

870115 14
2ij

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS Y DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL
APLICANDO LAS NORMAS DEL AISC

TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
GUILLERMO HIROSHI ORTEGA AZANO

GUAD. JAL. DIC. DE 1987.



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

I N D I C E .

	PAG.
I. ANALISIS DE CARGAS APLICADAS A LA ESTRUCTURA METALICA, SEGUN NORMAS DE LA C.F.E.	4
II. COMBINACIONES DE CARGA ACTUANDO SOBRE LA ESTRUCTURA.	13
III. REVISION DEL COMPORTAMIENTO LOCAL DE LOS ELEMENTOS, PARA EVITAR DEFLEXIONES O DESPLAZAMIENTOS MAYORES DE LOS PERMISIBLES EN LOS REGLAMENTOS.	35
IV. ANALISIS FINAL DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA.	49
V. DISEÑO FINAL DE ESTRUCTURA, UTILIZANDO DIFERENTES ENFOQUES, SEGUN SEAN APLICADOS EN CADA CASO.	57
VI. CONCLUSIONES.	82
BIBLIOGRAFIA.	86

C O N T E N I D O .

I. ANALISIS DE CARGAS APLICADAS A LA ESTRUCTURA METALICA, SEGUN NORMAS DE LA C.F.E.

1. Cargas Muertas.
 - 1.1. Cargas Muertas en Cubierta.
 - 1.2. Cargas Muertas en Muros.
2. Cargas Vivas.
 - 2.1. Generalidades.
3. Cargas de Viento.
 - 3.1. Generalidades.
 - 3.2. Velocidades de Diseño.
4. Otras.

II. COMBINACIONES DE CARGA ACTUANDO SOBRE LA ESTRUCTURA.

1. Generalidades.
 - 1.1. Cargas Permanentes más Cargas Variables.
 - 1.2. Cargas Permanentes más Cargas Accidentales.
2. Solución de la Armadura mediante el Método de Nudos.

- 17
- 2.1. Carga Muerta.
 - 2.2. Carga Viva.
 - 2.3. Carga Viento Lateral.
 - 2.4. Carga Viento Frontal.

3. Combinación de las Cargas.

3.1. Principio de Superposición.

3.1. Tabla de Valores de Cargas para cada miembro.

III. REVISION DEL COMPORTAMIENTO LOCAL DE LOS ELEMENTOS PARA EVITAR DEFLEXIONES O DESPLAZAMIENTOS MAYORES DE LOS PERMISIBLES EN LOS REGLAMENTOS.

1. Mención del Método de Carga Unitaria para desplazamientos.
2. Prediseño de la Armadura.
3. Solución de la Armadura por Carga Unitaria.
 - 3.1. Empleo del Método de Nudos.
4. Revisión de la máxima deflexión en la Armadura.
5. Máxima deflexión en los Polines o Largueros.
 - 5.1. Análisis de las Cargas.
 - 5.2. Prediseño de los Polines.
 - 5.3. Obtención de la Máxima Deflexión.

17

IV. ANALISIS FINAL DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA.

1. Análisis de las Columnas.
2. Mención del Análisis Previo de Armadura y Poline--
ría.
3. Análisis de Puntales y Contravientos.
4. Análisis de Contraflombeos.
5. Análisis de Columnas Frontales o contra el viento.
6. Análisis de Polines de Muros.

V. DISEÑO FINAL DE ESTRUCTURA UTILIZANDO DIFERENTES ENFOQUES SEGUN SEAN APLICADOS EN CADA CASO.

1. Diseño de la Armadura (Mención).
2. Diseño de los Polines o Largueros (Mención).
3. Diseño de las Columnas.
4. Diseño de los Puntales.
5. Diseño de los Contravientos.
6. Diseño de los Contraflombeos.
7. Diseño de Columnas frontales o contra viento.

8. Diseño de Polines de Muros.

9. Diseño de Conexiones de Columnas y Armadura.

VI. CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

ANTECEDENTES .

Necesidades de construcción para la industria.

Actualmente es sumamente común la edificación de construcciones que sirvan de albergue o alojamiento a procesos de manufactura o almacén, tanto de materias primas, como de productos terminados. Para ello, es usual la necesidad de espacios, de dimensiones considerablemente mayor y que éstas estén libres de obstáculos como serían columnas o muros, y esto debido a que se debe contar con suficiente flexibilidad y facilidad para posibles cambios, ya sea en el arreglo de almacén o en los procesos de producción que se manejen en la nave.

Necesidad de construcción en parques industriales.

Debido a la necesidad de funcionalidad, como sería la obtención de servicios como agua potable, energía eléctrica y el hecho de estar ubicado en algún punto estratégicamente conveniente para funciones comerciales o de distribución, así como del probable bajo costo del terreno y disponibilidad de grandes espacios, tanto para las actuales instalaciones como para futuras ampliaciones (es de suma importancia

la elección del lugar que servirá de albergue), por todas es las características, es bien recomendable que se elija como residencia un parque industrial, dadas las necesidades mencionadas con anterioridad.

¿ Por qué Acero?

Dado que los espacios libres necesarios que se manejan son de consideración (30 mts), el empleo de otros elementos constructivos podría, en un momento dado, arrojar tiempos de edificación superiores, como sería el fijamiento de la cimbra o el uso de casetones, que tendrían como consecuencia un proceso más lento, ya que si consideramos que el trabajo de taller es más rápido, el acero sí presenta esta ventaja, además de que pudieran, en un momento dado, irse adelantando etapas que no serían posibles con otros materiales, específicamente el concreto.

Es por ello que se escogió el acero, tanto para cubierta como para muros y columnas.

Existen muchas formas de edificación de paredes exteriores; éstas deben reunir determinadas características, como el hecho de que sean estructuralmente fuertes y tener ciertas características como aislamiento (lo más posible del exterior), y resistencia al fuego, además de lograr un confort ambiental lo más agradable posible y que los efectos arquitecto-

tectónicos sean gratos y atractivos para el usuario.

Decidí que se considerará el acero, dado que representa un material muy ventajoso por sus características físicas, ya que es muy manejable y su resistencia, tanto a la compresión como tensión, es muy grande; además presenta ciertas propiedades para la construcción muy útiles. Además se torna preferente, ya que abate tiempo y costo de construcción y esto en base a que, en forma regular, son elementos prefabricados que se hacen en taller y sólo son montados en obra, -- además hablaba de que son muy manejables, pues si las uniones se hacen atornilladas, éstas pueden ser cambiadas de un lugar a otro sin que sean modificados.

Hablaba anteriormente de las características deseables para los muros, y decidí considerar láminas de acero acanalada para los mismos, porque es fácilmente montable y desmontable, lo que implica reducción en tiempo de construcción, además de que estos muros necesitarían cimentarse y, por consecuencia, se economizaría, por este concepto, en tiempo y costo.

CAPITULO I .

ANALISIS DE CARGAS .

CARGAS MUERTAS .

Generalidades:

Estas cargas son supuestas y corresponden al peso propio de la estructura, es decir a todos los elementos que, en forma permanente, graviten en la estructura, como serían los componentes de ésta y aquellos que sin serlo, permanezcan allí (como sería el caso de instalaciones diversas).

Si en principio se hace una suposición y, al término del diseño, esta suposición no coincide con el adoptado, en caso de que el supuesto sea menor, tendrá que hacerse una nueva suposición y análisis. No así, si lo supuesto es sobrado (siempre y cuando la diferencia no sea considerable).

Cargas Muertas en Techos .

Peso Propio Lámina	6.0	kg/m ²
Peso Propio Larguero	3.0	"
Peso Propio Estructura (Armadura)	25.0	"
Peso Propio Instalaciones	15.0	"
Peso Propio Piezas Chicas	1.0	"

Se propondrá:

Lámina tipo R.M. 25-74 Cal. 24 (Rolamex).

Peso: 5.74 kg/cm^2 6.00 kg/cm^2

Larguero canal monten 203 mm. cal. 14 (BMT-14).

Peso: 567 kg/m área tributaria $1.875 * 1.000$

$$\text{Peso} = \frac{5.67}{1.875} = 3.02 \text{ kg/m}^2 \quad 3 \text{ kg/m}^2$$

<u>Estructura (Armadura)</u>	<u>Peso Unitario</u>	<u>Longitud</u>	<u>P. Total</u>
Cuerda Superior .. 2 ángulos 102 * 9.5m.	2 x 14.58	30.15	860.0
Cuerda Inferior 2 ángulos 102 * 7.9m.	2 x 12.20	30.00	732.0
Postes 2 ángulos 76 * 9.5m.	2 x 10.72	27.00	580.0
Diagonales 2 ángulos 76 * 7.9m.	2 x 9.08	38.70	<u>702.0</u>
			2894.0

$$\text{Peso} = \frac{9 \text{ Armaduras} * 2894 \text{ kg.}}{30 * 48 \text{ mt.}} = 18 \text{ kg/m}^2$$

Además puntales

2 canales monten 203 mm. cal. 10

Peso 10.17 kg/m Área tributaria 7.5 m^2

Peso = 1.36 kg/m^2 Aprox. 20 kg/m^2

si la tomamos conservadoramente:

$$w = 25 \text{ kg/m}^2$$

instalaciones como serían lámparas.

Vapor de Sodio 20 kg/pieza .

Flafones Yeso 1600 kg/m^3 Aprox. 15 kg/m^2

Piezas chicas: Aprox. 1 kg/m^2 .

Para los Muros

Se propondrá :

Lámina Acanalada tipo R.M. 25.74 cal. 24 (Relamex).

Peso 5.74 kg/m^2 $7, \text{g/m}^2$.

Largueros canal monten 203 mm. cal. 14 (EMT 14).

Peso 5.67 kg/m Area tributaria $2.25 * 1.00 \text{ mts.}$

$$\text{Peso} = \frac{5.67}{2.25} = 2.52 \quad 3 \text{ kg/m}^2$$

Estructura (columnas).

Perfil IPC 21" * 12" 6 514 * 30.4 mm.

Peso 92.9 kg/m Area tributaria = 6 m^2 Instalaciones $P = 92.9/6 = 15.4$ 15 kg/m^2 Proponemos 5 kg/m^2 .

Cargas Muertas en Muros .

Peso Propio Lámina	6.0	kg/m ²
Peso Propio Largueros	3.0	"
Peso Propio Estructura	15.0	"
Peso Propio Instalaciones	5.0	"

CARGAS VIVAS .

Generalidades:

Se consideran como cargas vivas aquellas fuerzas de gravedad que actúan sobre la construcción y que no son permanentes.

Los valores nominales de cargas vivas dependen de la función que tenga el piso o cubierta.

* Para la evaluación de la carga viva, pueden considerarse tres criterios: el primero habla de carga máxima W_m , el cual se empleará para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos. El segundo, carga instantánea W_a para diseño sísmico o por viento. Y el tercero, carga media W para el cálculo de asentamientos deferidos en materiales poco permeables y

* Según Reglamento de Construcciones del D.F.

saturados.

Ahora, cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de una estructura como por problemas de flotación o volteamiento, la carga viva debe considerarse nula.

Carga Viva en cubierta o azoteas	W	Wa	Wm
con pendiente mayor de 5% y menor de 20% en kg/m^2 .	5	20	60

VIENTO .

Requisitos generales como serían los que a continuación mencionan, se consideraron para el diseño de la estructura que está sujeta a la acción del viento.

A.- Direcciones de Análisis : se deberá suponer al menos dos direcciones horizontales y perpendiculares entre sí. Estas deberán ser las más desfavorables al comportamiento estructural.

B.- Seguridad contra Volteo : para tal efecto, se supondrán como cero las cargas vivas que puedan dis-

minuir este efecto. El momento estabilizador debe ser 1.9 veces mayor que el momento actuante de volteo.

C.- Seguridad contra deslizamiento : la relación entre la resistencia al deslizamiento y el desplazamiento horizontal actuante, deberá ser por lo menos -- igual a 2. Si la carga viva disminuye, este efecto debe considerarse nulo.

Clasificación de las Estructuras según su Destino.

Pertenecen al grupo B en las que el cociente entre el costo de una falla y el costo de incrementar la resistencia, es de magnitud moderada.

Clasificación de las Estructuras por las Características de sus respuestas ante Viento.

Pertenecen al tipo 1 inciso B, las cuales son capaces de tomar las cargas del viento sin que varíe esencialmente su (estructura) geometría.

Y pertenecen al grupo B porque en este particular, se incluyen presas, plantas industriales, bodegas ordinarias, comercios y, el caso que nos atañe, es una nave industrial que bien puede servir de planta o bien de bodega.

Velocidades de Diseño:

La velocidad de viento es función directa de:

- a) Localización geográfica.
- b) Probabilidad de excedencia.
- c) Topografía en la vecindad de la estructura.
- d) Características de la estructura.

V_R - Velocidad regional, es la máxima probable para una región en un periodo de recurrencia.

* Guadalajara, los municipios cercanos y zona metropolitana pertenecen a la región eólica No. 5.

** Nuestra estructura pertenece al grupo B, con periodo de recurrencia de 50 años.

$$V_R = 80 \text{ km/hora.}$$

V_B - Velocidad básica, es aquella que a una altura de 10m. sobre el terreno, se presenta en el lugar de desplante de la estructura.

se obtiene de la V_R y de un factor K que depende de la topografía.

* Manual de Obras Civiles, Estructuras, Fig. I.1 pág. 9.

** Manual de Obras Civiles, Estructuras, Tabla I.1 I.2.

gráfica del sitio (Tabla I.3).

$K = 0.30$ (para zonas arboladas, barrios residenciales o industriales).

$K = 1.00$ (campo abierto, terreno plano).

$V_B = 1.00 (80) = 80$ km/hora.

La variación de la velocidad con la altura, para una altura de 10 mts. o menor, la V_z (velocidad del viento a una altura z sobre el terreno), se considera igual a V_B .

$\therefore V_z = 80$ km/h.

La velocidad de Diseño:

En base a esta, se evaluarán los efectos que el viento pudiese provocar en la estructura.

Para tal efecto, se considerará un factor de rataga F_R

* Para estructuras Tipo 1 que es la que nos concierne

$$F_R = 1.0$$

$$\therefore V_D = F_R V_z = 1.0 * 80 = 80 \text{ km/h.}$$

* Manual de Obras Civiles, Estructuras IV.3.5 pág. 13.

Nieve:

Las cargas debidas a la acumulaci3n de nieve, tanto en cubiertas como en paredes, se considera nula, pues la zona para la cual se pretende pueda ser modelo nuestra estructura, no se consideran o incluyen regiones en que la nieve, en forma de precipitaci3n, se presente.

Cargas de Nieve - 0

CAPITULO II .

Las cargas deben ser diseñadas de manera que cualquier combinación de cargas que pudieran presentarse en forma simultánea pueda ser soportado en forma general, por la estructura y, en forma particular, por los elementos que la componen, y que aún siendo la más desfavorable, no presente efectos perjudiciales.

Según reglamento del Distrito Federal y Estatales, se mencionan dos categorías de combinaciones:

- I. Combinaciones en que se toman en cuenta cargas permanentes y cargas variables.

Para este tipo de combinación, se considera la carga muerta más la carga viva, en tal caso, se evaluará la carga viva como máxima y se considerará uniformemente

repartida, cuando se tome en cuenta distribuciones de carga viva más desfavorables, deben evaluarse con cargas de intensidad instantánea.

$$C_m + C_v$$

- II. Combinación en que se toman en cuenta cargas permanentes, cargas variables y cargas accidentales.

Para este tipo de combinación se considera la carga -- muerta más la carga viva con su valor instantáneo y ' una sola carga accidental (como sería el caso del viento).

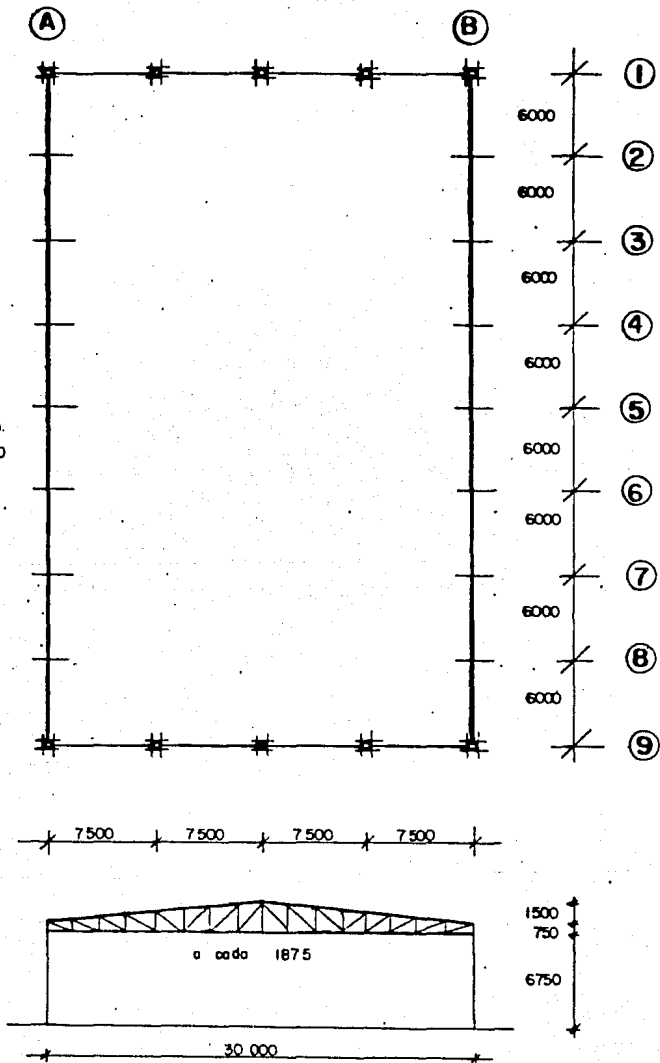
Pero también menciona el reglamento que, cuando la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación y volteo, su intensidad se considerará nula sobre toda el -- área.

En el caso se considerarán dos direcciones del viento y dos combinaciones derivadas del mismo.

$$C_m + C_{\text{viento frontal}}$$

$$C_m + C_{\text{viento lateral}}$$

coocación en mm.
escala 1:300



Como la separación entre armaduras es de 6 mt., entonces es la correspondiente área tributaria.

Carga muerta total supuesta 50 kg/m^2

$$\therefore w = 50 \text{ kg/m}^2 * 6 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$$

Como la separación entre poste y poste es de 1.875 mts. entonces es su área tributaria.

$$\therefore P = 300 \text{ kg/m} * 1.875 \text{ m} = 562.5 \text{ kg.}$$

\therefore por carga muerta para la solución de armaduras sera:

$$P = 562.5 \text{ kg.}$$

Para carga viva como es considerada de 60 kg/m^2

$$\text{ent. } w = 360 \text{ kg/m}$$

$$\text{y } P = 675 \text{ kg.}$$

Armadura .

