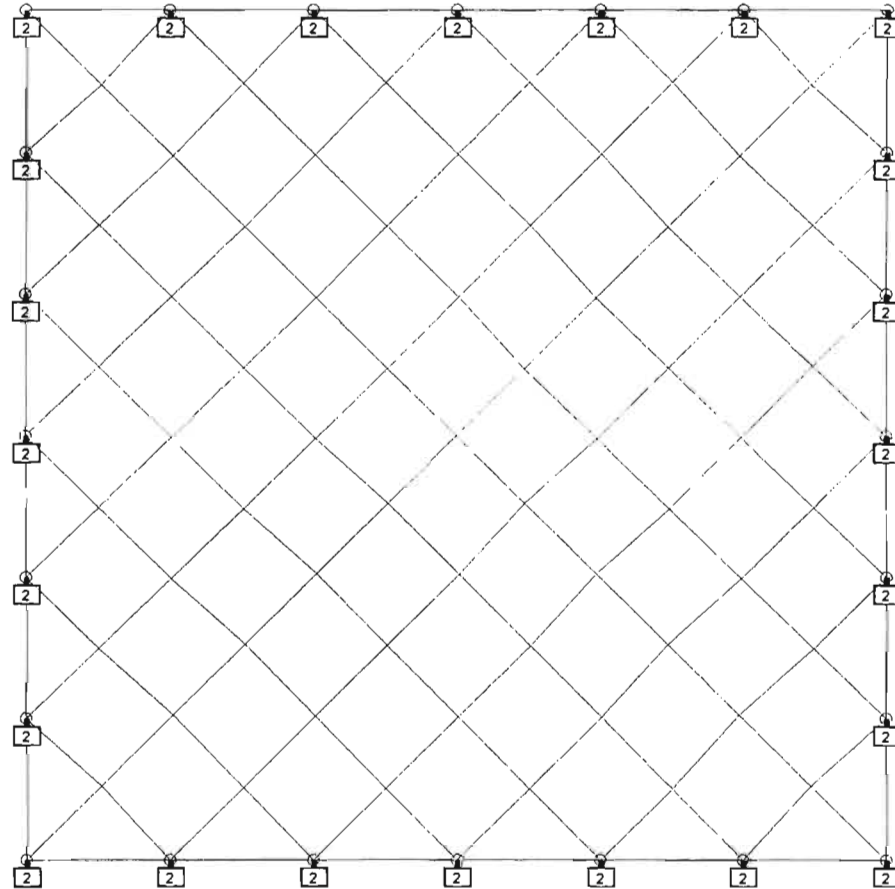


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |                  |           |                   |     |      |
|--------|------------------|-----------|-------------------|-----|------|
| Job No | UNO              | Sheet No  | 2                 | Rev |      |
| Part   | TECHUMBRE        |           |                   |     |      |
| Ref    | ESTRUCTURAL      |           |                   |     |      |
| By     |                  | Date      | 10-Mar-03         | Chd | JFPA |
| File   | C W_LRFD_S_N.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |     |      |

