



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"ACATLÁN"



**ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA
CUBIERTA DE REVOLUCION EN
ACERO-CONCRETO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
Oscar Miguel Jaso Gómez

Acatlán, Edo. de México

1986



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.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

CI/181/1985.

SR. OSCAR MIGUEL JASO GOMEZ
Alumno de la carrera de Ingeniería
Civil.
P r e s e n t e.

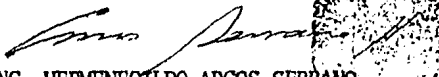
De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 15 de enero de 1985, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Análisis y Diseño Estructural de una Cubierta de Revolución en Acero-Concreto", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Descripción de la estructura.
- II.- Análisis y diseño preliminar.
- III.- Análisis y diseño definitivo.
- IV.- Recomendaciones para la construcción de la estructura.
- Conclusiones. Anexos.
- Bibliografía.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor M. en C. Enrique Martínez Romero.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán, Edo. de Méx., a 16 de diciembre de 1985.


ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO
Coordinador del Programa de
Ingeniería.

HAS/rcm.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	
CAPITULO I. Descripción de la estructura.	1
I-a. Localización geográfica, geometría y requisitos arquitectónicos.	1
I-b. Planteamiento y elección entre las soluciones estructurales posibles.	3
CAPITULO II. Análisis y Diseño preliminar.	12
II-a. Modelo simplificado de la estructura.	12
II-b. Análisis por Carga Muerta.	22
II-c. Diseño preliminar.	28
II-d. Cubicación preliminar de materiales de la cubierta y del sistema estructural.	55
CAPITULO III. Análisis y Diseño definitivo.	65
III-a. Modelo matemático tridimensional.	65
III-b. Valuación de cargas definitivas de gravedad, sismo y viento.	71
III-c. Análisis estructural definitivo.	92
III-d. Revisión de secciones propuestas.	94
III-e. Diseño de conexiones y anclajes.	146
III-f. Cubicación de materiales de la cubierta y del sistema estructural definitivo.	168
III-g. Diseño de cimentaciones.	172
CAPITULO IV. Recomendaciones para la construcción de la estructura.	183
CONCLUSIONES	
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION

Una de las partes integrantes del proyecto arquitectónico para la construcción de un restaurante, que quedará ubicado en el centro comercial " Villa Vallarta " en Puerto Vallarta Jalisco, pide cubrir un área circular de 38 metros - de diámetro, la cual debe quedar libre de columnas; para -- ello se marca la construcción de una cubierta de revolución que semeje la forma de un " volcan " de tal manera que vaya de acuerdo a la decoración de tipo Polinesio que llevará es te restaurante; así mismo, esta cubierta debe de ser resis tente, impermeable y de rápida y fácil construcción.

Después de analizar las ventajas y desventajas de dife- rentes sistemas estructurales, tales como los cascarones o las retículas tridimensionales, se decidió estructurar por medio de 16 marcos radiales a base de secciones de tres pla cas de acero soldadas, donde sus columnas se localizarán en la periferia del área y con sus traveses llegando a un anillo de compresión ubicado en el centro y parte más alta de la - cubierta (22 m. de altura). Estos marcos irán ligados por medio de traveses horizontales para que sobre todo ello se co loque una losacero de poco espesor a base de concreto liqe- ro; así todo esto integrará una cubierta monolítica nervu- rada con traveses radiales y horizontales formando una super- ficie de revolución en forma de corneta truncada invertida.

El presente trabajo muestra el análisis y diseño estruc-

tural de este edificio integrante del conjunto del restaurante, ya que esta estructura presenta el mayor grado de dificultad dadas sus características y requisitos arquitectónicos.

Primeramente se hace un diseño estructural preliminar basado únicamente en un análisis por carga muerta estimando así las secciones necesarias para las trabes y los marcos radiales de la estructura. Ya con una idea de dichas secciones se analiza la estructura con diferentes sistemas de carga para llegar a un diseño definitivo.

Cabe mencionar que se hace uso de los programas E A S I (Engineering Analysis Software) y S A P V2 (Structural Analysis Program for Static and Dynamic Response of linear Systems) para la realización del análisis preliminar y definitivo respectivamente. Para ello se elaboran tanto un modelo matemático simplificado de la estructura, usado en el análisis preliminar, como un modelo matemático tridimensional empleado en el análisis definitivo.

Dentro del desarrollo de esta tesis se muestra el diseño de anclajes, conexiones y cimentación; así mismo se hace una cubicación de materiales y se dan una serie de recomendaciones para la construcción de la estructura; todo ello enfocado únicamente para el edificio principal del conjunto de este restaurante.

CAPITULO I

DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

I-a. Localización geográfica, geometría y requisitos arquitectónicos.

Esta estructura se encontrará localizada en Puerto Vallarta en el estado de Jalisco sobre la costa del Pacífico, forma parte del conjunto comercial " Villa Vallarta " ubicado a un costado de la nueva avenida Costera Vallarta.