Cubierta :

Estará soportada la cubierta por los polines que estarán colocados en cada nudo de la cuerda superior.

La polinería se propone por canales monten de 204 mm. y calibre 24.

La lámina se propone de lámina acanalada (fabricada o rolada por Rolamex), tipo R.M. 25-74 cal. 24.

Según catálogo para una separación de apoyos de 2 mts. su capacidad de carga es de 95 kg.

Los polines estarán a cada 1.88 mts.

Estará soportada por columnas de tres placas.

La separación entre armaduras es de 6 mt.

Diseño de los Polines o Largueros:

$$L = \sqrt{1.875^2 + 0.1875^2} = 1.88 \text{ m.}$$

$$\therefore \text{Area Tributaria} = 1.88 \text{ m.}$$

Carga Muerta :

$$\text{Largueros o Polines} = 3 \text{ kg/m}^2.$$

$$\text{Cubierta de Lámina} = 6 \text{ kg/m}^2.$$

$$\text{Carga Viva} = 60 \text{ kg/m}^2.$$

$$\therefore W_T = 69 \text{ kg/m}^2.$$

$$W = 69 * 1.88 = 130 \text{ kg/m.}$$

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{130(6)^2}{8} = 585 \text{ kg.m} \quad 58,500 \text{ kg. cm.}$$

$$A_{\text{permisible}} = \frac{L}{240} + 0.5 = \frac{600}{240} + 0.5 = 3 \text{ cm.}$$

Especificaciones:

$$A_{\text{actuante}} = \frac{5 WL^4}{384 EI} \quad \therefore I_{\text{necesaria}} = \frac{5 WL^4}{384 E A_{\text{adm}}}$$

$$I_{\text{nec}} = \frac{5(1.3)(600)^4}{384(2.039 \times 10^6)(3.0)} = 358.63 \text{ cm}^4$$

$$S_{\text{nec}} = \frac{58500}{2000} = 29.25 \text{ cm}^3$$

Los polines tienen una separación de 1.88 mts. que correspondería a su área tributaria, dado que éstos están apoyados en los nudos de la cuerda superior:

$$W_m = 9 \text{ kg/m}^2$$

$$W_v = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\therefore W_T = 69 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 69 * 1.88 = 130 \text{ kg/m}$$

Para el 1er. tanteo proponemos un canal monten.

8" MT 14

con $F_y = 3520$

$$A = 7.18 \text{ cm}^2.$$

$$S_x \text{ efectiva} = 42.54 \text{ cm}^3$$

Longitud L sin

$$I_{yc} = 52.83/2 = 26.42 \text{ cm}^4$$

arriostrear = 2 mt.

$$d = 20.3 \text{ cm.}$$

$$** \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} = \frac{(200)^2 (42.54)}{(20.3)(26.42)} = 3173$$

$$\frac{0.36}{F_y} E C_b = \frac{0.36}{3520} (2.039 \times 10^6) (1) = 2058$$

$$C_b = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_1}{M_2}\right) + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^2$$

$$C_b = 1$$

$$\frac{1.8}{F_y} E C_b = \frac{1.8}{3520} (2039 \times 10^6) (1) = 10,290$$

$$\therefore \frac{0.36}{F_y} E C_b \ll \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} \ll \frac{1.8}{F_y} E C_b$$

** Cálculo de Esfuerzos Permisibles según "Cold Formed Es
pecification", secciones 3.3.

$$\therefore \Gamma_{b_x} = \frac{2}{3} \Gamma_y - \frac{\Gamma_y^2}{5.4^2 E C_b} \left(\frac{L^2}{d} \frac{S_{xc}}{I_{yc}} \right)$$

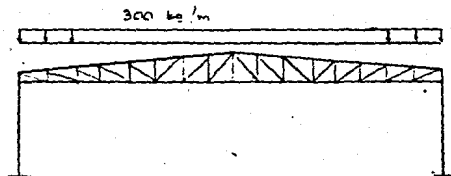
$$\Gamma_{b_x} = 0.66 (3520) - \frac{3520^2}{5.4^2 (2.033 \times 10^6)(1)} (3173) = 1985 \text{ kg/cm}^2$$

$$fb_x = \frac{58500}{42.54} = 1375 \text{ kg/cm}^2$$

$fb_x < \Gamma_{b_x}$ \therefore Se puede adoptar.

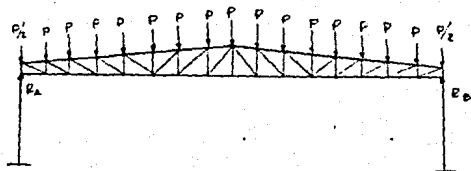
$$A_{\text{actuante}} = \frac{5(1.3)(600)^4}{384(2.039 \times 10^6)(450)} = 2.34 \text{ cm.}$$

$A_{\text{act}} < A_{\text{perm}}$ \therefore Se adopta la sección.



$$R_A = R_B = \frac{300(30)}{2} = 4500 \text{ kg}$$

$$P = 562.5 \text{ kg}$$



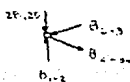
Node 1



$$\sum F_x = 0 \quad \therefore B_{1-2} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad \therefore B_{1-3} = 4500 \text{ C}$$

Node 2



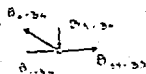
$$\sum F_x = 0 \quad \therefore B_{2-3} \cos 5.71 - B_{2-4} \cos 21.60 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad \therefore B_{2-3} \sin 5.71 + B_{2-4} \sin 21.60 + 281.25 - 4500 = 0$$

$$B_{2-3} = 8460.2351 \text{ C}$$

$$B_{2-4} = 9069.0642 \text{ T}$$

Node 34



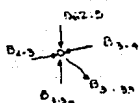
$$\sum F_x = 0 \quad B_{34-33} \cos 21.60 - B_{34-35} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{34-35} \sin 21.60 - B_{34-34} = 0$$

$$B_{34-34} = 8426.1520 \text{ T}$$

$$B_{34-33} = 3325.0224 \text{ C}$$

Nudo 3



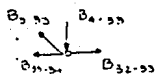
$$\sum F_x = 0 \quad (B_{2-3} - B_{3a}) \cos 5.71 + B_{3-2b} \cos 26.57^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad -B_{2-3} \sin 5.71 - B_{3-2a} + B_{3-2b} \sin 26.57^\circ + B_{3-2c} \sin 5.71 + 562.5 = 0$$

$$B_{3-4} = 13,191.2378 \text{ C}$$

$$B_{3-2b} = 5,240.9248 \text{ T}$$

Nudo 3b



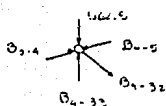
$$\sum F_x = 0 \quad B_{3-2b} - B_{3b-3a} - B_{3-2c} \cos 26.57^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{4-3b} - B_{3-2b} \sin 26.57^\circ = 0$$

$$B_{4-3b} = 2943.8084 \text{ C}$$

$$B_{3-2c} = 13129.0000 \text{ T}$$

Nudo 4



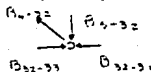
$$\sum F_x = 0 \quad B_{3-4} \cos 5.71 - B_{4-5} \cos 5.71 + B_{4-3c} \cos 30.96^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad -B_{3-4} \sin 5.71 - B_{4-5} + B_{4-3c} \sin 30.96^\circ + B_{4-3b} \sin 5.71 + 562.5 = 0$$

$$B_{4-5} = 15,748.6522 \text{ C}$$

$$B_{4-3c} = 2,967.6321 \text{ T}$$

Nudo 3c



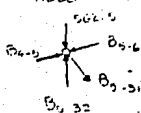
$$\sum F_x = 0 \quad B_{3-2b} - B_{3-2c} - B_{4-3c} \cos 30.96^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{3-2c} - B_{4-3c} \sin 30.96^\circ = 0$$

$$B_{3-2c} = 1526.8361 \text{ C}$$

$$B_{3-2b} = 15,669.6429 \text{ T}$$

Nudo 5



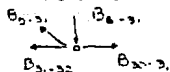
$$\sum F_x = 0 \quad B_{4-5} \cos 5.71 - B_{5-6} \cos 5.71 + B_{5-3a} \cos 34.99^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad -B_{4-5} \sin 5.71 - B_{5-3a} + B_{5-3b} \sin 34.99^\circ + B_{5-3c} \sin 5.71 + 562.5 = 0$$

$$B_{5-6} = 16,960.0551 \text{ C}$$

$$B_{5-3a} = 1471.4032 \text{ T}$$

Nudo 31



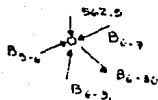
$$\sum F_x = 0 \quad B_{30-31} - B_{31-32} - B_{31-30} \cos 34.992^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{20-31} - B_{31-30} \sin 34.992^\circ = 0$$

$$B_{20-31} = 843.7939 \text{ C}$$

$$B_{30-31} = 16.875.0639 \text{ T}$$

Nudo 6



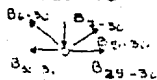
$$\sum F_x = 0 \quad B_{6-7} \cos 5.71^\circ - B_{6-30} \cos 38.66^\circ - B_{20-6} \cos 5.71^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{6-7} \sin 5.71^\circ + B_{6-30} \sin 38.66^\circ - B_{6-3} - B_{20-6} \sin 5.71^\circ + 562.5 = 0$$

$$B_{6-7} = 17.274.1928 \text{ C}$$

$$B_{6-30} = 400.2577 \text{ T}$$

Nudo 30



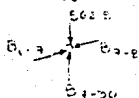
$$\sum F_x = 0 \quad B_{20-30} + B_{6-30} \cos 45^\circ - B_{30-31} - B_{29-30} \cos 38.66^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{6-30} \sin 45^\circ - B_{29-30} + B_{20-30} \sin 38.66^\circ = 0$$

$$B_{29-30} = 441.8851 \text{ T}$$

$$B_{20-30} = 16.872.0639 \text{ T}$$

Nudo 7



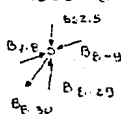
$$\sum F_x = 0 \quad B_{7-8} \cos 5.71^\circ - B_{6-7} \cos 5.71^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{7-8} \sin 5.71^\circ - B_{7-30} - B_{6-7} \sin 5.71^\circ + 562.5 = 0$$

$$B_{7-8} = 17.274.1928 \text{ C}$$

$$B_{7-30} = 562.5 \text{ C}$$

Nudo 8



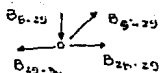
$$\sum F_x = 0 \quad B_{8-9} \cos 5.71^\circ - B_{8-29} \cos 5.71^\circ + B_{8-30} \cos 45^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{8-29} - B_{8-9} \sin 5.71^\circ - B_{8-30} \sin 45^\circ + B_{8-9} \sin 5.71^\circ - 562.5 = 0$$

$$B_{8-9} = 16.860.6106 \text{ C}$$

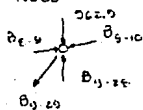
$$B_{8-29} = 543.1506 \text{ C}$$

Nudo 29



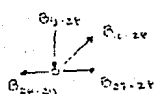
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 & B_{9-29} \text{ Sen } 47.7263 - B_{6-29} &= 0 \\ \sum F_x &= 0 & B_{28-29} + B_{9-29} \text{ Cos } 47.7263 - B_{29-28} &= 0 \\ B_{9-29} &= 1139.4850 \text{ T} \\ B_{28-29} &= 16,108.4093 \text{ T}\end{aligned}$$

Nudo 9



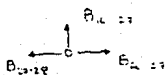
$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 & B_{9-10} \text{ Cos } 5.71 - B_{9-9} \text{ Cos } 5.71 + B_{9-28} \text{ Cos } 47.7263 &= 0 \\ \sum F_y &= 0 & B_{9-28} - B_{9-29} \text{ Sen } 47.7263 + B_{9-9} \text{ Sen } 5.71 &= 0 \\ & & -562 - B_{9-10} \text{ Sen } 5.71 &= 0 \\ B_{9-10} &= 16,169.6763 \text{ C} \\ B_{9-28} &= 1,329.0003 \text{ C}\end{aligned}$$

Nudo 28



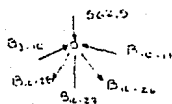
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 & B_{10-28} \text{ Sen } 50.1844 - B_{9-28} &= 0 \\ \sum F_x &= 0 & B_{27-28} - B_{28-29} - B_{10-28} \text{ Cos } 50.1844 &= 0 \\ B_{10-28} &= 1,729.9714 \text{ T} \\ B_{27-28} &= 15,000.9930 \text{ T}\end{aligned}$$

Nudo 27



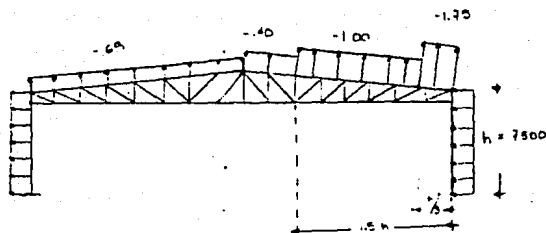
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 & B_{10-27} &= 0 \\ \sum F_x &= 0 & B_{27-28} - B_{28-27} &= 0 \\ B_{28-27} &= 15,000.9930 \text{ T}\end{aligned}$$

Nudo 10



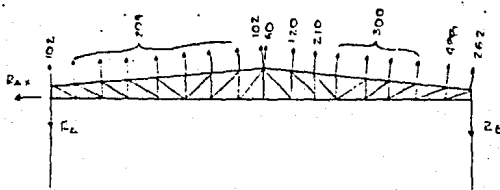
$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ (B_{9-10} + B_{10-11}) \text{ Sen } 5.71 - (B_{10-26} + B_{10-26}) \text{ Sen } 50.18 &+ 562.5 = 0 \\ \sum F_x &= 0\end{aligned}$$

Como es simétrico es igual del otro lado



$$1.5 h = 11250 \text{ mm}$$

$$h/3 = 2500 \text{ mm}$$



$$P = 0.0048 C C V_0^2$$

P : presión o succión actuante viento en kg/m^2

V_0 : Velocidad de Diseño en $\text{km/h} = 80 \text{ km/h}$

C : factor de reducción de intensidad de la atmósfera, a la altura h en km sobre el nivel del mar

$$C = \frac{B + h}{B + 2h} = \frac{B + 1.5}{B + 2(1.5)} = 0.8636$$

Considerando está a una altura de 1500 m sobre el nivel del mar

C : coeficiente de empuje (dimensional)

Fig. I.5

$$P_1 = 0.0048 (0.8636) (-1.75) (80)^2 = -46.4271 \text{ kg/m}^2$$

$$P_2 = 0.0048 (0.8636) (-1.00) (80)^2 = -26.2288 \text{ kg/m}^2$$

$$P_3 = 0.0048 (0.8636) (-0.50) (80)^2 = -10.6119 \text{ kg/m}^2$$

$$P_4 = 0.0048 (0.8636) (0.50) (80)^2 = 18.2288 \text{ kg/m}^2$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_B (30) - [262 (30) + 400 (20.125) + (300) (26.25 + 24.375 + 22.5 + 20.625) + 210 (19.75) + 120 (16.875) + (102 + 60) (15) + 204 (13.125 + 11.25 + 9.375 + 7.5 + 5.625 + 3.75 + 1.875)] \cos 5.71 + [(262 - 102) (.75) + (488 - 204) (0.9375) + (300 - 204) (1.125 + 1.3125 + 1.6875 + 1.5) + (210 - 204) (1.875) + (120 - 204) (2.0625) + (60 - 102) (2.25)] \sin 5.71 = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

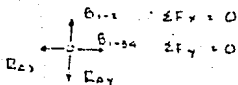
$$\sum F_y = 0$$

$$\therefore R_A = 1672 \text{ kg } \downarrow$$

$$\therefore R_B = 2280 \text{ kg } \downarrow$$

$$\therefore Z_{A_x} = 70 \text{ kg } \leftarrow$$

Node 1



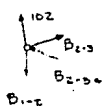
$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\therefore B_{1-34} = 70 \text{ T}$$

$$\therefore B_{1-2} = 1672 \text{ T}$$

Node 2



$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

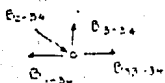
$$\therefore -B_{2-3} + E_{2-3} \cos 27.512 + B_{1-2} \sin 5.71 = 0$$

$$\therefore -B_{2-34} \sin 27.512 + E_{1-2} \cos 5.71 - 102 = 0$$

$$E_{2-34} = 3581 \text{ C}$$

$$B_{2-3} = 3165 \text{ T}$$

Node 34



$$\sum F_y = 0 \quad E_{2-34} - B_{2-34} \sin 21.8014 = 0$$

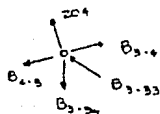
$$\sum F_x = 0 \quad E_{3-34} - B_{1-34} + B_{2-34} \cos 21.8014 = 0$$

$$E_{2-34} = 1256 \text{ T}$$

$$E_{3-34} = -3069 \text{ T}$$

$$\therefore E_{3-34} = 3069 \text{ C}$$

Nudo 3



$$\sum F_y = 0 \quad B_{3-33} \text{ Sen } 32.2757 - B_{3-34} \text{ Cos } 5.71 + 204 = 0$$

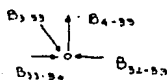
$$\sum F_x = 0 \quad B_{3-4} - B_{3-3} - B_{3-33} \text{ Cos } 32.2757 - B_{3-24} \text{ Sen } 5.71 = 0$$

$$B_{3-33} = 1956 \text{ C}$$

$$B_{3-4} = 4946 \text{ T}$$

25'