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure

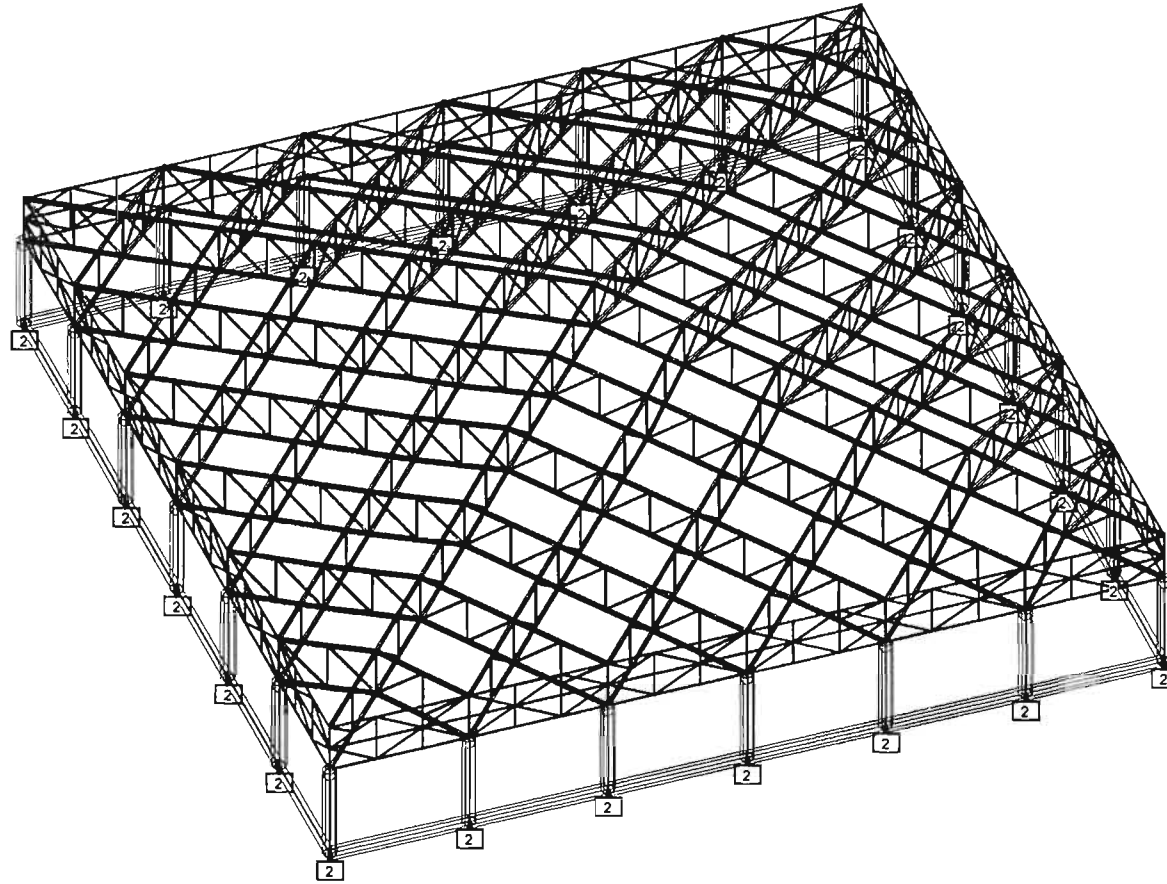


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |                  |           |                   |     |      |
|--------|------------------|-----------|-------------------|-----|------|
| Job No | UNO              | Sheet No  | 3                 | Rev |      |
| Part   | TECHUMBRE        |           |                   |     |      |
| Ref    | ESTRUCTURAL      |           |                   |     |      |
| By     |                  | Date      | 10-Mar-03         | Chd | JFPA |
| File   | C W_LRFD_S_N.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |     |      |