Este trabajo trata sobre el análisis y diseño estructural únicamente del edificio principal del conjunto del restaurante en donde se marca, según el proyecto arquitectónico, la necesidad de techar un área circular de 19 metros de radio libre de columnas por medio de una estructura que tome la forma de corneta truncada invertida a partir de los 9 metros de altura, llegando a tener en su parte más alta (22 metros) un diámetro de 9 metros (Fig. I-1).

Para dar solución a este requisito arquitectónico se decidió colocar 16 columnas perimetrales a distancias iguales a lo largo de la periferia del área circular (Fig. I-2), -- donde cada una de ellas tendrá la altura marcada de 9 metros. Por otra parte, para lograr obtener la forma mostrada en la figura I-1 se encontró que fijando un origen a una distancia de 23.03 metros del eje de simetría de la estructura y a una altura de 27.03 metros, tomando un radio de -- 18.67 metros, describiendo con él primeramente 15 grados y

a partir de ello trazando seis cuerdas de igual longitud a cada 10 grados, se obtendría con tramos rectos la forma requerida (Fig. I-3). Estas cuerdas con diferentes inclinaciones con respecto a la horizontal constituyen las trabes, que unidas a las columnas antes mencionadas conforman los marcos principales de la estructura, los cuales estarán ---
construidos a base de tres placas metálicas soldadas. La parte más alta de cada uno de estos marcos se apoyará en un anillo de compresión que tendrá un diámetro de 9 metros y se hallará ubicado a una altura de 22 metros (Fig. I-3).

Los 16 marcos principales de la estructura se encontrarán ligados por medio de trabes horizontales secundarias -- que irán colocadas en cada cambio de inclinación de las trabes del marco principal (Fig. I-3 y I-4). Todo lo anterior constituirá una retícula que como ya se mencionó, a base de tramos rectos tomará la forma mostrada en la figura I-1.

Sobre la retícula descrita se colocarán tramos rectos de lámina de acero QL-99 calibre 24 de ROMSA, que funcionará a manera de cimbra no recuperable en tal manera de poder collar una losa delgada de concreto ligero ($1,600 \text{ kg/m}^3$), con la que se podrá dar una curvatura suave en cada cambio de inclinación de las trabes del marco principal (Fig. I-5 y I-6). Esta losa de concreto ligero tendrá un espesor de 5 centímetros en tramos rectos; pero en los cambios de curvatura éste será de 7 centímetros. Con la losa de acero se obtendrá la curvatura continua requerida en el proyecto arquitecto

tónico.

I-b. Planteamiento y elección entre las soluciones estructurales posibles.

La selección de la solución estructural se hizo con base en aspectos funcionales, económicos, estéticos y de servicio; considerando que se tiene la necesidad de techar un área circular libre de columnas de 38 metros de diámetro -- con una cubierta que tome la forma descrita en el inciso anterior de este capítulo.

Primeramente se juzga sobre la construcción de un cascarón de concreto reforzado; pero éste requeriría para colarse de la utilización de laboriosas cimbras en obras falsas, complicandose aún más este punto debido a la forma que tendría que tomar al cascarón. Puede sumarse a lo anterior -- que sería necesaria una supervisión meticulosa durante su proceso constructivo, cuidando que las separaciones del acero de refuerzo y el espesor del cascarón se respeten de acuerdo a lo especificado por el diseñador, traduciendo todo esto en un incremento en el costo así como en el tiempo de ejecución de la obra.

Por otra parte el pensar en una retícula tridimensional de elementos metálicos, dada la forma que debe tomar, presentaría una problemática en lograr la precisión y ajuste necesario para su ensamblaje en el campo. Los errores constructivos en lo que a las longitudes de los diferentes ele-

mentos de la retícula se refiere provocarían indeseables esfuerzos residuales y distorsiones sobre toda la estructura; así mismo una solución de este tipo implicaría el realizar un gran número de conexiones especiales para la integración de toda la retícula.

El hecho de considerar un techo sostenido por cables metálicos obligaría a la utilización de una columna en el centro del claro circular que funcionaría como soporte para -- que los cables tomaran la forma pedida por el arquitecto. La necesidad de tener el área libre de columnas elimina esta alternativa.

La solución estructural descrita en I-a, o sea una cubierta monolítica nervurada con traveses radiales y ligada por las horizontales que adquiere la forma pedida por el arquitecto parece ser la solución más adecuada. La estructura así propuesta es una cubierta sólida, impermeable, que actúa como aislante térmico, prácticamente libre de mantenimiento y de fácil y rápida construcción; todo ello sin menoscabo de su estética y funcionalidad.