Nudo 33



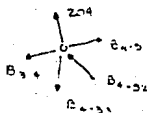
$$\sum F_x = 0 \quad B_{32-33} - B_{33-34} - B_{3-33} \text{ Cos } 26.5651 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad E_{3-33} - E_{3-33} \text{ Sen } 26.5651 = 0$$

$$E_{3-33} = 4820 \text{ C}$$

$$F_{4-33} = 876 \text{ T}$$

Nudo 4



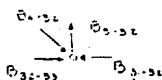
$$\sum F_y = 0 \quad B_{4-32} \text{ Sen } 36.8744 - E_{4-33} \text{ Cos } 5.71 + 204 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad E_{4-5} - E_{4-32} \text{ Cos } 36.8744 - E_{4-32} \text{ Sen } 5.71 - B_{3-4} = 0$$

$$E_{4-32} = 1118 \text{ C}$$

$$E_{4-5} = 3937 \text{ T}$$

Nudo 32



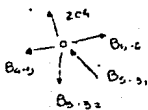
$$\sum F_y = 0 \quad E_{32-31} - E_{4-32} \text{ Sen } 30.9638 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{32-33} - B_{32-32} - E_{4-32} \text{ Cos } 30.9638 = 0$$

$$E_{32-31} = 575 \text{ T}$$

$$E_{32-33} = 5739 \text{ C}$$

Nudo 31



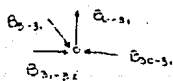
$$\sum F_y = 0 \quad E_{5-31} \text{ Sen } 40.7026 - E_{5-32} \text{ Cos } 5.71 + 204 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{5-6} - B_{5-31} \text{ Cos } 40.7026 - B_{5-32} \text{ Sen } 5.71 - B_{4-5} = 0$$

$$B_{5-31} = 564 \text{ C}$$

$$B_{5-6} = 6414 \text{ T}$$

Nudo 30



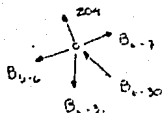
$$\sum F_y = 0 \quad B_{4-31} - B_{30-31} \text{ Sen } 34.992 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{30-31} - B_{31-32} - B_{30-31} \text{ Cos } 34.992 = 0$$

$$E_{4-31} = 324 \text{ T}$$

$$E_{30-31} = 6,241 \text{ C}$$

Nudo 6



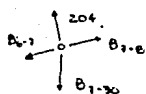
$$\sum F_y = 0 \quad E_{6-30} \text{ Sen } 44.3704 - E_{6-3} \text{ Cos } 5.71 - 204 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{6-7} - B_{6-30} \text{ Cos } 44.3704 - E_{6-3} \text{ Sen } 5.71 - E_{6-6} = 0$$

$$E_{6-30} = 169 \text{ C}$$

$$E_{6-7} = 6567 \text{ T}$$

Nudo 7



$$\sum F_y = 0 \quad B_{7-30} \cos 5.71 - 204 = 0$$

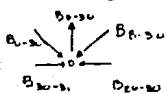
26

$$\sum F_x = 0 \quad B_{7-8} - B_{6-7} - B_{7-30} \sin 5.71 = 0$$

$$B_{7-30} = 205 \text{ T}$$

$$B_{7-8} = 6588 \text{ T}$$

Nudo 30



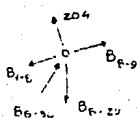
$$\sum F_y = 0 \quad B_{6-30} \sin 45 + B_{6-30} \sin 38.6598 - B_{7-30} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{20-30} + B_{6-30} \cos 45 - B_{6-30} \cos 38.6598 - B_{30-31} = 0$$

$$B_{6-30} = 141 \text{ C}$$

$$B_{20-30} = 6,273 \text{ C}$$

Nudo B



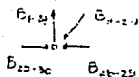
$$\sum F_y = 0 \quad B_{6-20} \cos 5.7106 - B_{6-20} \sin 39.2894 - 204 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{6-9} - B_{6-20} \sin 5.71 + B_{6-20} \cos 39.2894 - B_{7-8} = 0$$

$$\sum F_x = 295 \text{ T}$$

$$B_{6-9} = 6508 \text{ T}$$

Nudo 25



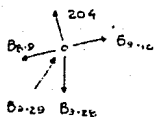
$$\sum F_y = 0 \quad E_{5-25} \sin 47.7243 - B_{25-26} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad E_{25-26} - E_{5-25} \cos 47.7243 + B_{25-26} \cos 47.7243 = 0$$

$$E_{5-25} = 298 \text{ C}$$

$$E_{25-26} = 4006 \text{ C}$$

Nudo 9



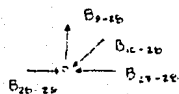
$$\sum F_y = 0 \quad E_{9-28} \cos 5.71 - B_{9-28} \sin 42.0157 - 204 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad E_{9-10} - E_{9-28} \sin 5.71 + E_{9-28} \cos 42.057 - E_{6-9} = 0$$

$$E_{9-28} = 472 \text{ T}$$

$$E_{9-10} = 6,259 \text{ T}$$

Nudo 28



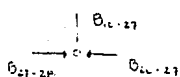
$$\sum F_y = 0 \quad E_{10-28} \sin 50.1944 - B_{23-28} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad E_{23-28} - E_{10-28} \cos 50.1944 = 0$$

$$E_{10-28} = 615 \text{ C}$$

$$E_{23-28} = 5,612 \text{ C}$$

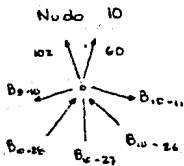
Nudo 27



$$\sum F_y = 0 \quad E_{10-27} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad E_{27-28} - E_{27-28} = 0$$

$$E_{27-28} = 5,612$$

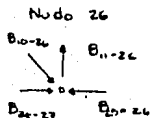


$$\sum F_x = 0 \quad -B_{10-11} \cos 5.71 + B_{10-26} \cos 50.1944 - B_{10-28} \cos 26' + B_{9-10} \cos 5.71 + (102-60) \sin 5.71 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{10-11} \sin 5.71 - B_{10-26} \sin 50.1944 - B_{10-28} \sin 26' + B_{9-10} \sin 5.71 - (102+60) \cos 5.71 = 0$$

$$B_{10-11} = 6,390 \text{ T}$$

$$B_{10-26} = 813 \text{ C}$$

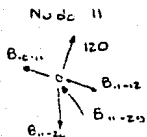


$$\sum F_y = 0 \quad B_{11-26} - B_{10-26} \sin 50.1944 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{25-26} - B_{26-27} - B_{10-26} \cos 50.1944 = 0$$

$$B_{11-26} = 624 \text{ T}$$

$$B_{25-26} = 6,132 \text{ C}$$

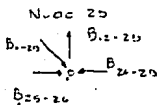


$$\sum F_y = 0 \quad E_{11-25} \sin 42.0157 - B_{11-26} \cos 5.71 + 120 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad E_{11-12} + B_{11-25} \cos 42.0157 + B_{11-26} \sin 5.71 - B_{10-11} = 0$$

$$B_{11-25} = 749 \text{ C}$$

$$B_{11-12} = 6,885 \text{ T}$$

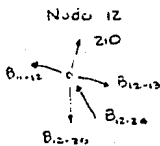


$$\sum F_x = 0 \quad B_{24-25} - E_{25-26} - B_{11-25} \cos 47.7263 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{12-25} - B_{11-25} \sin 47.7263 = 0$$

$$E_{24-25} = 6636 \text{ C}$$

$$B_{12-25} = 554 \text{ T}$$

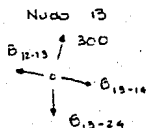


$$\sum F_y = 0 \quad B_{12-24} \sin 59.2894 - B_{12-25} \cos 5.71 + 210 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad E_{12-13} + B_{12-24} \cos 59.2894 - B_{12-25} \sin 5.71 - E_{11-12} = 0$$

$$B_{12-24} = 540 \text{ C}$$

$$B_{12-13} = 7,247 \text{ T}$$

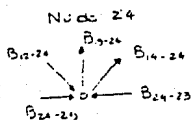


$$\sum F_y = 0 \quad B_{13-24} \cos 5.7106 - 300 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{13-14} - E_{12-13} - B_{13-24} \sin 5.71 = 0$$

$$B_{13-24} = 302 \text{ T}$$

$$B_{13-14} = 7,217 \text{ T}$$



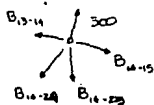
$$\sum F_y = 0 \quad B_{14-24} \sin 38.6598 + B_{13-24} - B_{12-24} \sin 59.2894 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{24-23} - B_{14-24} \cos 38.6598 - B_{12-24} \cos 59.2894 - B_{24-25} = 0$$

$$B_{14-24} = 126 \text{ T}$$

$$E_{24-23} = 7,117 \text{ C}$$

Nudo 14



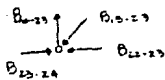
$$\sum F_y = 0 \quad B_{14-23} \cos 5.7106 + B_{14-25} \sin 44.3704 - 300 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{14-15} + B_{14-23} \sin 5.7106 - B_{14-25} \cos 44.3704 - B_{13-14} = 0$$

$$B_{14-23} = 212 \text{ T}$$

$$B_{14-15} = 7,286 \text{ T}$$

Nudo 23



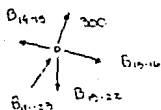
$$\sum F_y = 0 \quad B_{14-23} \sin 34.892 - B_{13-23} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{23-24} + B_{14-23} \cos 34.892 - B_{13-23} = 0$$

$$B_{14-23} = 376 \text{ C}$$

$$B_{23-24} = 6013 \text{ C}$$

Nudo 15



$$\sum F_y = 0 \quad B_{15-22} \cos 5.7106 - B_{15-23} \sin 40.7026 - 300 = 0$$

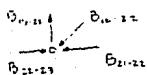
$$\sum F_x = 0 \quad B_{15-16} + B_{15-22} \sin 5.7106 + B_{15-23} \cos 40.7026 - B_{14-15} = 0$$

$$-B_{14-15} = 0$$

$$B_{15-22} = 544 \text{ T}$$

$$B_{15-16} = 6,952 \text{ T}$$

Nudo 22



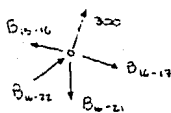
$$\sum F_y = 0 \quad B_{16-22} \sin 30.8632 - B_{15-22} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{21-22} + B_{16-22} \cos 30.86 - B_{15-22} = 0$$

$$B_{16-22} = 1057 \text{ C}$$

$$B_{21-22} = 5,907 \text{ C}$$

Nudo 16



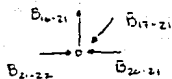
$$\sum F_y = 0 \quad B_{16-21} \cos 5.71 - B_{16-22} \sin 36.6746 - 300 = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{16-17} - B_{16-21} \sin 5.71 + B_{16-22} \cos 36.6746 - B_{15-16} = 0$$

$$B_{16-21} = 936 \text{ T}$$

$$B_{16-17} = 6,011 \text{ T}$$

Nudo 21



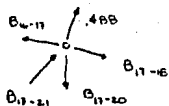
$$\sum F_y = 0 \quad B_{17-21} \sin 26.5651 - B_{16-21} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{20-21} + B_{17-21} \cos 26.5651 - B_{16-21} = 0$$

$$B_{17-21} = 2093 \text{ C}$$

$$B_{20-21} = 4035 \text{ C}$$

Nudo 17



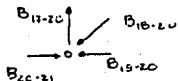
$$\sum F_y = 0 \quad B_{17-20} \cos 5.71 - B_{17-21} \sin 32.2757 + 488 = 0 \quad 27'$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{17-16} + B_{17-20} \sin 5.71 + B_{17-21} \cos 32.2757 - B_{16-17} = 0$$

$$B_{17-20} = 1614 \text{ T}$$

$$B_{17-16} = 4,081 \text{ T}$$

Nudo 20



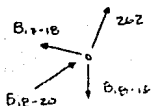
$$\sum F_y = 0 \quad B_{17-20} \sin 21.8014 - B_{18-20} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{19-20} + B_{18-20} \cos 21.8014 - B_{20-21} = 0$$

$$B_{18-20} = 4345 \text{ C}$$

$$B_{19-20} = 0.00$$

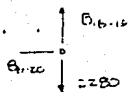
Nudo 18



$$\sum F_y = 0 \quad E_{18-19} \cos 5.71 - E_{18-20} \sin 23.510 - 262 = 0$$

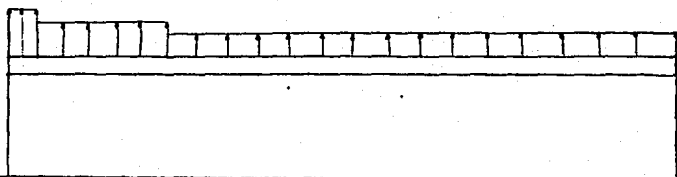
$$E_{18-19} = 2281 \text{ T}$$

Nudo 19



$$\sum F_y = 0$$

$$\therefore B_{18-19} = 2280$$

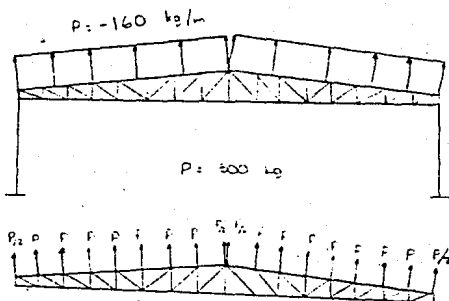


$$+ \frac{h}{3}$$

$$+ 1.5h$$

$$h/3 = 2500 \text{ mm}$$

$$1.5h = 11250 \text{ mm}$$



$$C_1 = \frac{h}{3} + C_2 (n.e) = 1.25 = 25 + 100 \cdot 0.5 = 4.975$$

$$C_2 = 6.00 : 1.00 = 6.00 = 6.00$$

$$P_{\text{max}} = 0.0045 (6.6636) (-1.00) (150)^2 = -26.53 \text{ kg/m}^2$$

$$p = -26.53 + 6 = 198.2 \approx 160 \text{ kg/m}$$

$$\sum F_x = 0 \quad \therefore \quad R_{Ax} = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad C_2 \cdot 57 \left[300 \left(18.75 + 2.75 + 0.625 - 7.5 + 0.375 + 11.25 \right. \right.$$

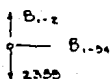
$$\left. + 2.125 - 16 - 16.875 - 18.75 - 20.625 - 22.5 \right.$$

$$\left. + 24.375 - 26.25 + 28.125 + (150)(30) \right] - R_E (30) = 0$$

$$R_E = 2358 \text{ kg}$$

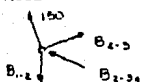
$$\sum F_y = 0 \quad \therefore \quad R_{Ay} = 2358 \text{ kg}$$

Nudo 1



$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 & B_{1-34} &= 0 \\ \sum F_y &= 0 & B_{1-2} &= 2355 \text{ T}\end{aligned}$$

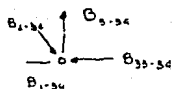
Nudo 2



$$\begin{aligned}\sum F_x' &= 0 & -B_{2-3} + B_{2-34} \cos 27.512 + B_{1-2} \sin 5.71 &= 0 \\ \sum F_y' &= 0 & -B_{2-34} \sin 27.512 + B_{1-2} \cos 5.71 - 150 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_{2-34} &= 4819 \text{ C} \\ B_{2-3} &= 4512 \text{ T}\end{aligned}$$

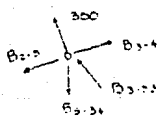
Nudo 34



$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 & B_{2-34} - B_{2-34} \sin 21.8014 &= 0 \\ \sum F_x &= 0 & B_{3-34} - B_{2-34} \cos 21.8014 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_{2-34} &= 1790 \text{ T} \\ B_{3-34} &= 4474 \text{ C}\end{aligned}$$

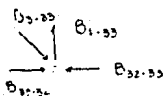
Nudo 3



$$\begin{aligned}\sum F_y' &= 0 & B_{3-33} \sin 27.2757 - B_{2-34} \cos 5.71 + 300 &= 0 \\ \sum F_x' &= 0 & B_{3-4} - B_{2-3} - B_{3-33} \cos 27.2757 - B_{2-34} \sin 5.71 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_{3-33} &= 2773 \text{ C} \\ B_{3-4} &= 7025 \text{ T}\end{aligned}$$

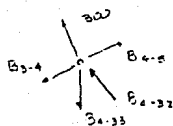
Nudo 33



$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 & B_{32-33} - B_{3-33} \cos 26.5671 &= 0 \\ \sum F_y &= 0 & B_{1-33} - B_{3-33} \sin 26.5671 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_{32-33} &= 6954 \\ B_{1-33} &= 1240 \text{ T}\end{aligned}$$

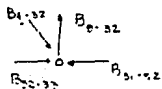
Nudo 4



$$\begin{aligned}\sum F_y' &= 0 & B_{4-5} \sin 30.6744 - B_{4-33} \cos 5.71 + 300 &= 0 \\ \sum F_x' &= 0 & B_{4-5} - B_{4-32} \cos 30.6744 - B_{4-33} \sin 5.71 &= 0 \\ & & - B_{3-4} &= 0\end{aligned}$$

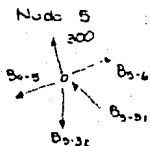
$$\begin{aligned}B_{4-32} &= 1564 \text{ C} \\ B_{4-5} &= 6413 \text{ T}\end{aligned}$$