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure

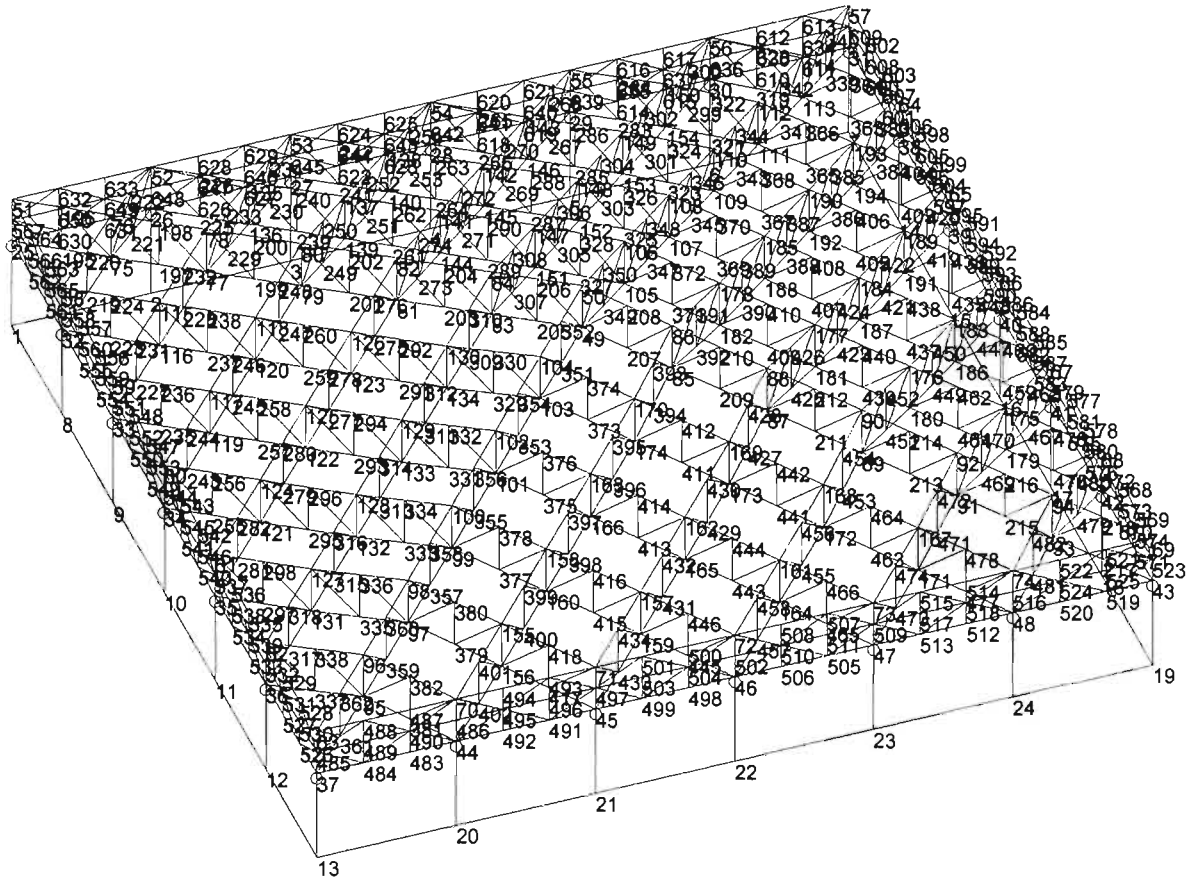


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|                 |                       |                             |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|
| Job No          | Sheet No              | Rev                         |
| UNO             | 4                     |                             |
| Part TECHUMBRE  |                       |                             |
| Ref ESTRUCTURAL |                       |                             |
| By              | Date 10-Mar-03        | Chd JFPA                    |
| Client          | File C_W_LRFD_S_N.std | Date/Time 26-May-2005 08:30 |

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure

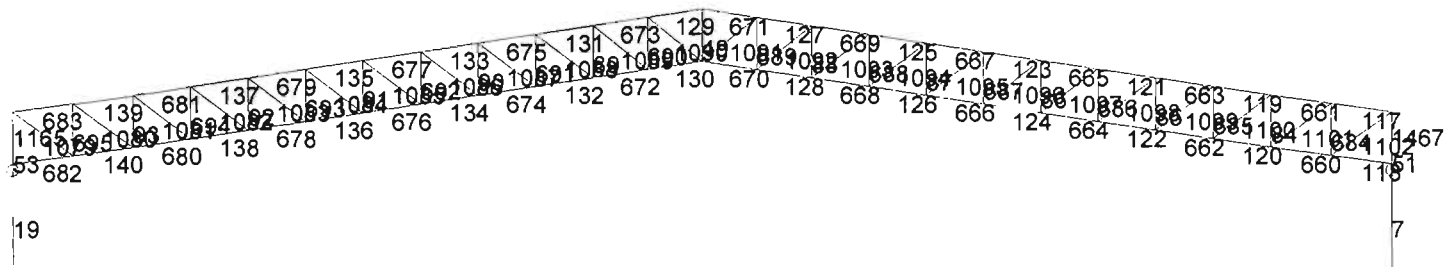


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |                  |           |                   |      |
|--------|------------------|-----------|-------------------|------|
| Job No | UNO              | Sheet No  | 5                 | Rev  |
| Part   | TECHUMBRE        |           |                   |      |
| Ref    | ESTRUCTURAL      |           |                   |      |
| By     | Date             | 10-Mar-03 | Chd               | JFPA |
| File   | C W_LRFD_S_N.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |      |