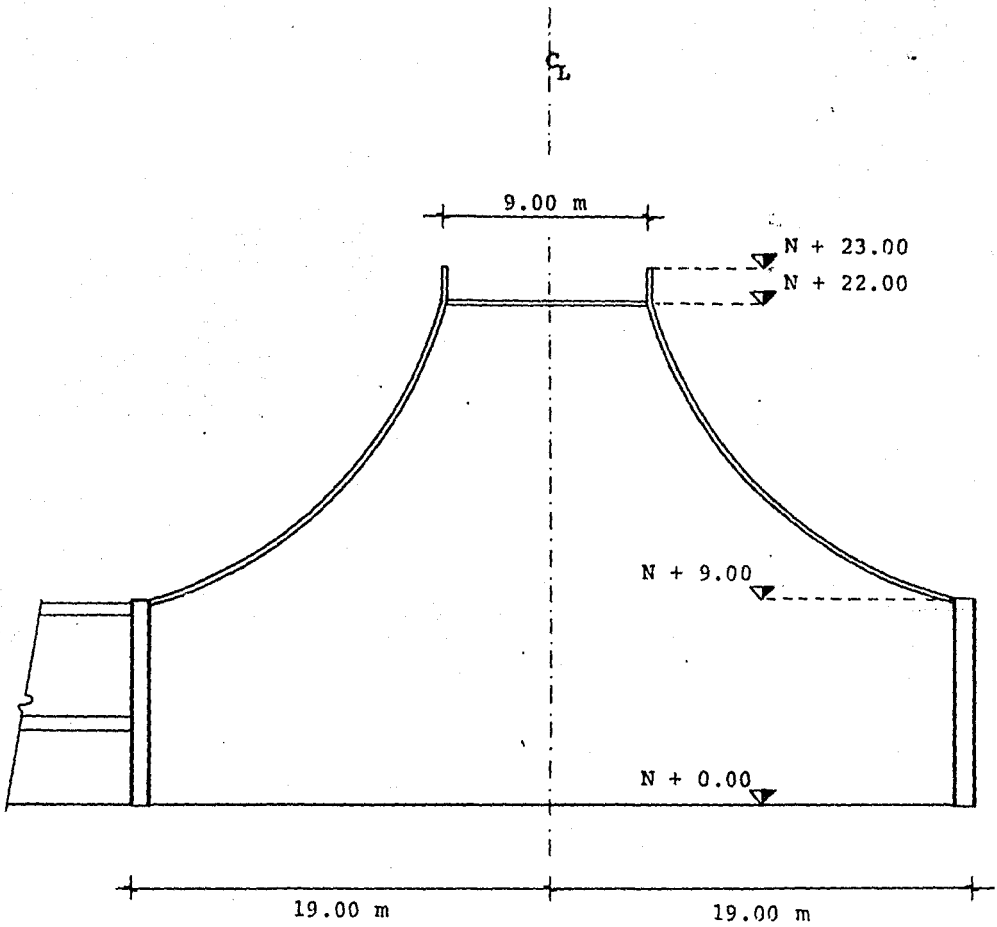
El hecho de integrar traveses de acero con una losa de concreto ligero en construcción compuesta producirá ahorros tanto en el peso de la estructura como en los costos. El emplear una lámina metálica a manera de cimbra no recuperable para el colado de la losa de la cubierta aportará ventajas de tiempo y económicas. El aspecto del trabajo compues

to acero-concreto se logrará mediante la colocación de conectores de cortante soldados al patín de la trabe y ahogados en la losa, lograndose con ese trabajo conjunto secciones más livianas.

Es evidente que esta estructura requiere de un análisis muy cuidadoso por efectos de viento considerando su ubicación geográfica en la costa del Pacífico; pero este punto será tratado en el capítulo III de esta tesis.