Nudo 32



$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 & B_{1-32} - B_{2-32} \sin 30.9638 &= 0 \\ \sum F_x &= 0 & B_{31-32} - B_{2-32} \cos 30.9638 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_{1-32} &= 805 \text{ T} \\ B_{31-32} &= 8295 \text{ C}\end{aligned}$$



$$\sum F_y = 0$$

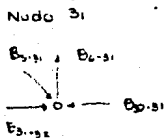
$$\sum F_x = 0$$

$$B_{5-31} \text{ Sen } 40.7026 - B_{5-32} \text{ Cos } 5.71 + 300 = 0$$

$$B_{5-6} - B_{5-31} \text{ Cos } 40.7026 - B_{5-32} \text{ Sen } 5.71 - B_{4-5} = 0$$

$$B_{5-31} = 768 \text{ C}$$

$$B_{5-6} = 9095 \text{ T}$$



$$\sum F_y = 0$$

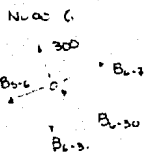
$$\sum F_x = 0$$

$$B_{6-31} - B_{5-31} \text{ Sen } 34.982 = 0$$

$$B_{30-31} - B_{5-32} - B_{5-31} \text{ Cos } 34.982 = 0$$

$$B_{6-31} = 440 \text{ T}$$

$$B_{30-31} = 8925 \text{ C}$$



$$\sum F_y = 0$$

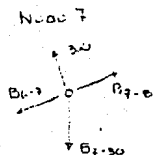
$$\sum F_x = 0$$

$$B_{6-30} \text{ Sen } 44.3704 - B_{6-31} \text{ Cos } 5.71 - 300 = 0$$

$$B_{6-7} - B_{6-30} \text{ Cos } 44.3704 - B_{6-31} \text{ Sen } 5.71 - B_{5-6} = 0$$

$$B_{6-30} = 198 \text{ C}$$

$$B_{6-7} = 9,260 \text{ T}$$



$$\sum F_y = 0$$

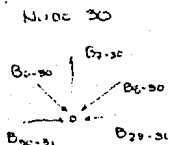
$$\sum F_x = 0$$

$$B_{7-30} \text{ Cos } 5.71 - 300 = 0$$

$$B_{7-8} - B_{6-7} - B_{7-30} \text{ Sen } 5.71 = 0$$

$$B_{7-30} = 302 \text{ T}$$

$$B_{7-8} = 9290 \text{ T}$$



$$\sum F_y = 0$$

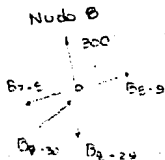
$$\sum F_x = 0$$

$$B_{6-30} \text{ Sen } 45 + B_{7-30} \text{ Sen } 38.6598 - B_{7-30} = 0$$

$$B_{29-30} + B_{6-30} \text{ Cos } 45 - B_{6-31} \text{ Cos } 38.6598 - B_{30-31} = 0$$

$$B_{6-30} = 282 \text{ C}$$

$$B_{29-30} = 8900$$



$$\sum F_y = 0$$

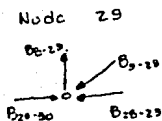
$$\sum F_x = 0$$

$$B_{8-29} \text{ Cos } 5.7106 - B_{8-9} \text{ Sen } 29.2894 - 300 = 0$$

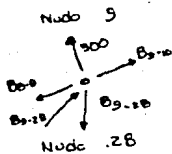
$$B_{8-9} - B_{8-29} \text{ Sen } 5.7106 + B_{8-9} \text{ Cos } 29.2894 - B_{7-8} = 0$$

$$B_{8-29} = 462 \text{ T}$$

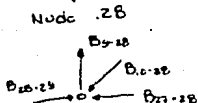
$$B_{8-9} = 9141 \text{ T}$$



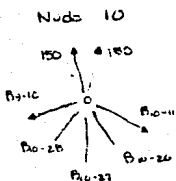
$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 & \quad B_{29-29} \text{ Sen } 47.7263 - B_{28-29} = 0 \\ \sum F_x = 0 & \quad B_{28-29} - B_{28-20} + B_{29-20} \text{ Cos } 47.4263 = 0 \\ B_{29-29} & = 624 \text{ C} \\ B_{28-29} & = 8479 \text{ C} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 & \quad B_{9-28} \text{ Cos } 5.71 - B_{9-29} \text{ Sen } 42.057 - 300 = 0 \\ \sum F_x = 0 & \quad B_{9-10} - B_{9-28} \text{ Sen } 5.71 + B_{9-29} \text{ Cos } 42.0157 \\ & \quad - B_{9-8} = 0 \\ B_{9-28} & = 721 \text{ T} \\ B_{9-10} & = 8749 \text{ T} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 & \quad B_{10-28} \text{ Sen } 50.1944 - B_{28-29} = 0 \\ \sum F_x = 0 & \quad B_{27-28} - B_{28-29} + B_{10-28} \text{ Cos } 50.1944 = 0 \\ B_{10-28} & = 939 \text{ C} \\ B_{27-28} & = 7878 \text{ C} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad (B_{10-11} - B_{9-10}) \text{ Cos } 5.71 + (B_{10-26} - B_{10-28}) \\ & \quad \text{Cos } 50.1944 = 0 \\ \sum F_y = 0 & \quad 2(150)(\text{Cos } 5.71) + (B_{10-26} + B_{10-28}) \\ & \quad \text{Sen } 50.1944 - (B_{9-10} + B_{10-11}) \text{ Sen } 5.71 \end{aligned}$$

Por ser simétrico el otro lado es igual

Para el análisis de las armaduras se hizo, solucionando la misma, considerando cada tipo de carga en forma particular e independiente, es por ello que se aplica a la armadura la carga muerta, la carga viva, la carga de viento lateral y la carga de viento frontal en forma separada una de la otra. Pero es obvio que la mayor de cargas puede presentarse por la combinación de cualquiera, aunque no se haya hecho el análisis del conjunto de cargas aplicadas.

Existen en el caso que nos atañe tres combinaciones de carga que es posible que se presentan simultáneamente (ya se habían mencionado con anterioridad):

Carga Muerta + Carga Viva

Carga Muerta + Carga de Viento Lateral

Carga Muerta + Carga de Viento Frontal

Para ello nos valemos del principio de superposición.

* El Principio de Superposición - puede enunciarse como sigue:

Si los desplazamiento de , y esfuerzos en , todos los puntos de una estructura son proporcionales a la carga que los causan, entonces los desplazamiento y los esfuerzos totales restantes de la aplicación de varias cargas serán la

suma de los desplazamientos y esfuerzos causados por estas cargas, cuando se aplican separadamente.

En otras palabras, si se aplica el principio de superposición, debe existir una relación lineal o debe suponerse que existe, entre las cargas, esfuerzos y deflexiones (deformaciones).

Las cargas pueden ser fuerzas, pares o ambas.

* Análisis de Estructuras, Stere Kinney J., pág. 73 y 74.

Miembro	Carg. Muerte	Carg. Viva	Viento Lateral	Viento Frontal	Carg. Muerte + Viento Lateral	Carg. Muerte + Viento Frontal	33 Carga Muerte + Carg. Viva
B ₁₋₃	8480	10175	-3165	-4512	5315	5968	18675
B ₁₋₄	12191	15825	-4946	-7025	8242	6156	29019
B ₁₋₅	15670	18900	-5930	-8412	9740	7257	34920
B ₁₋₆	16920	20352	-6414	-9075	10546	7883	37312
B ₁₋₇	17274	20780	-6567	-9260	10707	8014	38004
E ₁₋₈	17274	20780	-6567	-9260	10686	8014	38004
E ₁₋₉	16920	20352	-6567	-941	10703	7820	37312
E ₁₋₁₀	15920	19427	-6259	-8749	9831	7441	35677
E ₁₋₁₁	14180	15423	-6290	-8749	9807	7421	35411
E ₁₋₁₂	12801	20122	-6855	-54	10026	7927	37711
E ₁₋₁₃	12274	20780	-7247	-8260	10027	8014	38004
E ₁₋₁₄	17274	20780	-7217	-8260	10057	8014	38004
E ₁₋₁₅	8907	10011	-3051	-2021	5876	5876	15771
E ₁₋₁₆	10670	15770	-4551	-5412	8725	7257	24470
E ₁₋₁₇	8421	10011	-6011	-4021	7150	6156	24077
E ₁₋₁₈	8425	10011	-4021	-4021	4729	7257	15077
E ₁₋₁₉	0	0	-70	0	-70	0	0
E ₁₋₂₀	-5254	-15125	5025	-4254	-5740	-2354	-18415
E ₁₋₂₁	-5254	-15125	5025	-6254	-6700	-6701	-28815
E ₁₋₂₂	-15470	-18900	5930	8295	-9851	-7375	-34472
E ₁₋₂₃	-16814	-20352	6414	8925	-10634	-7951	-37125
E ₁₋₂₄	-16814	-20352	6221	8420	-10602	-7575	-37125
E ₁₋₂₅	-16105	-18900	6701	8479	-10102	-7629	-35435
E ₁₋₂₆	-15000	-18900	5025	7875	-9285	-7122	-33010
E ₁₋₂₇	-15000	-18900	562	7875	-9285	-7122	-33000
E ₁₋₂₈	-1418	-15125	6221	8475	-9276	-7629	-38435
E ₁₋₂₉	-16814	-20352	6426	8501	-10235	-7975	-37125
E ₁₋₃₀	-1418	-15125	712	8520	-9756	-7950	-37125
E ₁₋₃₁	-15470	-18900	6812	8250	-8857	-7375	-34472
E ₁₋₃₂	-15125	-18900	5907	6904	-7215	-6121	-35925
E ₁₋₃₃	-5254	-10125	4025	-4254	-4402	-3026	-15565
E ₁₋₃₄	0	0	0	0	0	0	0

(kg) (kg) (kg) (kg) (kg) (kg) (kg)

Miembro	Carga Muerto	Carga Vivo	Viento Lateral	Viento Frontal	Carga Muerto + Viento Lateral	Carga Muerto + Viento Frontal	Carga Muerto + Carga Vivo
E-2	4500	5400	-1672	-2355	2828	2112	9900
E-3-2	3320	4060	-1256	-1790	2115	1585	7425
E-4-2	2344	2812	-876	-1240	1468	1102	5156
E-5-2	1527	1831	-575	-805	952	722	3358
E-6-2	844	1012	-324	-440	520	404	1856
E-7-2	562	675	-205	-302	358	261	1238
E-8-2	343	412	-135	-182	246	181	855
E-9-2	205	255	-85	-121	156	106	524
E-10-2	0	0	0	0	0	0	0
E-11-2	1225	155	-624	-721	705	608	2924
E-12-2	842	102	-554	-462	255	381	1662
E-13-2	562	675	-302	-302	261	261	1238
E-14-2	343	412	-182	-240	156	181	855
E-15-2	205	255	-121	-155	95	125	524
E-16-2	1225	155	-624	-721	705	608	2924
E-17-2	842	102	-554	-462	255	381	1662
E-18-2	562	675	-302	-302	261	261	1238
E-19-2	343	412	-182	-240	156	181	855
E-20-2	205	255	-121	-155	95	125	524
E-21-2	-5258	-6505	3351	439	-5707	-4263	-11223
E-22-2	-5241	-6289	1305	1733	-3205	-2465	-11230
E-23-2	-4265	-3200	118	154	-500	-1404	-6528
E-24-2	-147	-165	504	708	-907	-703	-3236
E-25-2	-400	-480	169	156	-231	-202	-880
E-26-2	-442	-525	141	252	-301	-190	-971
E-27-2	-1123	-1365	336	624	-741	-515	-2506
E-28-2	-1730	-2075	615	925	-1115	-791	-3805
E-29-2	-1730	-2075	615	925	-1115	-791	-3805
E-30-2	-35	-1305	749	624	-390	-515	-2805
E-31-2	-245	-305	520	252	98	-190	-921
E-32-2	-200	-250	-124	196	-274	-202	-870
E-33-2	-145	-1765	370	769	-1101	-703	-3236
E-34-2	-2815	-3460	1352	264	-1911	-1404	-6525
E-35-2	-2241	-2755	2082	1733	-3165	-2465	-11230
E-36-2	-2255	-2765	1724	163	-4263	-4263	-11230

CAPITULO III .

Para encontrar el desplazamiento más grande (mayor deflexión), sufrido por la armadura, se emplea uno de los métodos de Energía de Análisis Estructural y este fue el de Carga Unitaria.

$$\delta = \frac{1}{EI} (Fu \cdot \frac{L^3}{8})$$

Para nuestro caso, se tomó la combinación más desfavorable, carga muerta más carga viva y el nudo donde se presenta el momento máximo y la mayor deflexión que es en el centro.

* Tomado de los Apuntes de Análisis Estructural I, por el Ing. Sebastián Recerra L.
 Ratificado del Texto Análisis Estructural de Fred W. Beaufait 7.4 Deflexión de Armaduras, pág. 217.



$$\begin{aligned} \sum M_A = 0 & \therefore R_B = \frac{1}{2} P \\ \sum F_y = 0 & \therefore R_{Ay} = \frac{1}{2} P \\ \sum F_x = 0 & R_{Ax} = 0 \end{aligned}$$

Node 1

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & B_{1-2} = 0 \\ \sum F_y = 0 & B_{1-3} = 0.5 P \end{aligned}$$

Node 2

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & B_{2-1} \cos 21.8^\circ - B_{2-3} \cos 21.8^\circ = 0 \\ \sum F_y = 0 & B_{2-1} \sin 21.8^\circ + B_{2-3} \sin 21.8^\circ - B_{2-4} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{2-1} &= 1.0050 P \\ B_{2-3} &= 1.0070 P \end{aligned}$$

Node 3a

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & B_{3-2} \cos 21.8^\circ - B_{3-4} = 0 \\ \sum F_y = 0 & B_{3-2} \sin 21.8^\circ - B_{3-3} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{3-2} &= 1.0000 P \\ B_{3-4} &= 0.4000 P \end{aligned}$$

Node 3b

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & B_{3-1} \cos 5.71^\circ - B_{3-2} \cos 26.57^\circ - B_{3-4} \cos 5.71^\circ = 0 \\ \sum F_y = 0 & B_{3-1} \sin 5.71^\circ + B_{3-2} \sin 26.57^\circ - B_{3-4} \sin 5.71^\circ = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_{3-1} &= 1.6750 P \\ B_{3-2} &= 0.7454 P \end{aligned}$$

Node 4

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & B_{4-2} - B_{4-1} - B_{4-3} \cos 26.57^\circ = 0 \\ \sum F_y = 0 & B_{4-2} - B_{4-3} \sin 26.57^\circ = 0 \end{aligned}$$

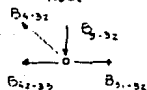
$$\begin{aligned} B_{4-2} &= 1.4667 P \\ B_{4-3} &= 0.7333 P \end{aligned}$$

Node 4



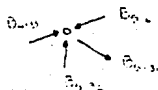
$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad B_{4-5} \cos 5.71^\circ - B_{4-32} \cos 30.96^\circ - B_{4-35} \cos 5.71^\circ \\ \sum F_y = 0 & \quad B_{4-5} \sin 5.71^\circ + B_{4-32} \sin 30.96^\circ - B_{4-35} \\ & \quad - B_{4-35} \sin 5.71^\circ = 0 \\ B_{4-5} & = 2.1835 \text{ P} \\ B_{4-32} & = 0.5855 \text{ P} \end{aligned}$$

Node 32



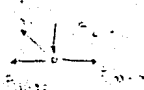
$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad B_{32-31} - B_{4-32} \cos 30.96^\circ - B_{32-35} = 0 \\ \sum F_y = 0 & \quad B_{5-32} - B_{4-32} \sin 30.96^\circ = 0 \\ B_{32-31} & = 2.1429 \text{ P} \\ B_{5-32} & = 0.2857 \text{ P} \end{aligned}$$

Node 5



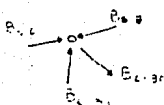
$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad B_{5-6} \cos 5.71^\circ - B_{5-31} \cos 34.99^\circ - B_{5-35} \cos 5.71^\circ \\ \sum F_y = 0 & \quad B_{5-6} \sin 5.71^\circ + B_{5-31} \sin 34.99^\circ - B_{5-32} \\ & \quad - B_{5-35} \sin 5.71^\circ = 0 \\ E_{5-6} & = 2.5124 \text{ P} \\ E_{5-31} & = 0.4359 \text{ P} \end{aligned}$$

Node 31



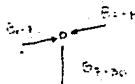
$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad B_{31-32} - B_{5-31} \cos 34.99^\circ = 0 \\ \sum F_y = 0 & \quad B_{6-31} - B_{5-31} \sin 34.99^\circ = 0 \\ B_{31-32} & = 2.5000 \text{ P} \\ E_{6-31} & = 0.2500 \text{ P} \end{aligned}$$

Node 6



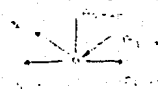
$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad B_{6-7} \cos 5.71^\circ - E_{6-30} \cos 35.66^\circ - B_{6-35} \cos 5.71^\circ \\ \sum F_y = 0 & \quad B_{6-7} \sin 5.71^\circ + E_{6-30} \sin 35.66^\circ - B_{6-31} \\ & \quad - B_{6-35} \sin 5.71^\circ = 0 \\ B_{6-7} & = 2.7916 \text{ P} \\ B_{6-30} & = 0.3557 \text{ P} \end{aligned}$$

Node 7



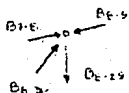
$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad E_{7-6} - E_{6-7} = 0 \\ \sum F_y = 0 & \quad B_{7-30} = 0 \\ B_{7-6} & = 2.7916 \text{ P} \\ B_{7-30} & = 0 \end{aligned}$$

Node 30



$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 & \quad E_{6-30} \sin 45^\circ - B_{6-30} \sin 35.66^\circ = 0 \\ \sum F_y = 0 & \quad B_{30-35} - E_{6-30} \cos 45^\circ - B_{6-30} \cos 35.66^\circ \\ & \quad - B_{30-31} = 0 \\ E_{6-30} & = 0.3142 \text{ P} \\ E_{6-30} & = 3.000 \text{ P} \end{aligned}$$

Nodo E



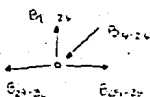
$$\sum F_x = 0 \quad B_{E-9} \cos 5.71^\circ - B_{E-9} \cos 5.71^\circ - B_{E-29} \cos 45^\circ = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{E-29} + B_{E-9} \sin 5.71^\circ - B_{E-9} \sin 45^\circ - B_{E-9} \sin 5.71^\circ = 0$$

$$B_{E-9} = 3.0150 \text{ P}$$

$$B_{E-29} = 0.2000 \text{ P}$$

Nodo 25



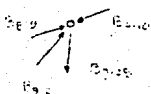
$$\sum F_y = 0 \quad B_{25-29} \sin 47.7263^\circ - B_{25-29} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{25-29} - B_{25-29} \cos 47.7263^\circ - B_{25-30} = 0$$

$$B_{25-29} = 0.2704 \text{ P}$$

$$B_{25-30} = 3.1819 \text{ P}$$

Nodo 7



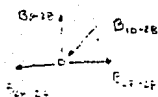
$$\sum F_x = 0 \quad B_{7-29} \cos 5.71^\circ - B_{7-9} \cos 5.71^\circ - E_{7-29} \cos 47.72^\circ$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{7-29} + B_{7-10} \sin 5.71^\circ - B_{7-9} \sin 5.71^\circ - B_{7-29} \sin 47.72^\circ = 0$$

$$B_{7-10} = 3.1978 \text{ P}$$

$$B_{7-29} = 0.1819 \text{ P}$$

Nodo 28



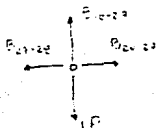
$$\sum F_y = 0 \quad E_{28-29} \sin 50.1944^\circ - B_{28-29} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{28-29} - E_{28-29} \cos 50.1944^\circ - B_{28-26} = 0$$

$$E_{28-29} = 0.2368 \text{ P}$$

$$B_{28-26} = 3.333 \text{ P}$$

Nodo 27



$$\sum F_x = 0 \quad E_{27-29} - B_{27-26} = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad B_{10-27} - 1 \text{ P} = 0$$

$$B_{26-27} = 3.333 \text{ P}$$

$$E_{10-27} = 1.000 \text{ P}$$

Nodo 10



$$\sum F_y = 0 \quad E_{10-29} - (B_{10-26} + B_{10-29}) \sin 50.1944^\circ - (B_{2-10} + B_{10-11}) \sin 5.71^\circ = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad B_{10-11} = 3.1978 \text{ P}$$

$$B_{10-26} = 2.0368 \text{ P}$$

Los miembros de la cuerda superior serán diseñados con el más cargado de ellos. Y que son las barras B_{6-7} , B_{7-8} , B_{12-13} y B_{13-14} , ya que todas las restantes tienen cargas menores.

$$P = 38,004 \text{ kg.}$$

$$L = 1,8844 \text{ mts. } 188.44 \text{ cms.}$$

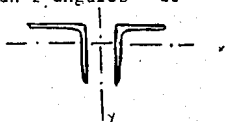
$$1 \text{ K} = 1.00$$

$$E = 2.039 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2.$$

$$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2.$$

$$C_c = \frac{2 \sqrt{E}}{F_y} = \frac{2(3.1416)^2 (2.039 \times 10^6)}{2530} = 126.12$$

La primera proposición serán 2 ángulos de
76.2 x 76.2 x 6.3 mm.



$$\text{Area Total} = 18.58 \text{ cm}^2$$

$$\text{Radio Giro } x-x = 2.36 \text{ cm.}$$

$$\text{Radio Giro } y-y = 3.16 \text{ cm.}$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{(1.00)(188.44)}{2.36} = 79.8475$$

Debido a que los miembros de la cuerda superior ó inferior tienen cierta variación en las cargas axiales que reciben, podrían diseñarse cada miembro en forma separada, pero considerando que esa variación no es muy notable en la mayor parte de ellas (de 34,000 a 38,000 kg), esos miembros no tendrían gran diferencia en el diseño, lo que si ocurriría en el caso de los miembros de los extremos (B_{2-3} y B_{17-18}), pero como serían practicamente los únicos casos, y tomando en cuenta la apariencia, tanto cuerda inferior como cuerda superior, serán constituidas de un solo perfil.

$$\frac{KL}{r} < Cc$$

$$F_a = \frac{1 - \frac{((KL/r)^2)}{2Cc^2}}{\frac{5}{3} + \frac{3KL/r}{8Cc} - \frac{(KL/r)^3}{8Cc^3}} \quad F_y = \frac{1 - \frac{(79.8475)^2}{2(126.12)^2}}{\frac{5}{3} + \frac{3(79.8475)}{8(126.12)} - \frac{(79.8475)^3}{8(126.12)^2}} \quad (2530)$$

$$F_a = 1060.5 \text{ kg/cm}^2 \quad f_a = \frac{36004}{16.58} = 2045.5 \text{ kg/cm}^2$$

$f_a > F_a \quad \therefore \text{ No sirve.}$

Ahora con 2 ángulos \overline{L} de 101.6 x 7.9 mm.

$$A_T = 30.96 \text{ cm}^2 \quad \frac{KL}{r} = \frac{(1.00)(188.44)}{3.15} = 59.822 \quad 60$$

$$r_{x-x} = 3.15$$

$$r_{y-y} = 4.26$$

$$\therefore F_a = 1227.8 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{36.004}{30.96} = 1227.5$$

\therefore Se adopta la sección.