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure



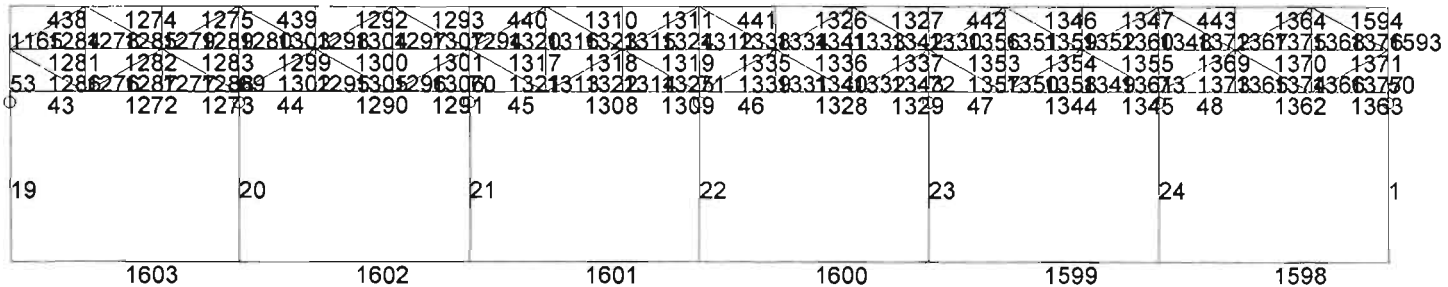


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|                              |                                    |                 |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Job No<br><b>UNO</b>         | Sheet No<br><b>6</b>               | Rev             |
| Part <b>TECHUMBRE</b>        |                                    |                 |
| Ref <b>ESTRUCTURAL</b>       |                                    |                 |
| By                           | Date <b>10-Mar-03</b>              | Chd <b>JFPA</b> |
| File <b>C W_LRFD_S_N.std</b> | Date/Time <b>26-May-2005 08:30</b> |                 |