Alzado

Forma requerida por el proyecto Arquitectónico

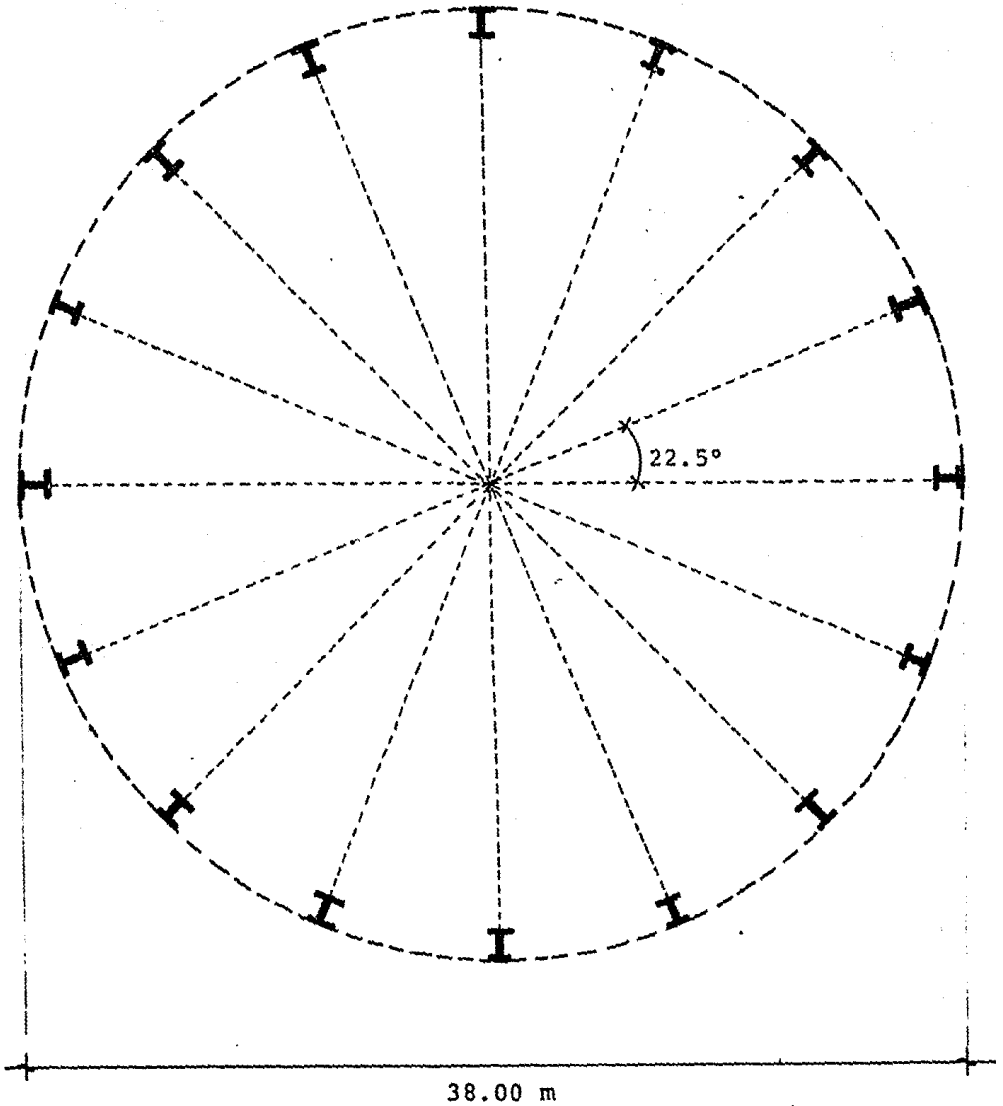


Esc. 1:250

Figura I-1

Planta

Distribución de columnas

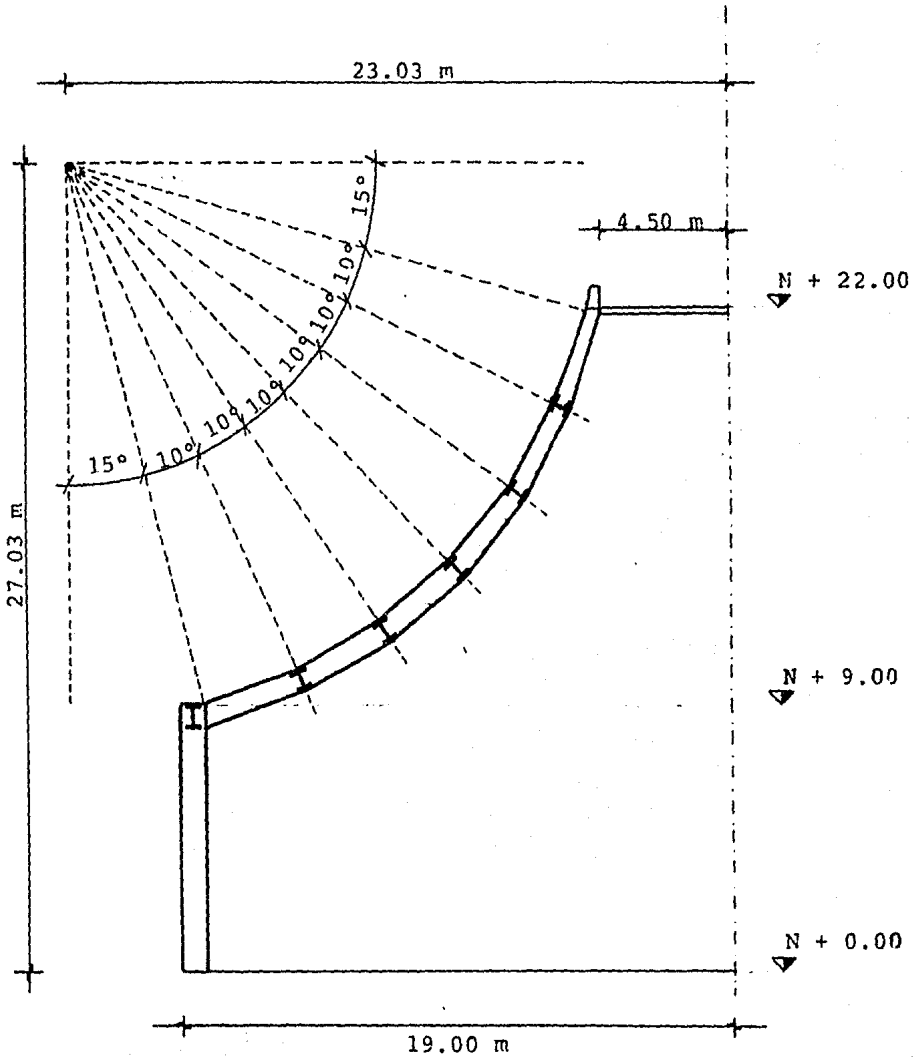


Esc. 1:250

Figura I-2

Corte

Marco Principal a base de tramos rectos de secciones I