1- Se supone que esta doblemente arcitulado, en cuyo caso

$K=1.$

Al igual que los elementos de la cuerda superior, los elementos de la cuerda inferior serán diseñados en base al elemento que soporte la carga axial más desfavorable, es decir, la mayor y son las barras B_{23-24} , B_{24-25} , B_{29-30} y B_{30-31} , con 37129 kg.

$$P = 37.125 \text{ kg.}$$

Proponemos una sección de 2 ángulos.

$$101.6 \times 101.6 \times 6.3 \text{ mm.}$$

con un área total = 25.04 cm²

$$f_a = \frac{37.125}{25.04} = 1483 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo admisible a la tensión es

$$F_a = 0.6 F_y = 0.6 (2530) = 1518$$

∴ la adoptamos la sección.

♦ AISC Secc. 1.5.1.1. Tensión 0.6 F_y

Ahora para los llamados postes o montantes, tenemos -- nuevamente elementos sujetos a cargas de compresión, pero con longitudes variables, por lo que se tendrá que diseñar para todos ellos.

Para la barra B_{1-2} y B_{18-19} tenemos:

$$P = 9900 \text{ kg.} \quad \text{y} \quad L = 75 \text{ cm.}$$

Proponemos una sección 2 ángulos \square 38.1 x 38.1 x 6.3mm.

$$A_T = 8.80 \text{ cm}^2$$

$$r_x = r_y = 3.16 \text{ cm.}$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1(75)}{1.36} = 55.3$$

$$F_a = 1254$$

$$f_a = \frac{9900}{8.8} = 1125$$

$$\frac{f_a}{F_a} = 0.90$$

Para L = 93.75 cm.	KL/r = 66.9	F _a = 1165 kg/cm ²
Para L = 112.50 cm.	KL/r = 82.7	F _a = 1058 "
Para L = 131.25 cm.	KL/r = 96.5	F _a = 941 "
Para L = 150.00 cm.	KL/r = 110.3	F _a = 813 "
Para L = 168.75 cm.	KL/r = 123.9	F _a = 681 "
Para L = 187.50 cm.	KL/r = 137.9	F _a = 551 "
Para L = 206.25 cm.	KL/r = 151.7	F _a = 454 "

$$f_a = \frac{2924}{12.12} = 241$$

Para las diagonales se harán 2 diseños debido (h) a que hay mucha variación entre la carga que soportan:

Para las barras (diagonales)

$$B_{2-34}, B_{3-33}, B_{4-32}$$

$$B_{16-22}, B_{17-21}, B_{18-20}$$

$$P = 19993 \text{ kg de tensión.}$$

con dos ángulos $\overline{\Gamma}$ 50.8 x 50.8 x 7.9

$$A_T = 14.64 \text{ cm}^2.$$

$$f_a = \frac{19993}{14.84} = 1347 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_a = 1518$$

Para las barras restantes (Diagonales).

$$P = 3805 \text{ kg. de tensión.}$$

$$\text{y } P = 98 \text{ kg. de compresión.}$$

con 2 ángulos $\overline{\Gamma}$ 38.1 x 38.1 x 3.2

$$A_T = 4.68 \text{ cm}^2.$$

$$f_a = \frac{3805}{6} = 613 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_a = 1518$$

$$r_x = r_y = 1.44 \text{ cm.}$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1(265)}{1.44} = 184.14$$

$$F_a = 306 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{98}{4.68} = 20 \quad \therefore \text{ Se puede adoptar.}$$

Aunque está un poco sobrado.

Columna 1

Barra No.

Columna 2

Carga aplicada a la barra, debido a carga muerta más carga viva en kg.

Columna 3

Carga aplicada a la barra debido a carga unitaria P sin unidad.

Columna 4

Longitud de cada barra expresado en cms.

Columna 5

Area de la sección transversal de cada elemento expresado en cm^2 .

Columna 6

Producto de las columnas 2, 3, 4 y dividido entre columnas
5 en kg/cm.

$$A_{\max} = \frac{P \cdot Pu \cdot L}{AE}$$

$$A_{\max} = \frac{17'777,844 \text{ kg/cm}}{2'039,000 \text{ kg/cm}} = 8.71 \text{ cm.}$$

$$* \frac{L}{360} = \frac{3000}{360} = 8.33$$

$$\frac{A_{\text{act}}}{A_{\text{adm}}} = 1.04 \quad 1 \quad \therefore \text{ se aceptan las secciones, por de flexiones máximas.}$$

** Según especificaciones Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, cuando los claros sean mayores de 25 mt. deberán fabricarse con una contraflecha equivalente a la de formación producida por la carga muerta; esta a su vez, tomado de A.I.S.C.

Además, considerando efectos del principio de superposición.

$$\text{Carga Muerta} = 300 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga Vida} = \underline{360 \text{ kg/m}}$$

$$660 \text{ kg/m}$$

** Según especificaciones I.M.C.A., sección 1.19.1 Contra flecha en Armaduras.

.. Carga Muerta 45.45%

Carga Viva 54.55%

.. Contraflecha = $0.4545 * 8.71 = 3.96$ cm.

$A_{act} = 8.71 - 3.96 = 4.75$ cm.

$A_{act} < 8.33$ cm.

* Según el Manual A.I.S.C., la Deflexión Permisible es $\frac{L}{360}$
Sección 1.13.1 Deflexions Griders.

Borro	Carga Muerto + Carga Vivo	Carga Unitaria	Longitud Elemento	Area de Sect. Tramo	Producto
B ₁₋₂	5900	0.2	75	8.80	42188
B _{2-3a}	7425	0.4	93.75	8.80	31641
B _{3-3b}	5120	0.2223	112.80	8.80	21969
B _{4-3c}	3358	0.2223	131.25	8.80	14309
B _{5-3d}	1826	0.25	150	8.8	7909
E _{1-3e}	1234	0	165.75	8.8	0
E _{2-3f}	1825	-0.2	87.50	8.8	-7906
E _{3-3g}	2824	-0.1819	206.25	8.8	-12466
E _{4-3h}	0	-1.000	225	8.8	0
E _{1-2i}	2524	-0.1819	206.25	8.8	-12466
E _{2-2j}	1825	-0.2	187.50	8.8	-7906
E _{3-2k}	1234	0	165.75	8.8	0
E _{4-2l}	1825	0.25	150	8.8	7909
E _{5-2m}	3358	0.2223	131.25	8.8	14309
E _{6-2n}	5120	0.2223	112.80	8.8	21969
B _{1-2o}	7425	0.4	93.75	8.8	31641
B _{2-2p}	5900	0.2	75	8.8	42188
B _{3-2q}	19995	-1.0220	201.94	14.84	283210
B _{4-2r}	-11820	-0.2223	208.62	14.84	121405
B _{5-2s}	-6628	-0.5552	216.66	4.64	53413
E _{1-2t}	-3236	-0.4229	225.87	4.65	68982
E _{2-2u}	-880	-0.2223	240.12	4.65	16060
E _{3-2v}	-921	0.2142	265.17	4.65	-17256
E _{4-2w}	-2506	0.2204	275.74	4.65	-40359
E _{5-2x}	-3505	0.2368	292.88	4.65	-56287
E _{6-2y}	-3525	0.2345	262.88	4.65	-56287
E _{7-2z}	-2006	0.2104	238.74	4.65	-40355
B _{1-2aa}	-921	0.2142	265.17	4.65	-17256
B _{2-2ab}	-880	-0.2223	240.12	4.65	16060
E _{1-2ac}	-3236	-0.4229	225.87	4.65	68982
E _{2-2ad}	-880	-0.2223	240.12	4.65	16060
E _{3-2ae}	-921	0.2142	265.17	4.65	-17256
E _{4-2af}	-2506	0.2204	275.74	4.65	-40359
E _{5-2ag}	-3505	0.2368	292.88	4.65	-56287
E _{6-2ah}	-3525	0.2345	262.88	4.65	-56287
E _{7-2ai}	-2006	0.2104	238.74	4.65	-40355
B _{1-2aj}	-921	0.2142	265.17	4.65	-17256
B _{2-2ak}	-880	-0.2223	240.12	4.65	16060
E _{1-2al}	-3236	-0.4229	225.87	4.65	68982
E _{2-2am}	-880	-0.2223	240.12	4.65	16060
E _{3-2an}	-921	0.2142	265.17	4.65	-17256
E _{4-2ao}	-2506	0.2204	275.74	4.65	-40359
E _{5-2ap}	-3505	0.2368	292.88	4.65	-56287
E _{6-2aq}	-3525	0.2345	262.88	4.65	-56287
E _{7-2ar}	-2006	0.2104	238.74	4.65	-40355
B _{1-2as}	-921	0.2142	265.17	4.65	-17256
B _{2-2at}	-880	-0.2223	240.12	4.65	16060
E _{1-2au}	-3236	-0.4229	225.87	4.65	68982
E _{2-2av}	-880	-0.2223	240.12	4.65	16060
E _{3-2aw}	-921	0.2142	265.17	4.65	-17256
E _{4-2ax}	-2506	0.2204	275.74	4.65	-40359
E _{5-2ay}	-3505	0.2368	292.88	4.65	-56287
E _{6-2az}	-3525	0.2345	262.88	4.65	-56287
E _{7-2ba}	-2006	0.2104	238.74	4.65	-40355

(kg)

-

(cm)

(cm²)

(kg/cm)

Barra	Longo Metrado + Longo V. 30	Longo Unitario	Longitud Elemento	Area de Corte Trans	Proposito
E ₁₋₃	18655	1.0050	185.44	30.96	1:4110
B ₂₋₄	29019	1.6750	185.44	30.96	295661
E ₁₋₅	34570	2.1455	185.44	30.96	45312
B ₂₋₆	37312	2.3124	185.44	30.96	520556
B ₁₋₈	38204	2.2916	185.44	30.96	645719
B ₁₋₉	38204	2.2916	185.44	30.96	645719
E ₁₋₉	27312	3.0150	185.44	30.96	684695
E ₁₋₁₀	35617	3.1978	185.44	30.96	695216
E ₁₋₁₁	35617	3.1978	185.44	30.96	695216
E ₁₋₁₂	37312	3.0150	185.44	30.96	684695
E ₁₋₁₃	38204	2.2916	185.44	30.96	645719
E ₁₋₁₄	38204	2.2916	185.44	30.96	645719
B ₁₋₁₅	37312	2.5124	185.44	30.96	570556
B ₂₋₁₆	34570	2.1455	185.44	30.96	45312
B ₂₋₁₇	29019	1.6750	185.44	30.96	295661
E ₁₋₁₈	18655	1.0050	185.44	30.96	114110
E ₁₋₁₉	0	0	185.5	25.04	0
B ₂₋₂₀	-15563	-1.0	185.5	25.04	139000
B ₂₋₂₁	-25825	-1.6667	185.5	25.04	367347
B ₂₋₂₂	-34425	-2.1429	185.5	25.04	555140
B ₂₋₂₃	-37325	-2.5	185.5	25.04	694951
B ₂₋₂₄	-37325	-2.5	185.5	25.04	694951
B ₂₋₂₅	-35425	-3.1619	185.5	25.04	844350
B ₂₋₂₆	-33000	-3.3333	185.5	25.04	823674
B ₂₋₂₇	-33000	-3.3333	185.5	25.04	823674
B ₂₋₂₈	-35425	-3.1619	185.5	25.04	844350
B ₂₋₂₉	-25125	-2.0	185.5	25.04	633378
B ₂₋₃₀	-25125	-2.5	185.5	25.04	694951
E ₂₋₃₁	-34425	-2.1429	185.5	25.04	555140
E ₂₋₃₂	-25825	-1.6667	185.5	25.04	367347
B ₂₋₃₃	-18563	-1.0	185.5	25.04	139000
B ₂₋₃₄	0	0	185.5	25.04	0

(kg)

-

(cm)

(cm²)

(kg/cm)

Σ = 17'777,844

CAPITULO IV .

El Análisis de la Armadura y los Polines fue hecho en el capítulo anterior, pues fue necesario conocer las deflexiones en estos elementos, de allí que se haya el hecho el análisis con anterioridad y tomándose éste como terminado.

Análisis de los Puntales y los contrvientos.

Análisis de contraflambeos.

Análisis de Columnas de Viento o contra el viento.

Análisis de Polines para los muros.

ANALISIS DE LAS COLUMNAS .

Para las Columnas tenemos los tres casos para el análisis:

a) La Carga Muerta más la Carga Viva :

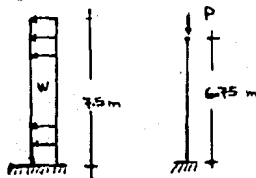
Nos dará una carga axial de compresión de

$$P = 9900 \text{ kg} + 1305 \text{ kg} = 11,205 \text{ kg.}$$

y un momento provocado por esa carga con una excentricidad igual al peralte entre 2, pues suponemos que esa carga puede apoyarse en el extremo de la columna, cuando ésta se flexe, por lo que el momento será:

$$M = 9900 * d/2 + 1305 \text{ kg.} * d/2$$

b) La Carga Muerta más el Viento lateral :



Tendrá una carga axial de compresión.

$$P = 2828 + 1305 = 4133 \text{ kg.}$$

y un momento M de:

$$W = 0.0048 G C V_D^2 = 0.0048 (0.8636)(0.75)(80)^2 =$$

$$W = 19.90 \text{ kg/m}^2$$

$$W \cdot 19.90 \cdot 6 \text{ m} = 119.4 \text{ kg. m.}$$

$$M_1 = 119.4 \cdot 7.5 \cdot 3.75 = 3358$$

$$M_2 = P \cdot d/2$$

$$\therefore M_T = 3358 \text{ kg.m.} - 4133 \cdot d/2$$

c) Para la Carga Muerta más Viento frontal.

Tendremos momentos en dos planos: el frontal, debido al viento normal al frente y parte posterior de la estructura y el lateral, debido a la sección del viento en las paredes laterales.

Carga de compresión para ambos casos

$$P = 2112 + 1305 = 3417 \text{ kg.}$$

Momento en el sentido débil



$$W_1 = 0.0048 G C V_D^2$$

$$W_1 = 0.0048(0.8036)$$

$$(175)(80)$$

$$W_1 = 46.43 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 46.43 \cdot 3.75$$

$$W = 46.43 * 3.75 = 174.71 \text{ 175 kg.m.}$$

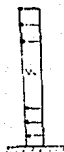
$$W_0 = 46.43 * 3.75 * 0.375/2 = 32.6461$$

$$\phi_1 = 0.375/3 = 0.125$$

$$\therefore M = 32.64 * 0.125 + 175 * 7.5 * 3.75$$

$$M = 926 \text{ kg.m.}$$

Momento en el sentido fuerte:



$$W_1 = 0.0048 G C V_D^2$$

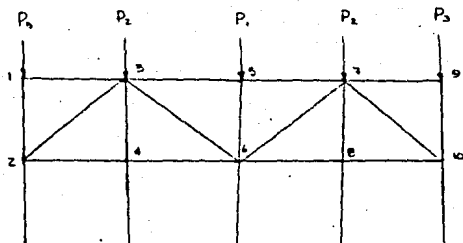
$$W_1 = 0.0048(0.8636)(1.00)(80)^2$$

$$W_1 = 26.53 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 26.53 * 6 = 159 \text{ 160 kg/m}$$

$$M_1 = 160 * 7.5 * 3.75 = 4500 \text{ kg.m.}$$

$$M = 4500 + 3417 * d/2.$$



Para el diseño de Contrafuertes y Puntales sometidos a cargas de Compresión debidas al viento frontal y cuyo caso más desfavorable sera con

$$C = 1.75$$

$$\therefore P = 0.0046 (0.9636) (1.75) (50) = 46.4271 \text{ kg/m}^2$$

$$P_1 = P + A_{r1} = 46.4271 + \left[7.5 + \frac{8 + 8.625}{2} \right]$$

$$P_1 = 3066.54 \text{ kg}$$

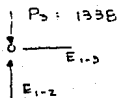
$$P_2 = P + A_{r2} = 46.4271 + \left[7.5 + \frac{6.625 + 5.875}{2} \right]$$

$$P_2 = 2872.66 \text{ kg}$$

$$P_3 = P + A_{r3} = 46.4271 + \left[3.75 + \frac{3.875 + 7.5}{2} \right]$$

$$P_3 = 1338.41 \text{ kg}$$

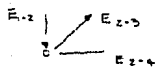
Union 1



$$\therefore \sum F_y = 0$$

$$E_{1-2} = 1338 \text{ C}$$

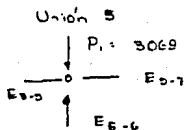
Union 2



$$\therefore \sum F_y = 0$$

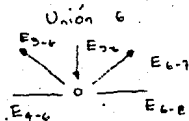
$$E_{2-3} = E_{2-5} / \sin 53.13$$

$$E_{2-3} = 1672.5 \text{ T}$$



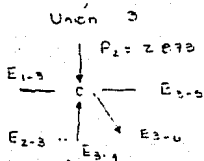
$$\therefore \sum F_y = 0$$

$$\therefore E_{5-6} = 3069 \text{ kg } C$$



Por simetría $E_{6-7} = E_{6-2}$ $\sum F_y = 0$

$$\therefore E_{2-6} = E_{6-7} = \frac{E_{5-6}}{2 \text{ sen } 35.13} = 1916 \text{ kg } T$$



$$\sum F_y = 0$$

$$\therefore E_{3-4} = 2873 + (E_{3-6} - E_{2-3}) \text{ sen } 35.13$$

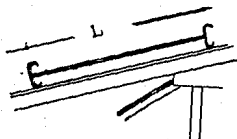
$$E_{3-4} = 5745 \text{ kg } C$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\therefore E_{5-4} = 2873 + E_{3-6} \text{ sen } 35.13$$

$$E_{5-4} = 4407 \text{ kg } C$$

ANALISIS DE CONTRAFLAMBEOS .



$$L = 1.88 \text{ mt.}$$

$$A_T = 1.88 * 3.00 = 5.64 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga Viva} = 60 \text{ kg/m}^2.$$

Carga Muerta

$$\text{Peso de Polines} = 5.67 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Peso de Lámina} 6.00 \text{ kg/m}^2.$$

$$P_{\text{polines}} = \frac{5.67}{1.88} = 3.016 \text{ kg/m}^2.$$

$$P_{\text{total}} = 60 + 3.016 + 6.00 = 69.016 \text{ kg/m}^2 \quad 70 \text{ kg/m}^2$$

$$P = P_{\text{total}} * A_T = 70 * 5.64 = 395 \text{ kg.}$$

$$P_{x1} = P * \text{Sen } 5.71 = 395 \text{ kg} * \text{Sen } 5.71 = 39.5 \text{ kg.}$$

ANALISIS DE COLUMNAS FRONTALES O CONTRA EL VIENTO .