Job Title **TESIS PROFESIONAL**

Client **FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"**



Whole Structure

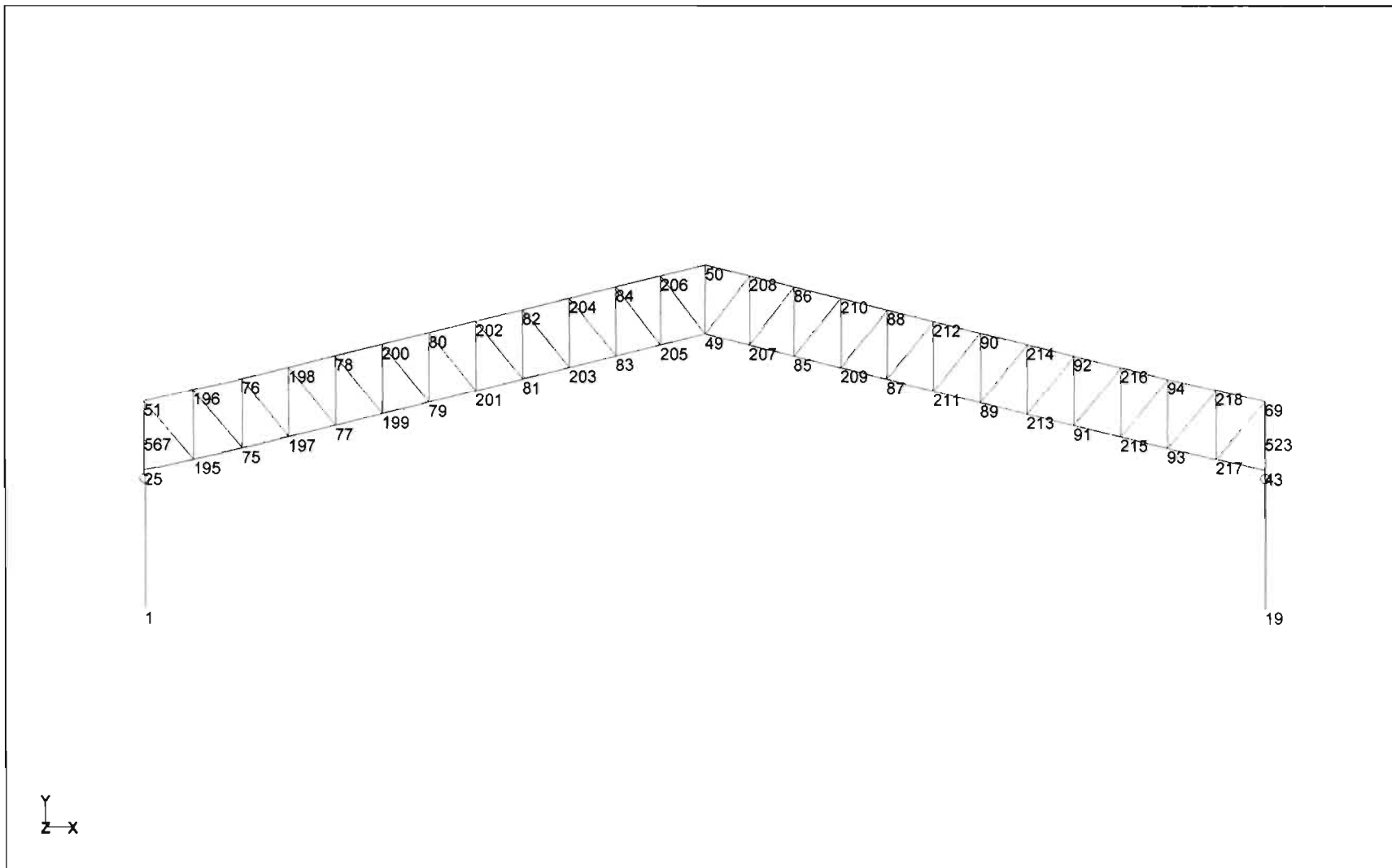


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |                  |          |                             |     |  |
|--------|------------------|----------|-----------------------------|-----|--|
| Job No | UNO              | Sheet No | 1                           | Rev |  |
| Part   | TECHUMBRE        |          |                             |     |  |
| Ref    | ESTRUCTURAL      |          |                             |     |  |
| By     | Date 10-Mar-03   |          | Chd JFPA                    |     |  |
| File   | C_W_LRFD_S_N.std |          | Date/Time 26-May-2005 08:30 |     |  |