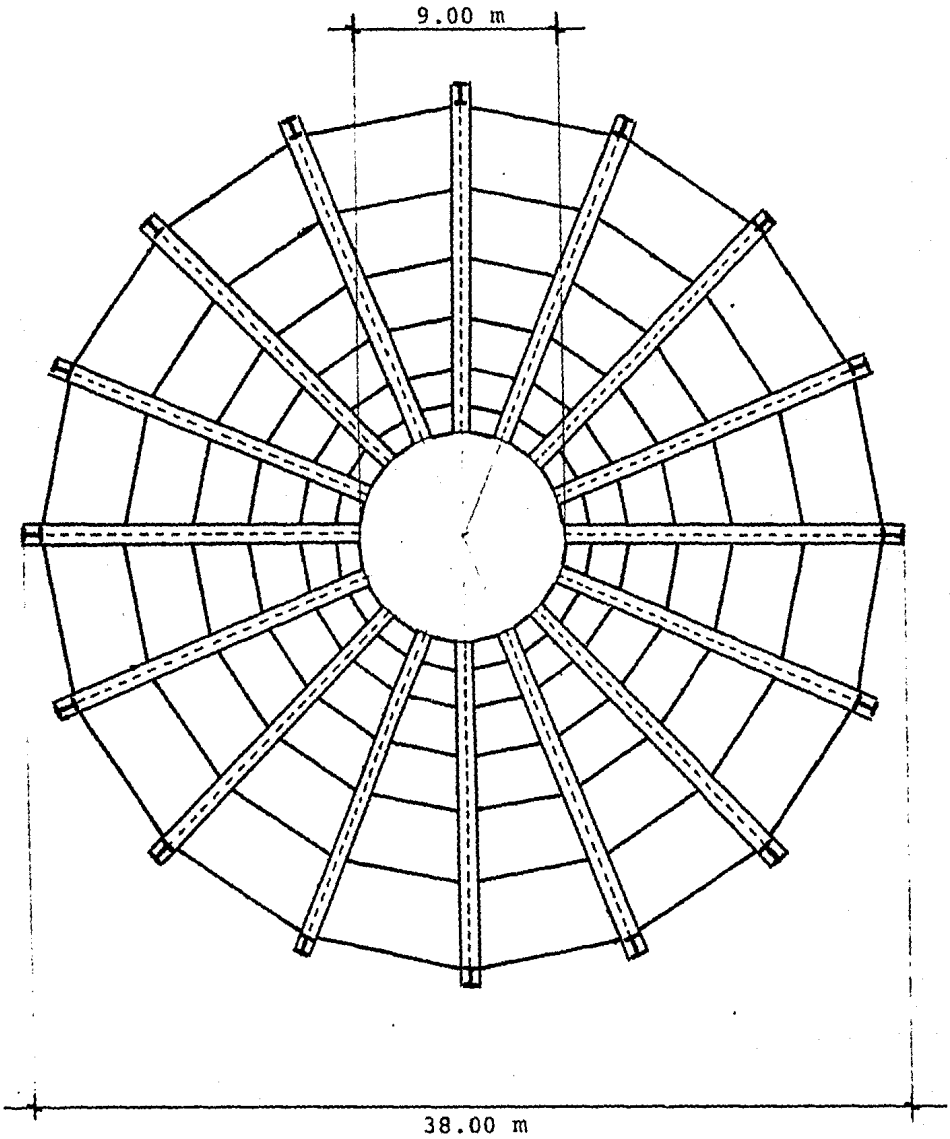


Esc. 1:200

Figura I-3

Planta

Reticula Metálica: Columnas, traves principales y secundarias



Esc. 1:250

Figura I-4

LOSACERO:

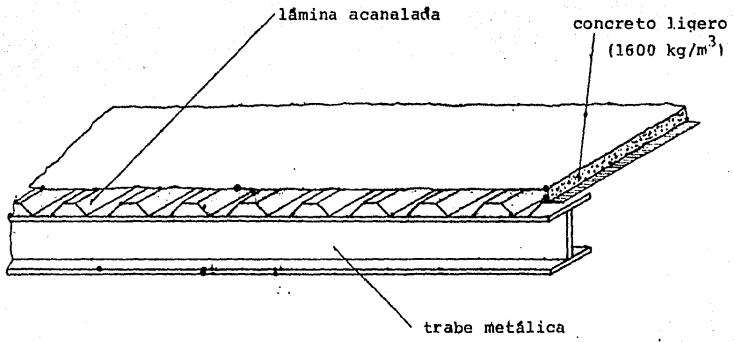
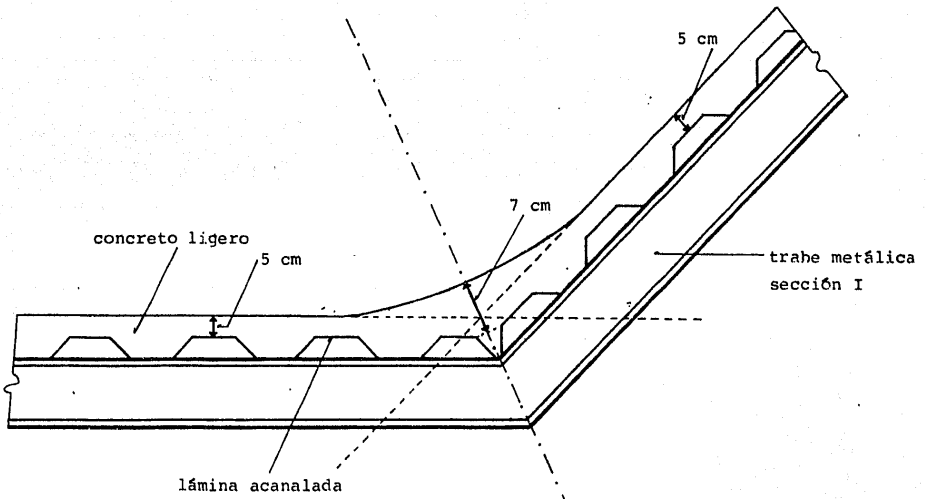


Figura I-5



Detalle: Cambio de inclinación en traves principales.