Suponemos como una viga simplemente apoyada y con carga uniformemente repartida, debido al viento frontal.

$$W_1 = 0.0048 G C V_D^2$$

$$W_1 = 0.0048 (0.8636)(1.75)(80)^2$$

$$W_1 = 46.43 \text{ kg/m}^2.$$

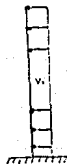
$$A_T = 7.5 * 6$$

$$\therefore W = 46.43 * 7.5 = 348 \quad 350 \text{ kg/m.}$$

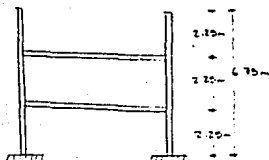
$$L = 6.00 \text{ mt.}$$

$$\therefore M = \frac{350 * 6.75^2}{8} = 1993 \text{ kg. m.}$$

$$M = 199,300 \text{ kg. m.}$$



ANALISIS DE POLINES PARA LOS MUROS .



$$W_1 = 0.0048 G C V_D^2$$

$$A_T = 2.25 * 6.00$$

$$L = 6.00$$

$$W_1 = 0.0048 (0.8636)(1.00)(80)^2$$

$$W_1 = 24.24 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 24.24 * 2.25 = 54.55 \text{ kg/m}$$

$$M = \frac{55 * 6^2}{8} = 247.5 \text{ kg.m}$$

$$M = 24.750 \text{ kg.cm}$$

CAPITULO V .

DISEÑO DE LAS ARMADURAS .

Para poder hacer el análisis de deflexión en las armaduras, se hizo necesario proponer algunas secciones para -- los diferentes elementos; éstos fueron diseñados y serán adaptados ya en el diseño definitivo y estos son:

Dos ángulos en cada caso.

Cuerda Superior	2 \angle 101.6 * 101.6 * 7.9 mm.
Cuerda Inferior	2 \angle 101.6 * 101.6 * 6.3 mm.
Postes o Montantes	2 \square 38.1 * 38.1 * 6.3 mm.
Diagonales Exteriores	2 \angle 50.8 * 50.8 * 7.9 mm.
Diagonales Interiores	2 \angle 38.1 * 38.1 * 3.2 mm.

DISEÑO DE LOS POLINES O LARGUEROS .

Para la polinería de presente el mismo caso que para la armadura, la cual también se hizo un prediseño y el cual se adopta para el diseño final:

Polines o Largueros 8 mt. 14

Para el diseño de las columnas se considerará el caso más desfavorable que es la carga muerta más la carga viva, en la cubierta y la carga muerta en los muros.

$$\text{Carga de la cubierta} = 9900 \text{ kg.}$$

$$\text{Carga de los muros} = 1305 \text{ kg.}$$

$$P = 11,205 \text{ kg.}$$

$$M = P * e$$

$$e = d/2$$

1er. Propuesta IPR 12" x 8" y 74.5 kg/m.

$$A = 9490 \text{ cm}^2.$$

$$I_x = 16.420 \text{ cm}^4.$$

$$I_y = 2.347 \text{ cm}^4.$$

$$r_x = 13.15 \text{ cm.}$$

$$r_y = 4.97 \text{ cm.}$$

$$S_x = 1060 \text{ cm}^3.$$

$K = 2.1$ (valor recomendado para diseño).

$$\frac{KL}{r} = \frac{2.1(675)}{4.97} = 285.21$$

$$C_c = \frac{2}{F_y} E = 126.13$$

$$F_a = \frac{12}{23} \frac{E}{(KL/r)^2}$$

$$F_a = \frac{12}{23} \frac{(2039000)}{(285.21)^2} = 129.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{11,205}{94.90} = 118.07$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{118.07}{129.07} = 0.9148$$

$$\frac{M_1}{M_2} = 1 \quad \therefore C_b = 1.00$$

$$F'e = \frac{10'480,000}{\left[\frac{2.1(675)}{13.15}\right]^2} = 902$$

$$f_b = \frac{11\,205 + 30.9/2}{1060} = 163.3182 \text{ kg/cm}^2.$$

$$I_{ry} = 1170.54$$

$$A_{ry} = 30.84 \quad \therefore r_{ry} = 6.1608$$

$$F_b = \left[1 - \frac{(675/6.16)^2}{2(126)^2 (1)} \right] 1518 = 944 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = \frac{843700}{675(.92)} = 1359 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\therefore \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} > 1 \quad \therefore \text{No se adapta.}$$

Ahora probemos con un perfil IPC 21" * 12"

533 * 305 mm.

$$\begin{aligned}
 d &= 53.3 \text{ cm.} & I_x &= 48703 \text{ cm}^4 & \frac{d}{Af} &= 1.84 \\
 b_f &= 30.5 \text{ cm.} & I_y &= 4485 \text{ cm}^4 \\
 t_w &= 0.79 \text{ cm.} & r_x &= 22.23 \text{ cm.} \\
 t_f &= 0.95 \text{ cm.} & r_y &= 6.75 \text{ cm.} \\
 A &= 98.55 \text{ cm}^2. & S_x &= 1826 \text{ cm}^3. \\
 F_y &= 2530 \text{ kg/cm}^2. & r_b &= 7.92 \text{ cm.}
 \end{aligned}$$

$$\frac{h}{t} = \frac{53.3 - 3(0.95)}{0.79} = 65.05 \quad \frac{984.000}{F_y (F_y + 1160)} = 322$$

$$\frac{bf/2}{t_f} = \frac{(30.5 - .79)/2}{.95} = 15.63 \quad \frac{800}{F_y} = 15.9$$

∴ Se puede fabricar la sección.

$$\frac{KL}{r} = \frac{2.1 (675)}{6.75} = 210$$

$$\therefore F_a = \frac{12^2 (2039000)}{23 (210)^2} = 238.08 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_a = \frac{11205}{98.55} = 113.69 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{113.69}{238.08} = 0.48$$

$$\therefore C_m = 1$$

$$F'2 = \frac{10'480,000}{\left[\frac{2.1(675)}{22.23}\right]^2} = 2577.47 \text{ kg/cm}^2.$$

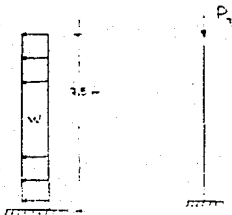
$$= \frac{cm}{1 - f_a/F'e} - \frac{1}{1 - \frac{113.69}{2577}} = 1.05$$

$$f_b = \frac{11205(53.3/2)}{1626} = 163.53$$

$$F_b = \left[1 - \frac{(L/r_b)^2}{2C_c^2 C_b}\right] \cdot 0.6 F_y = \left[1 - \frac{(675/792)^2}{2(126)^2(1)}\right] 1518 = 1170 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = \frac{843700}{L_d/A_f} = \frac{843700}{675(1.64)} = 679.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} = 0.48 + 1.05 \left(\frac{163}{1170}\right) = 0.63 \quad 1$$



$$G = 0.8636$$

$$C = 0.75 \text{ } \checkmark \text{ } 0.68$$

$$W = 0.0048 G C V_D^2$$

$$W = 0.0048(0.8636)(0.75)(80)^2$$

$$W = 19.897 \text{ kg/m}^2$$

$$W = 19.897(6) = 119.4 \text{ } 120 \text{ kg/m}$$

$$M = 120 * 7.5 (7.5/2) = 3375 \text{ kg. m.}$$

$$M = 337500 \text{ kg. cm.}$$

$$P_1 = 2828 \text{ (CM + VL)}$$

$$P_2 = 7.5(6.0)(29) = 1305 \text{ (Carga Muerta en Muros) = 1305 kg.}$$

$$P_T = P_1 + P_2 = 4133 \text{ kg.}$$

Proponemos un perfil IPC cometido a flexocompresión de

$$P = 4133 \text{ kg. y } M = 3375.0 \text{ kg.m.}$$

$$r_b = 7.92$$

$$A = 98.55 \text{ cm}^2.$$

$$I_x = 48703 \text{ cm}^4.$$

$$I_y = 4485 \text{ cm}^4.$$

$$r_v = 22.23 \text{ cm.}$$

$$r_y = 6.75 \text{ cm.}$$

$$S_x = 1826 \text{ cm}^3.$$

$K = 2.1$ (valor recomendado para Diseño).

$$\frac{KL}{r} = \frac{2.1(675)}{6.75} = 210$$

$$C_c = \frac{2\pi^2 E}{f_y} = 126.13$$

$$f_a = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2} = 238 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{4133}{98.55} = 41.03 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{f_a} = 0.18$$

$$C_m = 1.00$$

$$F'e = \frac{10^4 480,000}{[2.1(675)/22.23]^2} = 2577$$

$$f_b = \frac{3375 (100)}{1826} = 184 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_b = 1.75 - 1.05 (0) + .3 (0)^2 = 1.75$$

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{41.03}{2577}} = 1.02$$

$$F_b = 1 - \frac{(L/r)^2}{2C_c^2 C_b} \quad 0.6 F_y = 1 - \frac{(675/7.92)^2}{2(126)^2 (1.75)} \quad 1518 = 1319 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = \frac{843700}{L_3/A_f} = \frac{843700}{675 (1.64)} = 679 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \alpha \frac{f_b}{F_b} = 0.18 + 1.02 \left(\frac{184}{1319} \right) = 0.32 \quad 1$$

* Además, según el AISC, cuando se diseña para el viento los esfuerzos admisibles pueden incrementarse en un 33% para los elementos.

* A.I.S.C. Specifications Sec. 1.5.6 Pág. 78.

DISEÑO DE LOS PUNTALES .

- * Cold - Formed Specification.
- * 3.6 Axially Loaded Compression Members.

Para los puntales intermedios entre los extremos y el centro, tenemos una carga de compresión.

$$P = 5745 \text{ kg.}$$

Proponemos 2 canales monten \square 5 MT 12

$$r_x = 4.92 \text{ cm.}$$

$$r_y = \left[\frac{(5.08-1.63)^2 (6.46 \text{ cm}^2) + 21.32 \text{ cm}^4}{6.46} \right]^{1/2} = 3.90 \text{ cm.}$$

$$A = 6.46 \text{ cm}^2$$

$$Q = 0.91$$

$$F_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2.039 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1.00$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{(1)(600)}{3.90} = 153.8$$

* Sección 3.6.

$$C_c = \frac{2 \pi^2 E}{F_y} = \frac{2(\pi^2)(2.039 \cdot 10^6)}{3520} = 107$$

$$\frac{C_c}{Q} = \frac{107}{0.91} = 112.09 \quad \frac{KL}{r}$$

$$\therefore F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23(KL/r)^2} = \frac{12 \pi^2 (2039000)}{23(153.8)^2} = 444 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{5745}{2(6.46)} = 445 \text{ kg/cm}^2 \quad F_a$$

\(\therefore\) Se adopta la sección.

Para los puntales del centro tenemos :

P = 3069 kg. de compresión.

Proponemos 2 canales Monton 5 MT -16

$$r_x = 5.01 \text{ cm.}$$

$$r_y = \left[\frac{(5.08 - 1.51)^2(3.69) + 12.11}{3.69} \right]^{\frac{1}{2}} = 4.00 \text{ cm.}$$

$$A = 3.69 \text{ cm}^2$$

$$Q = 0.74$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1(600)}{4.00} = 150$$

$$\frac{C_c}{Q} = \frac{107}{0.74} = 124 \quad \frac{KL}{r}$$

$$F_a = \frac{12^2 F}{23(KL/r)^2} = \frac{12^2 (2039000)}{23(150)^2} = 466 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{3059}{2(3.69)} = 416 \text{ kg.}$$

$$\frac{f_a}{F_a} = 0.90 \quad \therefore \text{Se adopta la secci3n.}$$

Para los puntales extremos tenemos:

$$P = 1338 \text{ kg. de compresi3n.}$$

Proponemos 2 canales Monton 3 $\frac{1}{2}$ MT -18

$$r_x = 3.63 \text{ cm.}$$

$$r_y = \left[\frac{(5.08 - 1.78)^2 (2.49) + 8.63}{2.49} \right]^{\frac{1}{2}} = 3.79 \text{ cm.}$$

$$A = 2.49 \text{ cm.}$$

$$Q = 0.77$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{1(600)}{3.63} = 165.3$$

$$\frac{Cc}{Q} = \frac{107}{0.77} = 121.94$$

$$F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23(KL/r)^2} = \frac{12 \pi^2 (2039000)}{23(165)^2} = 384 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_a = \frac{1338}{2(2.49)} = 268 \text{ kg/cm}^2$$

∴ Se adopta la sección.

DISEÑO DE LOS CONTRAVIENTOS .

Tenemos una carga de tensión

$$P = 1672.5 \text{ kg.}$$

Utilizando acero redondo A-307, con un esfuerzo de fluencia de $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$.

$$F_a = 0.6 F_y = 1392 \text{ kg/cm}^2$$

$$a_{\text{necesaria}} = \frac{1672}{1392} = 1.20 \text{ cm}^2$$

∴ con $\emptyset = \frac{1}{2}''$ con $a = 1.27 \text{ cm}^2$

Diseño de los contraflombeos, tenemos una carga de tensión

$$P = 39.5 \text{ kg.}$$

Utilizando el mismo criterio y el mismo acero que para los contravientos, tenemos:

$$a_{\text{necesaria}} = \frac{39.5}{1392} = 0.0284 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{ con } \emptyset = 0.25" = \frac{1}{4}" \text{ con } a = 0.31 \text{ cm}^2$$

Igualmente se pondrán contraflameos en los polines de los muros del mismo diámetro.

DISEÑO DE COLUMNAS FRONTALES O CONTRA EL VIENTO .

$$W = 350 \text{ kg/m.}$$

$$L = 6.75 \text{ mts.}$$

$$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2.$$

$$M = \frac{350 * 6.75^2}{8} = 1993 \text{ kg. m.}$$

$$M = 199300 \text{ kg. cm.}$$

$$S_{nec} = \frac{M}{1000} = \frac{199300}{1000} = 199.3 \text{ cm}^3.$$

$$A_{per} = \frac{L}{360} = \frac{675}{360} = 1.875 \text{ cm.}$$

Proponemos un perfil IPR 8" * 5 $\frac{1}{4}$ " con 29.8 kg/m.

$$I_x = 2880 \text{ cm}^4.$$

$$S_x = 279 \text{ cm}^3.$$

$$fb = \frac{M}{S} = \frac{199300}{279}$$

$$fb = 714 \text{ kg/cm}^2.$$

$$r_x = 8.71 \text{ cm.}$$

$$\frac{d}{Af} = 1.61$$

$$F_b = \frac{843700}{Ld/Af}$$

$$F_b = \frac{843700}{675(1.61)} = 776.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{act} = \frac{5(3.5)(675)^4}{384(2039000)(2880)} = 1.61 \text{ cm.}$$

$$f_b < F_b$$

$$A_{act} < A_{per}$$

DISEÑO DE POLINES PARA LOS MUROS .

$$\text{Area Trobutaria} = 2.25 \text{ m} \times 6 \text{ m}$$

$$\text{Carga de Viento} = 55 \text{ kg/m}$$

$$M = \frac{55 \times 6^2}{8} = 247.5 \text{ kg.m.}$$

$$M = 24,750 \text{ kg.cm.}$$

$$A_{permissible} = \frac{L}{240} + 0.5 = \frac{600}{240} + 0.5 = 3 \text{ cm.}$$

$$I_{nec} = \frac{5(0.55)(600)^4}{384(2039000)(3.0)} =$$

$$I_{nec} = 151.8 \text{ cm}^4.$$

$$S_{nec} = \frac{24750}{1800} = 13.75 \text{ cm}^3.$$

Proponemos un canal Montem 6MT -16

con $f_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$.

$$I_x = 167 \text{ cm}^4$$

$$A = 4.53 \text{ cm}^2$$

$$S_x \text{ efectivo} = 20.42$$

$$I_{yc} = 23.73/2 = 11.87 \text{ cm}^4$$

$$d = 15.24 \text{ cm.}$$

Longitud con arriostrar $L = 2 \text{ mt.}$

$$\frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} = \frac{(200)^2 (20.42)}{(15.2)(11.87)} = 4515.2$$

Ambos
obtenidos
anteriormente.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{0.36 \pi^2 E C_b}{F_y} = 2058 \\ \frac{1.8 \pi^2 E C_b}{F_y} = 10.290 \end{array} \right.$$

$$\frac{0.36}{F_y} \frac{E C_b}{L^2} \frac{S_{xc}}{d} \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} \frac{1.8}{F_y} \frac{E C_b}{L^2}$$

$$\therefore F_{bx} = \frac{2}{3} F_y - \frac{F_y^2}{5.4} \frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} \left(\frac{L^2 S_{xc}}{d I_{yc}} \right)$$

$$F_{bx} = \frac{2}{3} (3520) - \frac{3520^2}{5.4} \frac{1}{(2039000)(1)} (4515)$$

$$F_b = 1832 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_b = \frac{24750}{24.42} = 1212 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore f_b < F_b$$

$$A_{act} = \frac{5(0.55)(600)^4}{(384)(2039000)(167)} = 2.73 \text{ cm}^2$$

$$A_{act} < A_{per}$$

\therefore Se puede adoptar la sección.