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure

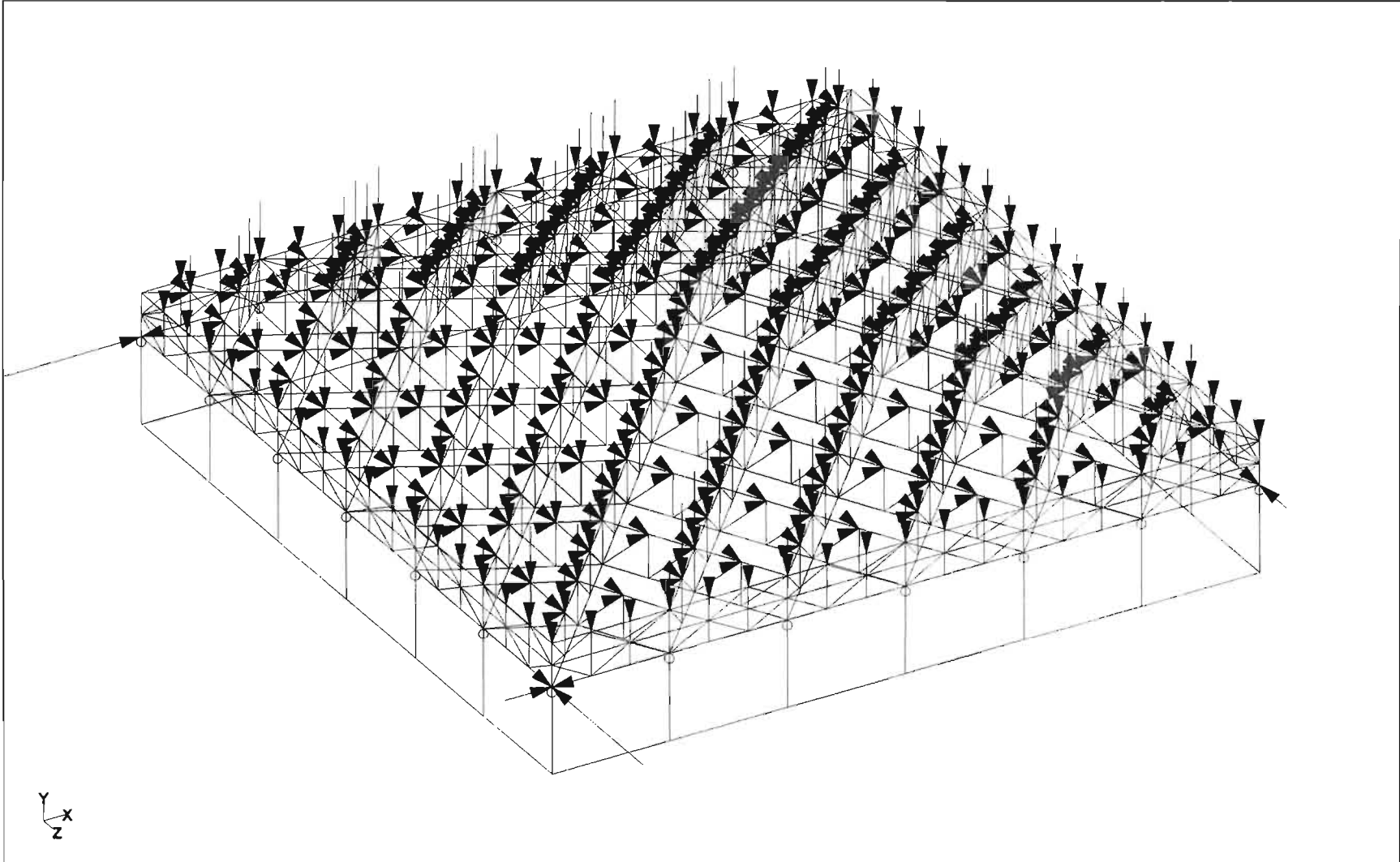


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |                  |           |                   |     |      |
|--------|------------------|-----------|-------------------|-----|------|
| Job No | UNO              | Sheet No  | 2                 | Rev |      |
| Part   | TECHUMBRE        |           |                   |     |      |
| Ref    | ESTRUCTURAL      |           |                   |     |      |
| By     |                  | Date      | 10-Mar-03         | Chd | JFPA |
| File   | C W_LRFD_S_N.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |     |      |

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure Loads 1.69184kN:1m 20 \*\*PP+CM+CV(1.1)+SISX(1.1)+SISZ(0.33)\*\*

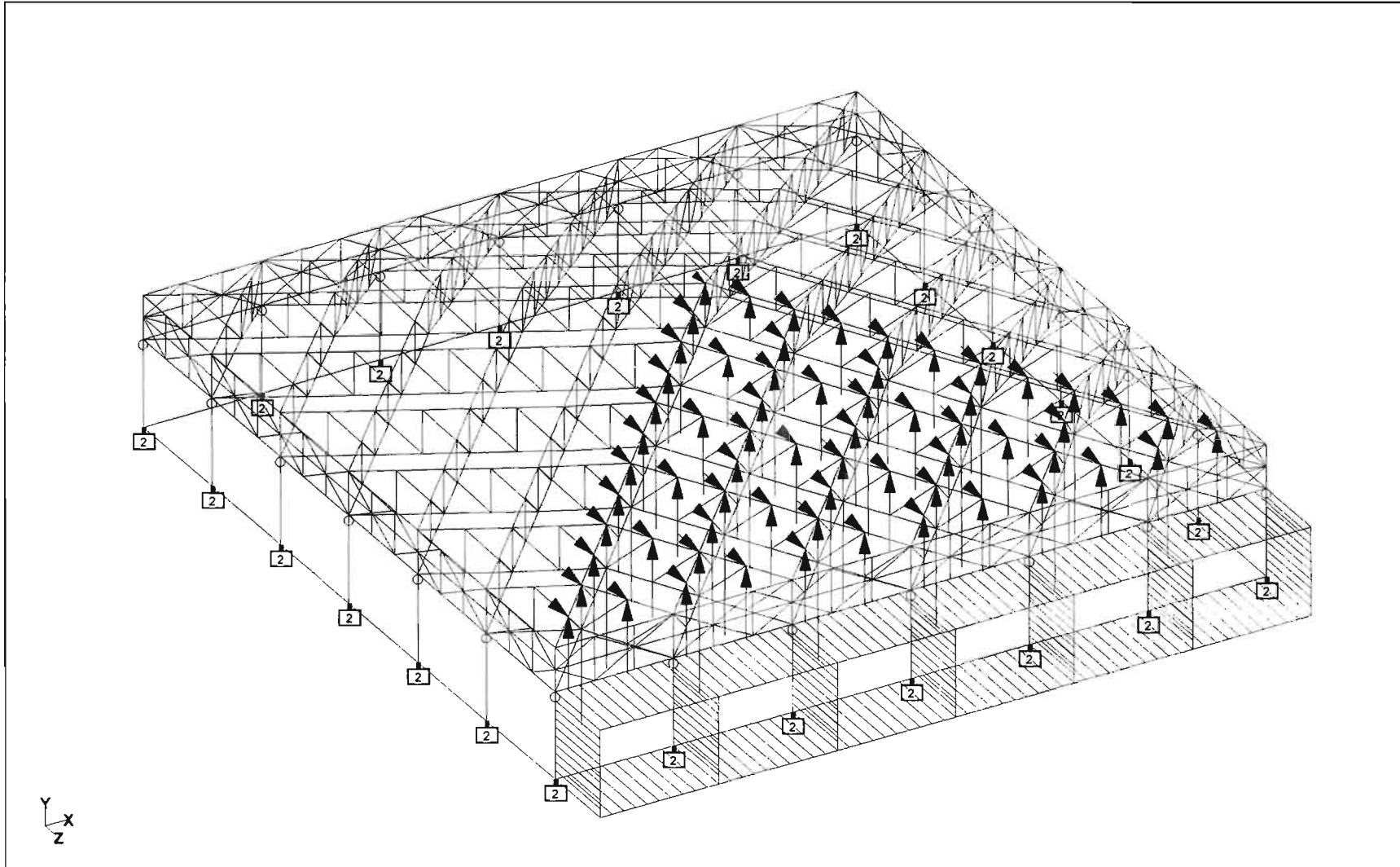


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"