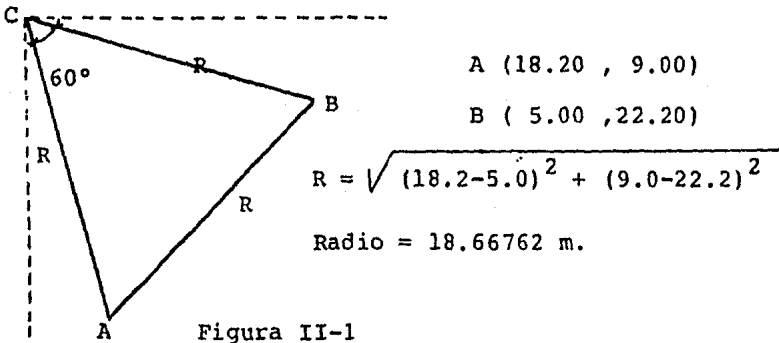
Figura I-6

CAPITULO II

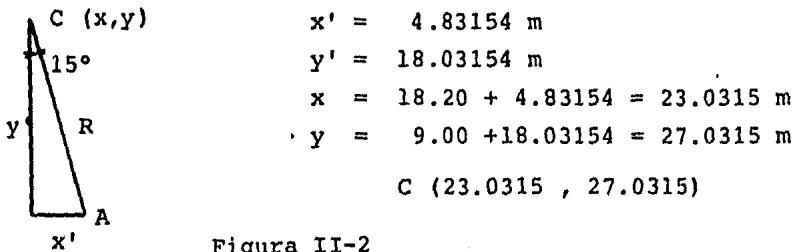
ANALISIS Y DISEÑO PRELIMINAR

II-a. Modelo simplificado de la estructura.

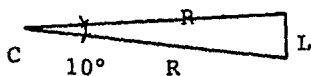
En el capítulo anterior se mencionó la obtención de las coordenadas de un centro de circunferencia desde el cual se haría girar un radio (Fig. I-3), el cual puede ser obtenido con ayuda de la figura II-1, en donde los puntos A y B del triángulo equilátero tienen sus coordenadas fijas por los requisitos arquitectónicos. Esas coordenadas están referidas a un origen que se encuentra en el nivel cero del eje de simetría de toda la estructura (Fig. I-3).



Para cálculos posteriores será necesaria la ubicación exacta del punto C centro de la circunferencia. Las coordenadas de éste pueden ser obtenidas como a continuación se indica.



También, se había indicado que cada una de las cuerdas -- trazadas a cada 10 grados (Fig. I-3) constituyen las traveses del marco principal; así la longitud aproximada de éstas -- es la siguiente:



$$L = 2 R \operatorname{sen} (10/2)$$

$$L = 3.25 \text{ metros}$$

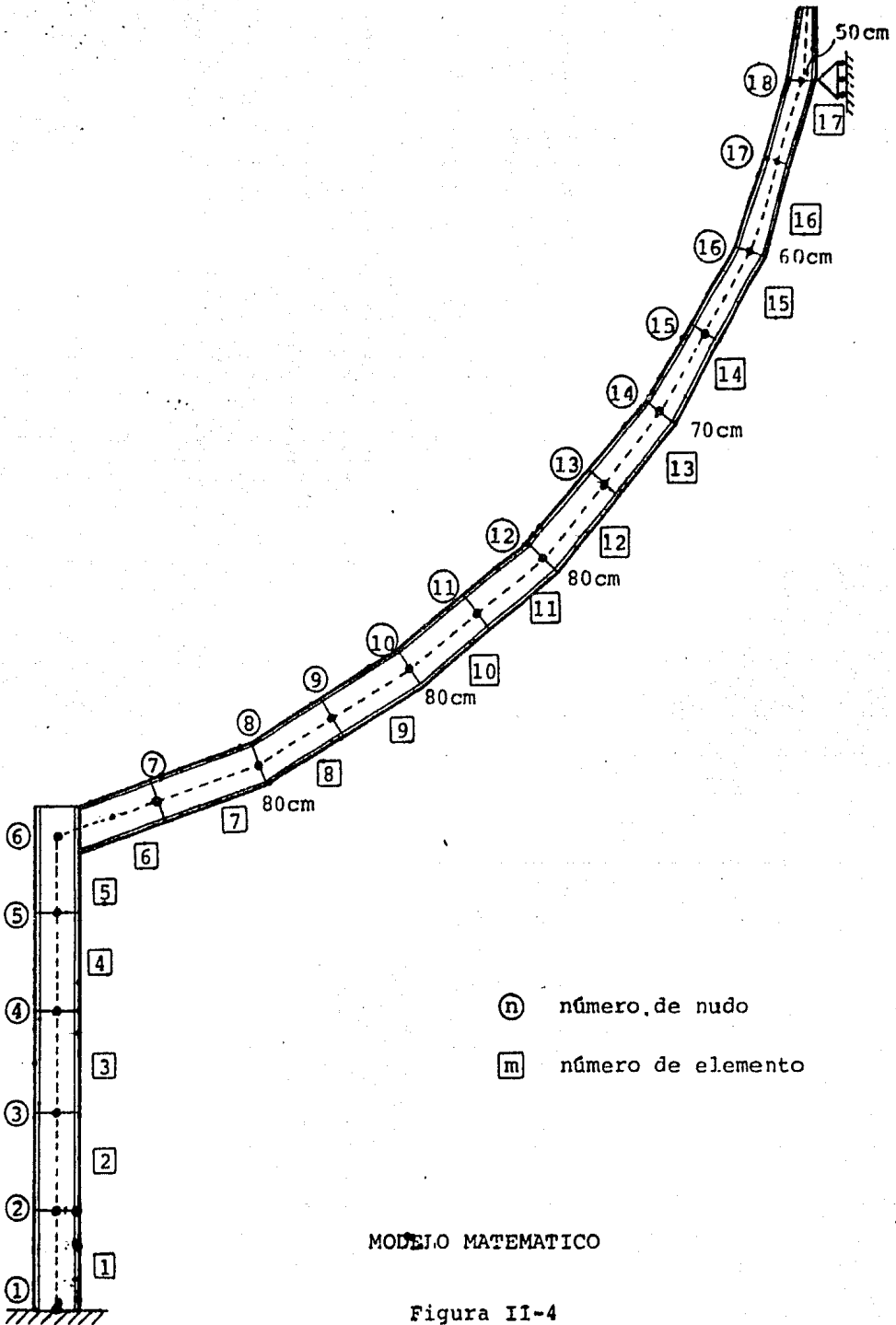
Figura II-3

El análisis preliminar se hará considerando en el plano un marco principal de la estructura. Con el fin de que este análisis se realice por medio de un microprocesador, empleando para ello el programa EASI (Engineering Analysis -- Software), el cual " trabaja " por el método de las rigideces, se elaborará un modelo matemático, figura II-4.

El modelo matemático para el análisis preliminar consiste en definir:

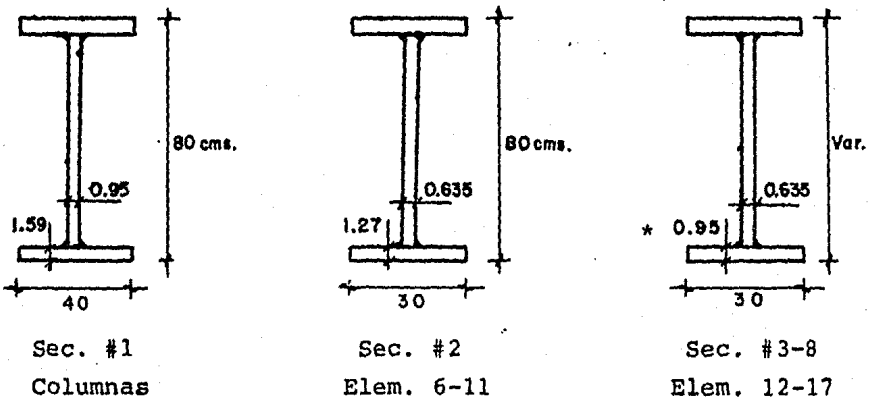
- a) Las coordenadas de los nudos que se deseen considerar en la estructura.
- b) Los elementos que constituyen el marco, indicando el nudo inicial y el final para cada elemento, así como el material, área de su sección transversal y momento de inercia de éste con respecto al eje z.
- c) Los nudos de la estructura que estarán cargados y cuáles tendrán alguno de sus desplazamientos restringidos (apoyos).

Contando con las ventajas del microprocesador se proponen en el marco nudos adicionales a los que serán cargados,



esto con el fin de tener una mejor idea de la variación de los elementos mecánicos. Así, cada una de las traveses será dividida en dos elementos y la columna en cinco.

Para los marcos principales de la estructura se proponen las siguientes secciones transversales de sus diferentes -- elementos, los cuales serán construidos a base de tres placas metálicas soldadas.



* Para los elementos 12 y 13 $t_f = 1.27$ cms.

Figura II-5

Con el fin de lograr una optimización de materiales algunas traveses inclinadas presentan peraltes variables en su -- longitud. En la figura II-4 se indican el valor inicial y final de dicho peralte para cada trabe.

Ya conociendo las longitudes e inclinaciones de los diferentes elementos del marco (secciones de columna y trabe) , así como las variaciones de sus peraltes, fijando un nuevo sistema coordinado cuyo origen se halle en la base y centro

de la columna, se pueden encontrar las coordenadas de los nudos inicial (i) y final (j) de cada elemento, las cuales aparecen en la siguiente tabla.