DISENO DE CONEXION ENTRE ARMADURA Y COLUMNA .

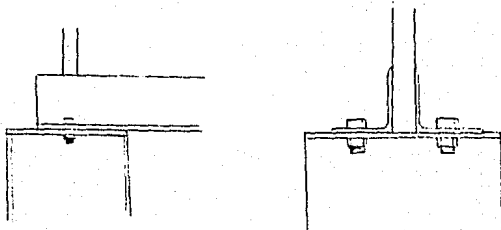
Debido a que no existe ningún esfuerzo de tensión en los apoyos, podemos simplemente sentarla sobre la columna, pero como pretendemos sujetarla, haremos una conexión atornillada, para basarnos. Según los manuales, el diámetro máximo recomendado para el ángulo de 4" x 1/4" es de 7/8" de diámetro.

.. Con carga de viento lateral, tenemos una fuerza

$$P_x = 70 \text{ kg.}$$

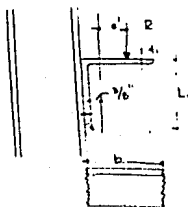
$$f_v = \frac{70}{3.87 \text{ cm}^2} = 18 \text{ kg/cm}^2$$

$$* F_v = 700 \text{ kg/cm}^2$$



* Según Manual de Monterrey, pág. 24.

DISEÑO DE LA CONEXION DE POLIN PARA MURO Y COLUMNA .



Suponemos un ángulo
de 3 * 3 * 1/2"

$$e = 3'' \left(\frac{1}{4}\right) - (ta - 3/8'')$$

$$e = 3'' \left(\frac{1}{4}\right) - \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{8}\right) = 0.125''$$

$$e = 0.3175 \text{ cm.}$$

$$fb = 1518 * 1.2 = 1821 \text{ kg/cm}^2$$

Reacción.

Peso del canal 3.58 gk/m.

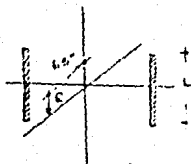
$$P = 3.58 * 3 = 10.74 \text{ kg.}$$

$$f = \frac{Mc}{I} = \frac{Re' \frac{t_1}{2}}{\frac{b_1 t_1^3}{12}} \quad f = \frac{R e' (6)}{b_1 t_1^2}$$

$$b_1 = \frac{10.74(0.3175)(6)}{1821(.64)^2} = 0.03 \text{ cm:}$$

∴ Lo ponemos de 6" igual que el polín.

Para la soldadura:



$$L = 7.5 \text{ cm.}$$

$$I_x = 2 \left(\frac{10^3}{2} \right) = 166.6 \text{ cm}^3$$

$$f_y = \frac{10}{10} = 1 \text{ kg/cm}^2$$

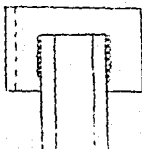
$$M = 10(1.5)(2.54) = 38.1 \text{ kg.cm}$$

$$f_x = \frac{38.1}{166.6} (3.75) = 0.8573$$

$$F_R = (1)^2 + (0.8573)^2 = 1.317$$

$$a = \frac{1.317}{707} = 0.0019 \quad \therefore \text{proponemos de } 1/8" = a$$

Para la soldadura del polin con el ángulo, (tenemos un momento flexionante de 24750 kg. cm), y dos soldaduras de 7.5 cm.



$$R = 55 * 3 = 165 \text{ kg.}$$

$$f_x = \frac{165}{2(7.5)} = 11 \text{ jg/cm.}$$

$$I_y = 7.5^2(7.5) = 421.87$$

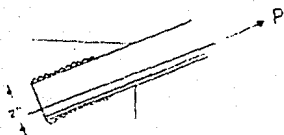
$$f_y = \frac{24750}{421} (3.75) = 220 \text{ kg/cm}$$

$$F_R = \sqrt{220^2 + 11^2} = 220.3$$

$$a \geq \frac{220.3}{707} = 0.31 \text{ cm.}$$

∴ Con soldadura de tamaño $a = 1/8"$, y 7.5 cm. de longitud a cada lado.

DISEÑO DE LAS SOLDADURAS EN LAS DIAGONALES .



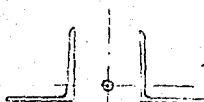
$$P_1 = 19993 \text{ kg.}$$

$$e_1 = 2.695 \text{ cm. } 2.7 \text{ cm.}$$

$$M_{\text{flexionante}} = 19993 * 2.7 = 53,981 \text{ kg.cm}$$

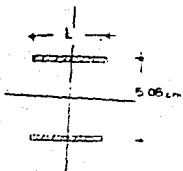
$$M_{\text{torsionante}} = 19993 * \left(\frac{5.08}{2} - 1.55 \right)$$

$$M_{\text{torsionante}} = 19793 \text{ kg.cm.}$$



- 6 -

Ahora proponemos dos líneas de soldadura y revisamos.
con $L = 25$ cm.



$$I_x = 2 \left(\frac{5.08}{2} \right) (25)^2 = 3175 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 2 \left(\frac{25^3}{12} \right) = 2604 \text{ cm}^3$$

$$J = \sqrt{3175^2 + 2604^2} = 5779 \text{ cm}^3$$

$$f_1 = \frac{19993}{2(25)} = 399.88 \quad 400 \text{ kg/cm.}$$

$$f_2 = f_{\text{torsionante } y} = \frac{19793}{5779} (12.5) \\ = 42.81 \text{ kg/cm.}$$

$$f_3 = f_{\text{torsionante } x} = \frac{19793}{5779} (2.54) \\ = 8.70 \text{ kg/cm.}$$

$$f_4 = f_{\text{flexionante}} = \frac{53981}{3175} (12.5) \\ = 212.53 \text{ kg/cm.}$$

en el punto A es la posición crítica.

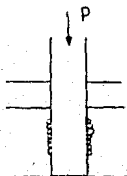
$$f_T = \sqrt{(400 + 8.7)^2 + (212.5)^2 + (42.81)^2} = 462.63 \text{ kg/cm.}$$

$$0.707 a (1100 \text{ kg/cm}^2) \geq 462.63$$

$$a = 0.5949 \text{ cm/2 (cada ángulo)} = 0.29 \text{ cm.}$$

∴ el tamaño de la soldadura será $1/8" = 0.31 \text{ cm.}$

Para los postes tendremos la siguiente soldadura:

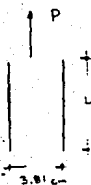


Por estar en cajón, en este caso no habrá momento torsionante y sólo habrá momento flexionante.

$$P = 9900 \text{ kg.}$$

$$e = \frac{3.81}{2} = 1.91 \text{ cm.}$$

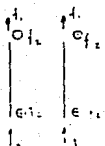
$$\therefore M_{\text{flexionante}} = 9900 * 1.91 = 18909 \text{ kg. cm.}$$



Proponemos L y revisamos con $L = 15 \text{ cm.}$

$$I_y = \frac{15^3}{12} = 281.25 \text{ cm}^3$$

$$f_1 = \frac{9900}{2(5)} = 330 \text{ kg/cm}$$



$$f_2 = \frac{18909}{281.25} (7.5) = 504 \text{ kg/cm}$$

$$f_R = \sqrt{504^2 + 330^2} \text{ kg/cm.}$$

$$(0.707) a (1100 \text{ kg/cm}^2) \geq 502$$

$$a \geq 0.77 \text{ cm/2 (Angulos)} = 0.38$$

Con soldadura 5/32"

Para las cuerdas superior e inferior, tenemos el caso que son continuas, por lo que no se propuso la soldadura.

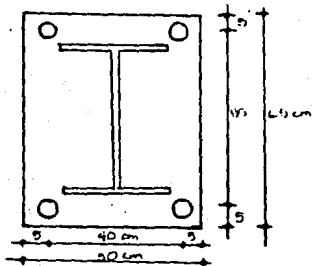
DISEÑO DE LA PLACA BASE .

$$P = 11,250 \text{ kg.}$$

$$V = 1,080 \text{ kg.}$$

$$f_y = (\text{Tornillos}) = 2320 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = (\text{Placa}) = 2530 \text{ kg/cm}^2$$



Cálculo del esfuerzo de aplastamiento en el concreto.

$$* F_p = 0.35 f'_c (A_2/A_1) \leq 0.7 f'_c$$

A_2 = Area del Dado.

A_1 = Area de la Placa.

$$f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Area del Dado} = 60 * 80 = 4800$$

$$\text{Area de la Placa} = 50 * 65 = 3250$$

$$F_p = 0.35(200) (4800/3250) = 85.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.7(200) = 140 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_p = \frac{11250}{3250} = 3.46 \text{ kg/cm}^2 \leq F_p$$

* Según A.I.S.C. 1.5.5.

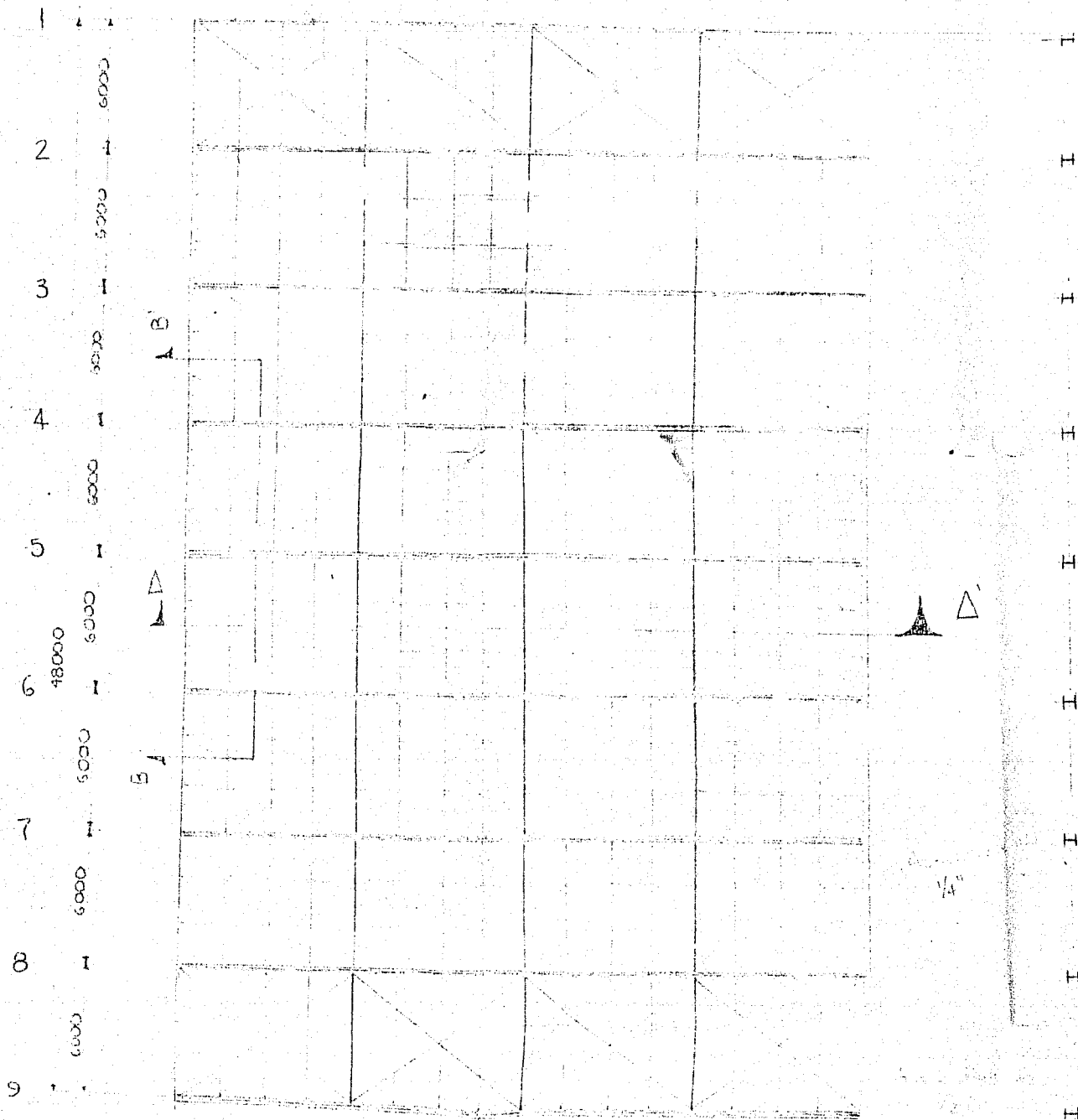
CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA,

$$m = (L-d)/_2 = (65 - 53)/_2 = 6 \text{ cm.}$$

$$n = (B-b)/_2 = (50 - 30)/_2 = 10 \text{ cm.}$$

$$t = \frac{3 f_p (n \text{ ó } m)^2}{F_p} = \frac{3(3.46)(10)^2}{65} = 1.22 \text{ cm.}$$

$$\therefore t = \frac{1}{2}''$$



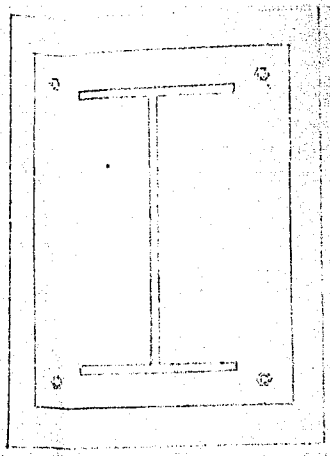
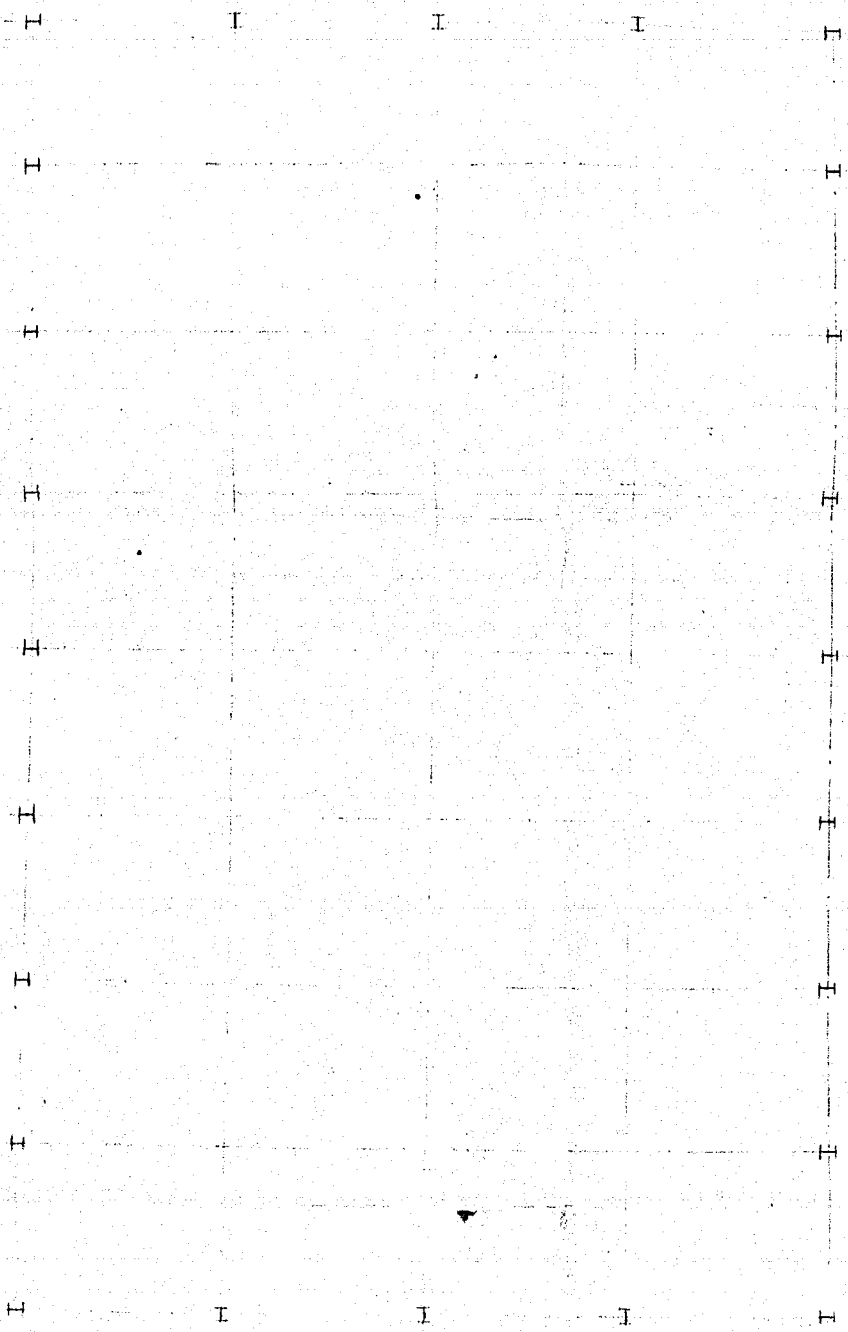
7500