|        |              |          |           |                   |      |
|--------|--------------|----------|-----------|-------------------|------|
| Job No | UNO          | Sheet No | 9         | Rev               |      |
| Part   | TECHUMBRE    |          |           |                   |      |
| Ref    | ESTRUCTURAL  |          |           |                   |      |
| By     |              | Date     | 10-Mar-03 | Chd               | JFPA |
| File   | C W_VIET.std |          | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |      |



Whole Structure Loads 0.408363kN:1m 3 \*\*TECHO-INCLINADO-DIRECCION-BARLOVENTO EN Z\*\*



Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

Job No

UNO

Sheet No

10

Rev

Part TECHUMBRE

Ref ESTRUCTURAL

By

Date 10-Mar-03

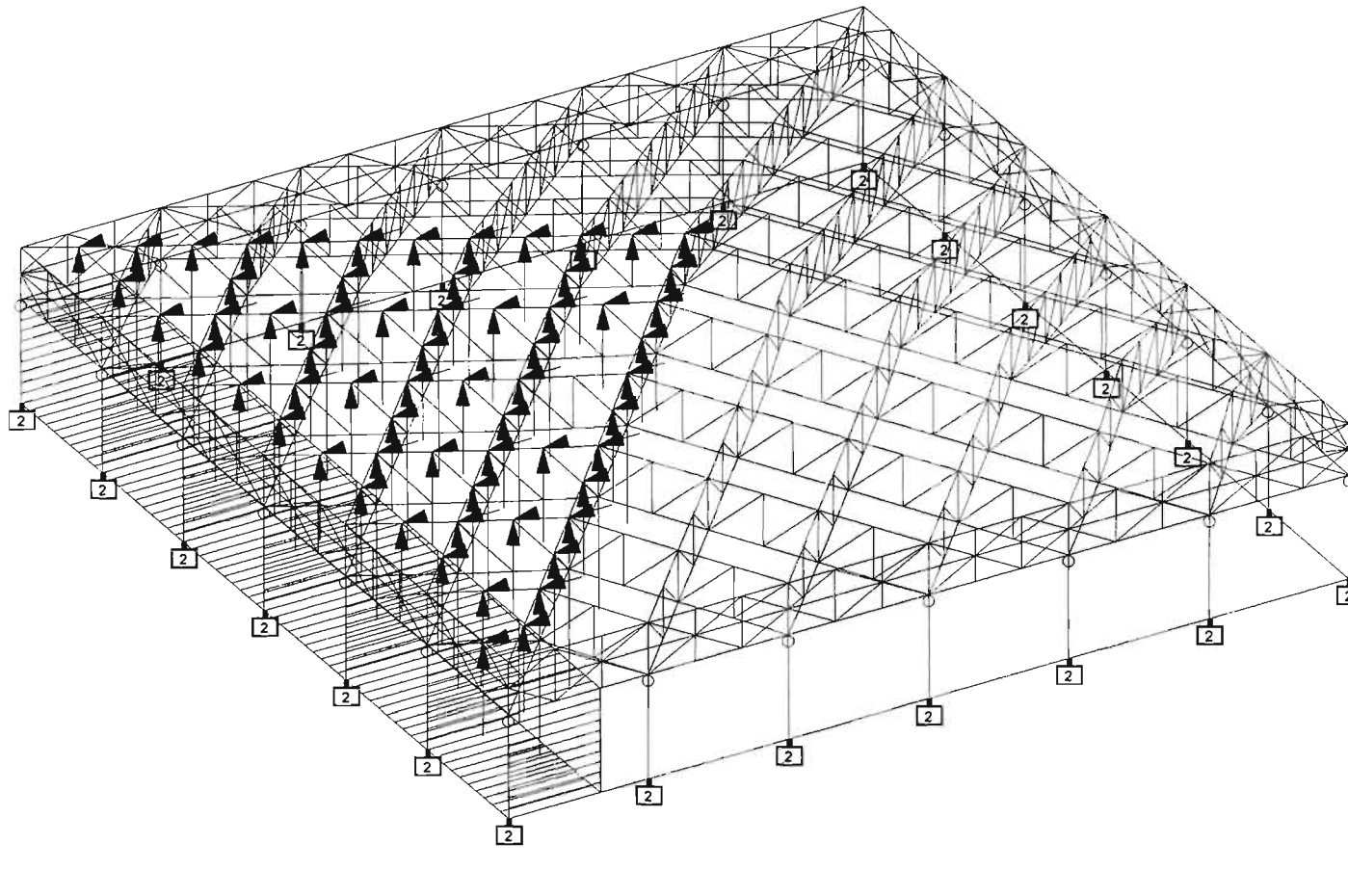
Chd JFPA

File C W\_VIET.std

Date/Time 26-May-2005 08:30