7500

7500

7500

LINE OF

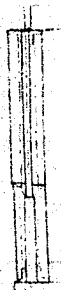


100
100
D

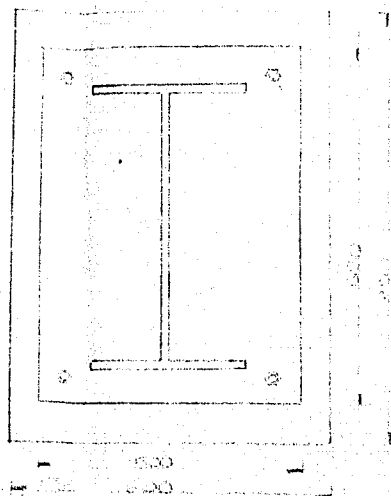


Pin
L
L

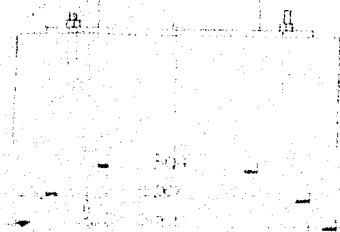
6



I
I
I
I

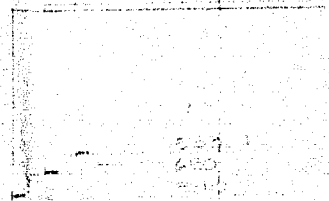


DETAIL 1



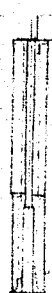
DETAIL 2

DETAIL 2

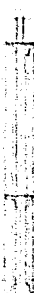


DETAIL 3

6



5



4



6011
600

V. LATERAL

4

2

A

B

C

D

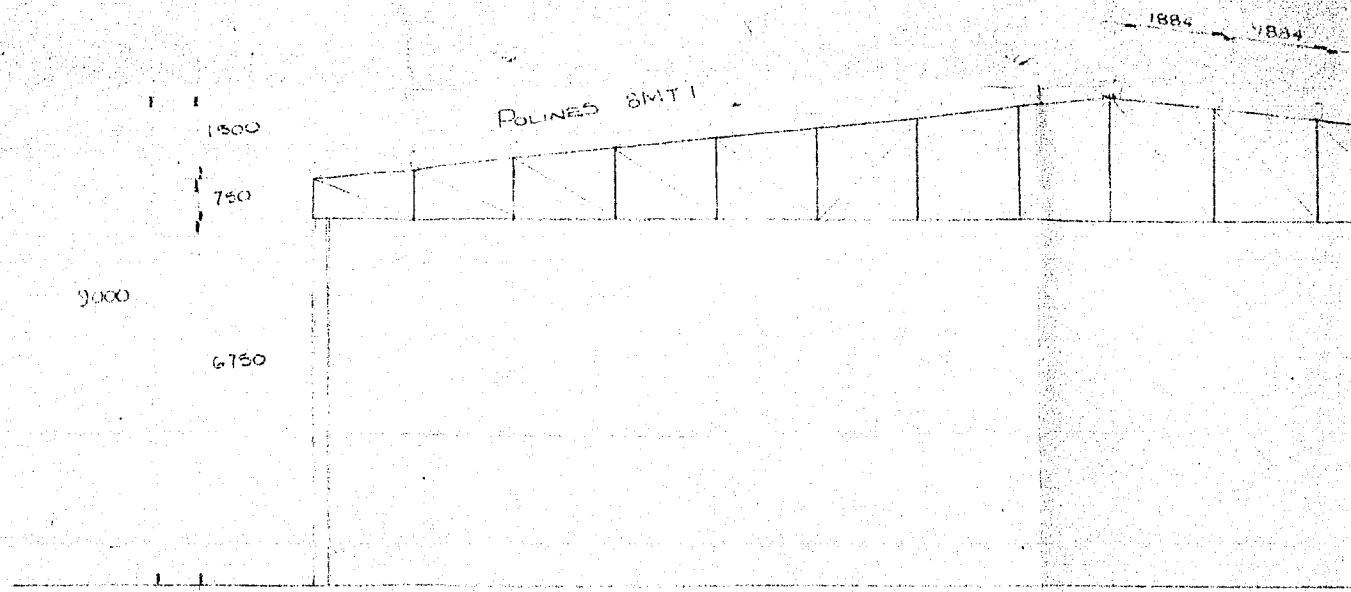
E

PLANTA DE TECHO

ESC. 1:200

DI

CIO



1884

1884

1300

750

9000

6750

POLINES 8MT 1

30 000

Δ

CORTE Δ-Δ'

ESC. 1:100

PLANTA LOCALIZA

COY DE COLOMBOS

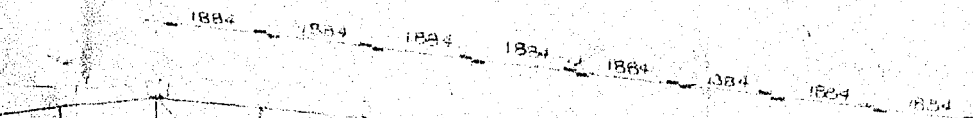
1:200

DETA

2



COY



DETA



30 000

DETA Δ-Δ'

SC 1:100

DE

DE

DE

DE

DETA

DETA

DETA

1:100

CORTE E-D

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE GUADALAJARA

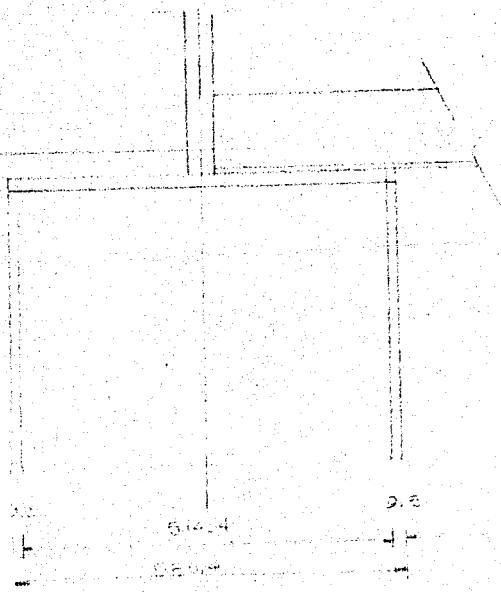
ESCUELA DE INGENIERIA

GUILLERMO HIROSHI ORTEGA AZANO

ACOT. MM. GUADALAJARA JAL.

1987

1



D...
...

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE GUADALAJARA

ESCUELA DE INGENIERIA

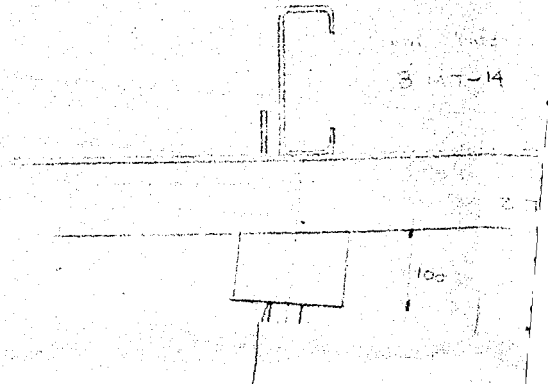
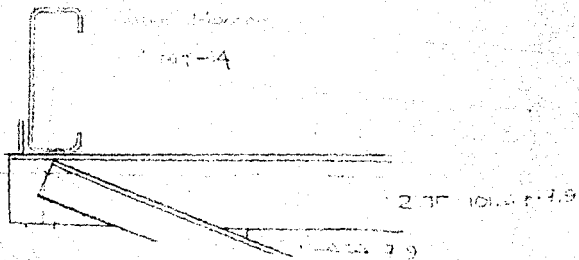
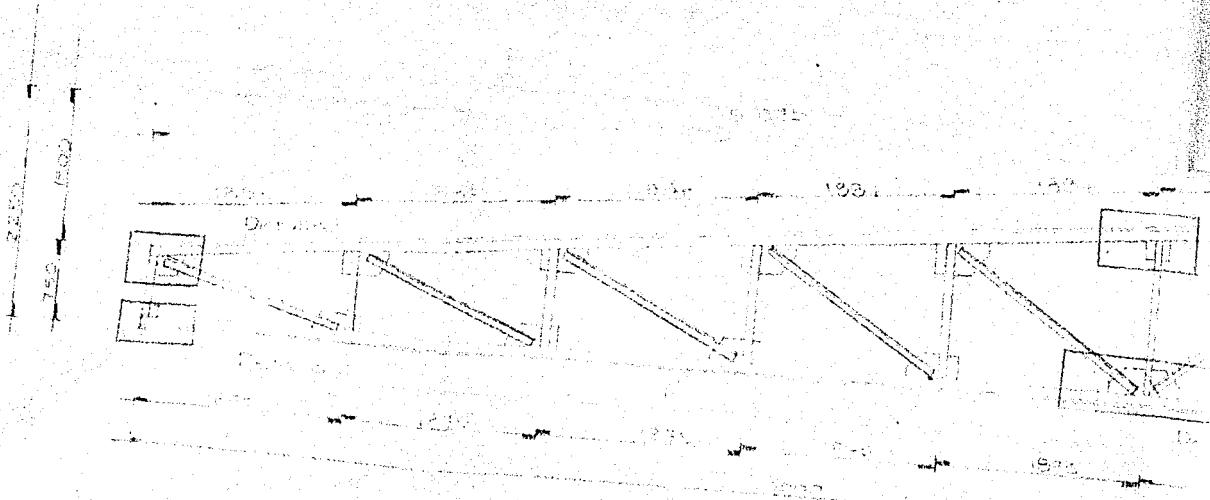
GUILLEMO HERRERA ORTEGA AZARO

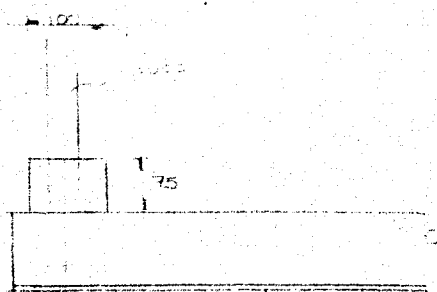
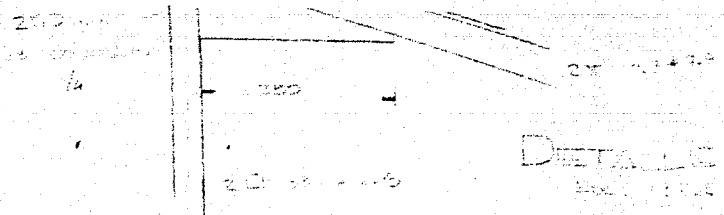
ACOT. MM. GUADALAJARA JAL

1987

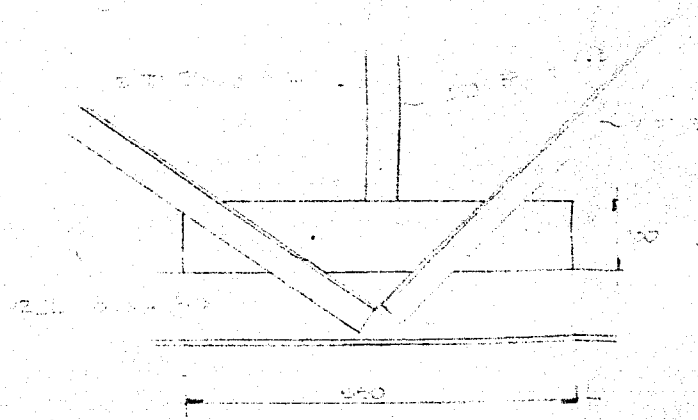
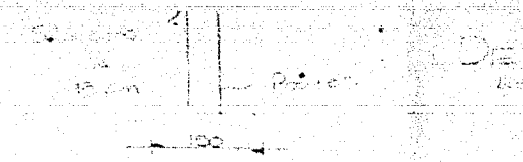
1

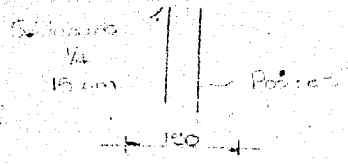
View From N. End



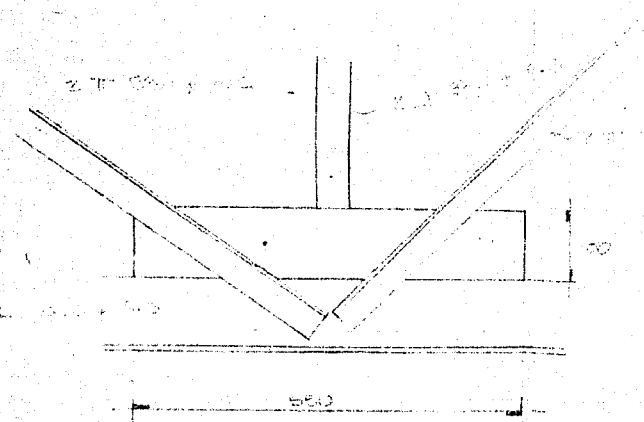
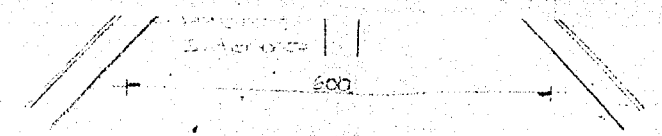


DETAIL 2
1947

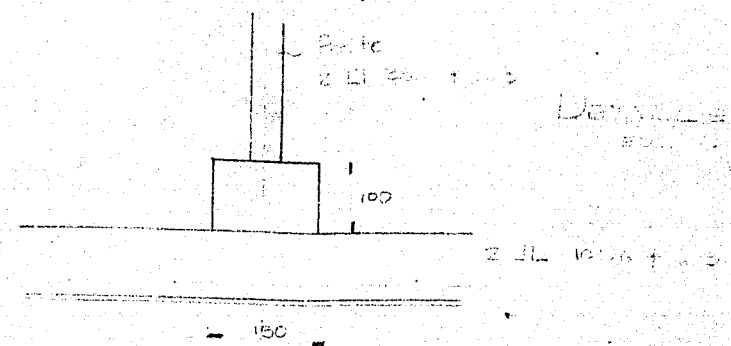




DETAIL 3
 Plywood

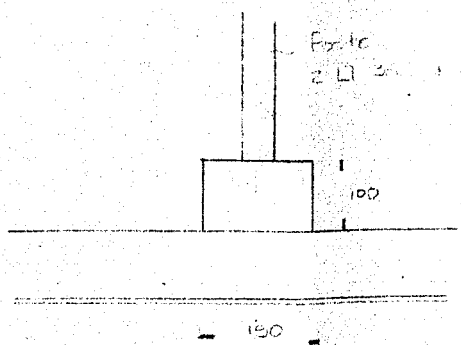
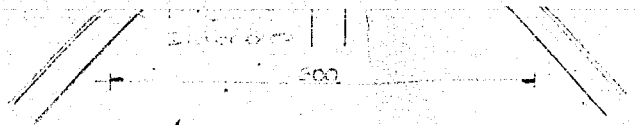


DETAIL 4
 Plywood



DETAIL 2
 Plywood

3



2 LI 20
2 LI 20

2

CONCLUSIONES .

Como epílogo de este trabajo, podemos concluir que después de haber realizado una serie de tanteos, se trató de llegar a una buena solución de estructura acorde con las características, tanto de ubicación como de necesidades.

Para tal efecto, fue indispensable la utilización de varios textos, de manera que en ellos pudiéramos localizar todos los puntos, tanto básicos como superfluos, que pudieran servir para el análisis y diseño.

Décía que esto es en base a una serie de tanteos, -- pues primero se hace una serie de suposiciones que después son revisados, y diseñados para después corroborar que hayan sido correctamente supuestos, si no es así, hay que -- volver a hacer una nueva iteración y así sucesivamente, que fue lo que se realizó.

En nuestro caso, tenemos un espacio por cubrir de -- 30 x 48 mt., en una zona cercana a Guadalajara, a una altitud de aproximadamente 1,500 mt. sobre el nivel del mar y una edificación en acero , y tenemos:

ARMADURA . .

CONCEPTO	PESO UNITARIO	LONGITUD	PESO TOTAL
Cuerda Superior 27 Γ 101.6 * 7.9 mm.	24.40	30.15	735.66
Cuerda Inferior 27 Γ 101.6 * 6.3 mm.	19.64	30.00	589.20
Postes y Montantes 2 \square 38.1 * 6.3 mm.	6.95	27.00	187.92
Diagonales Exteriores 27 Γ 50.8 * 7.9 mm.	11.66	12.60	146.97
Diagonales Interiores 27 Γ 36.1 * 3.2 mm.	3.66	26.10	95.59

Todos los perfiles son ángulos.

= 1755.33

9 Armaduras = 9 * 1755.33 = 15797.99 kg.

POLINES

Canales monten 8MT-14 5.67 kg/m 144 pzas. 6m/pieza
Polines = 4898.88 kg.

CONTRAFLAMBEOS

Acero Redondo 1/4" 0.249 kg/m 624 pzas. 1.88 m/pieza
Contraflambeos = 292.10 kg.

CONTRAVIENTOS

Acero Redondo 1/2" 0.994kg/m 64 pzas. 9.50 m/pieza
Contravientos = 610.71 kg.

PUNTALES

Exteriores 2	3 1/2" MT-18	1.97 5.11 kg/m	16 pzas.	6m/pieza
Intermedios 2	5" MT-12		16 pzas.	"
Centrales 2	5" MT-16	2.91 kg/m	8 pzas.	"
Puntales = 819.36 kg.				

COLUMNS

Ferfil IPC 21" # 12"	92.9 kg/m	18 pzas.	6.75 m/pieza
Columna = 11,287.35 kg.			

COLUMNAS DE VIENTO

Ferfil IPR 8" # 5 1/2"	29.6 kg/m	6 pzas.	6.75 m/pieza
C. de Viento = 1206.9 kg.			

POLINES LATERALES O DE MURO

Canales Montén 6MT-16	3.58 kg/m	6.00 m/pza.	32 piezas
Canales Montén 6MT-16	3.58 kg/m	7.50 m/pza.	16 piezas
P. de Muro = 1,116.96 kg.			

LAMINA PARA CUBIERTA

Lámina Acanalada tipo RM 25-74-24	4.25 kg/m ²	1,447.2 m ²
L. para Cubierta = 6,150.6 k.		

LAMINA PARA MURO

Lámina Acanalada tipo RM 25-74-24	4.25 kg/m ²	1,215 m ²
-----------------------------------	------------------------	----------------------

$$L. \text{ para Muro} = \frac{5,163.75}{47,344.60 \text{ kg.}}$$

$$\text{PESO DE LA ESTRUCTURA} = \frac{47,344.6}{30 * 48} = 32.88 \text{ kg/m}^2.$$

Como se puede constatar, los elementos supuestos para poder hacer el análisis, están en un rango aceptable constatándolos con los del diseño final, pues salvo el peso de la armadura, que si está desproporcionado el análisis (por peso supuesto) con el diseño final, todos los demás cumplen con lo propuesto.

Aunque si hay cierta diferencia en la armadura, se -- contempló y aceptó la posibilidad de dejarla así, dado que si se decremента, al probar con carga muerta mas algún -- viento (ya sea frontal o lateral), nos daría que todos los elementos, al haber succión, trabajarían en forma inversa, es decir los que trabajan a tensión, trabajarían a compresión y viceversa, por lo que se tomó la decisión de dejarlo tal como se diseñó.

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- MANUAL DE CONSTRUCCIONES EN ACERO,
I.M.C.A. Limusa, Tomo I.
- 2.- ANALISIS DE ESTRUCTURAS,
Fred W. Beaufait, PHI.
- 3.- MANUAL DE DISEÑO POR VIENTO,
C.F.E., Estructuras.
- 4.- MANUAL A.I.S.C. SPECIFICATIONS, 1978.
- 5.- DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS,
Williams y Harris, Cecsá.
- 6.- APUNTES DE ANALISIS ESTRUCTURAL (Clase),
Ing. Sebastián Becerra López.
- 7.- APUNTES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS (Clase),
Ing. Martín López Gudiño.