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure Loads 0.408363kN:1m 6 \*\*TECHO-INCLINADO-DIRECCION-BARLOVENTO EN X\*\*

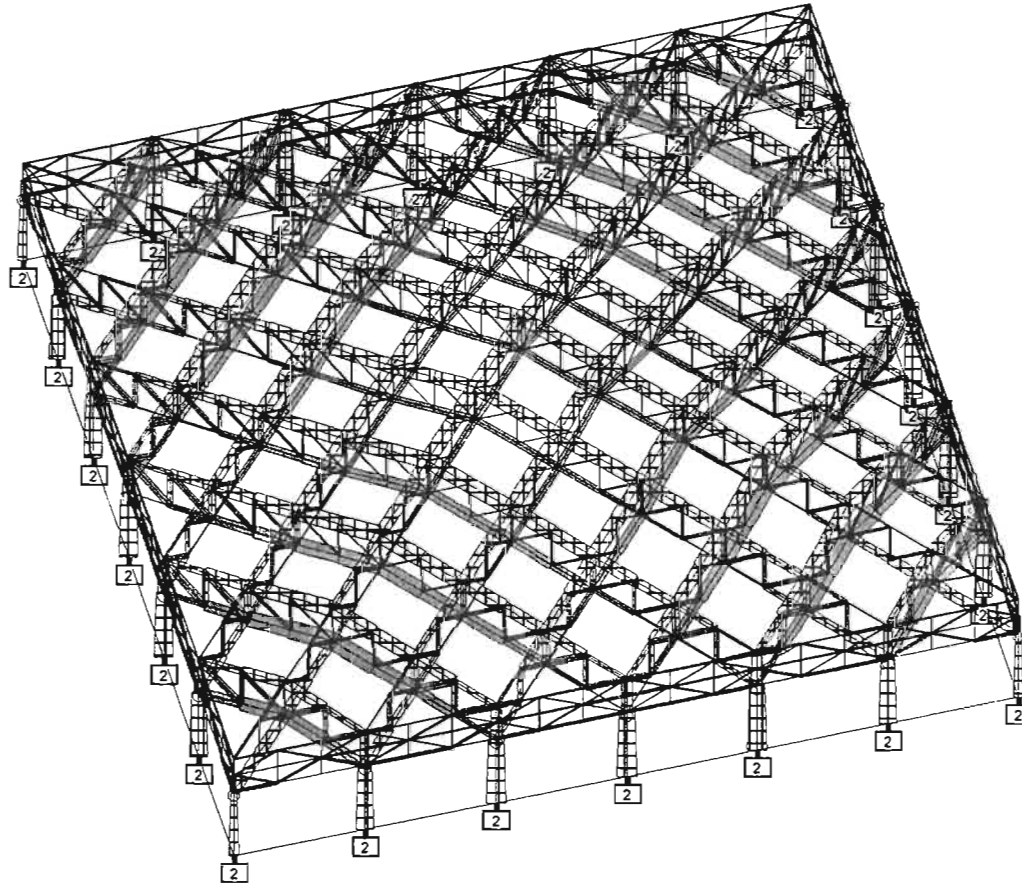


Software licensed to VELAZQUEZ HNOS.

|        |              |           |                   |     |      |
|--------|--------------|-----------|-------------------|-----|------|
| Job No | UNO          | Sheet No  | 11                | Rev |      |
| Part   | TECHUMBRE    |           |                   |     |      |
| Ref    | ESTRUCTURAL  |           |                   |     |      |
| By     |              | Date      | 10-Mar-03         | Chd | JFPA |
| File   | C W_VIET.std | Date/Time | 26-May-2005 08:30 |     |      |

Job Title TESIS PROFESIONAL

Client FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ACATLAN"



Whole Structure Fx 100kN:1m 1 \*\*\* CARGA MUERTA + CARGA VIVA \*\*\*