Punto	Coordenada	
	x	y
1	0.00	0.00
2	0.00	180.00
3	0.00	360.00
4	0.00	540.00
5	0.00	720.00
6	0.00	842.87
7	181.37	908.89
8	362.74	974.90
9	506.67	1058.00
10	650.61	1141.10
11	777.93	1247.93
12	905.24	1354.76
13	1010.16	1483.68
14	1114.68	1612.34
15	1195.51	1757.07
16	1275.90	1901.54
17	1330.20	2057.70
18	1384.15	2213.53

Las coordenadas están dadas en centímetros.

Tabla II-1

A continuación se muestra una tabla en donde aparecen las propiedades geométricas de las secciones transversales de -

los diferentes elementos que constituyen el marco.

Sec. #	Peralte (cm)	Área (cm ²)	Ix (cm ⁴)	Sx (cm ³)	Rx (cm)	Ry (cm)	Rt (cm)
1	80	200.18	231427	5786	34.0	9.2	10.6
2	80	125.39	142684	3567	33.7	6.8	7.9
3	75	122.21	123700	3299	31.8	6.8	7.9
4	70	119.04	106244	3036	29.9	6.9	7.9
5	65	97.07	71758	2208	27.2	6.6	7.8
6	60	93.89	60071	2002	25.3	6.7	7.9
7	55	90.72	49557	1802	23.4	6.7	7.9
8	50	87.54	40177	1607	21.4	7.0	8.0

Tabla II-2

Para los elementos que presentan una sección variable se tomaron los siguientes peraltes:

No. de elemento	Peralte (cm)
12	75
13	70
14	65
15	60
16	55
17	50

Tabla II-3

Se puede observar que siempre se considera como peralte constante a el más pequeño que tiene el elemento en toda su longitud (situación más desfavorable).

Ahora se presenta una tabla en la que aparece el número de elemento, su nudo i, su nudo j y el material o tipo de sección transversal de ese elemento (ver figura II-4).

Elem.	Sec #	Nudo i	Nudo j	Elem.	Sec #	Nudo i	Nudo j
1	1	1	2	9	2	9	10
2	1	2	3	10	2	10	11
3	1	3	4	11	2	11	12
4	1	4	5	12	3	12	13
5	1	5	6	13	4	13	14
6	2	6	7	14	5	14	15
7	2	7	8	15	6	15	16
8	2	8	9	16	7	16	17
				17	8	17	18

Tabla II-4

Para valuar las cargas que solicitan ese marco, es necesario recordar que el conjunto de 16 marcos principales, -- junto con las traveses secundarias que forman la retícula metálica (Fig. I-4) soportan la cubierta de revolución consti- tuida por la losacero. En la misma figura I-4 puede obser- verse que el marco estará cargado en los puntos donde se -- apoyan las traveses secundarias, esto sucede en los cambios - de inclinación de las traveses del marco principal, puntos: 6, 8, 10, 12, 14, 16 y 18 del modelo matemático (Fig. II-4). - Ahora bien, el valor de la carga para estos puntos será --- igual al producto del área tributaria que corresponde a las traveses secundarias que llegan al punto, por el peso por me- tro cuadrado de la cubierta de revolución.

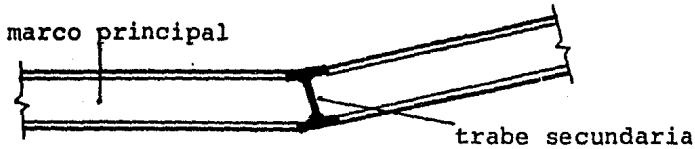


Figura II-6

En el capítulo I de esta tesis se hizo hincapié en que - la superficie de la cubierta de revolución tendría una curvatura circular, obtenida gracias a la moldeabilidad del -- concreto antes de su fraguado; pero para el análisis de la estructura esa superficie será considerada en tramos rectos; es decir, para cada trabe del marco principal inclinada un ángulo theta con respecto a la horizontal, se considera que el área de la cubierta que se halla sobre ella lleva esa -- misma inclinación constante.

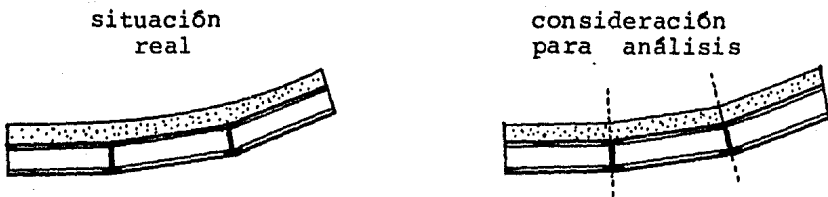


Figura II-7

Tomando un marco principal de la estructura, se observa que el área tributaria que le corresponde a una trabe secundaria está dada por $A_i + A_j$ (Fig. II-8); en donde A_i -- tiene una inclinación con respecto a la horizontal diferente de A_j , ya que la trabe secundaria se encuentra apoyada en el marco principal en un punto donde hay un cambio de inclinación de sus traves.

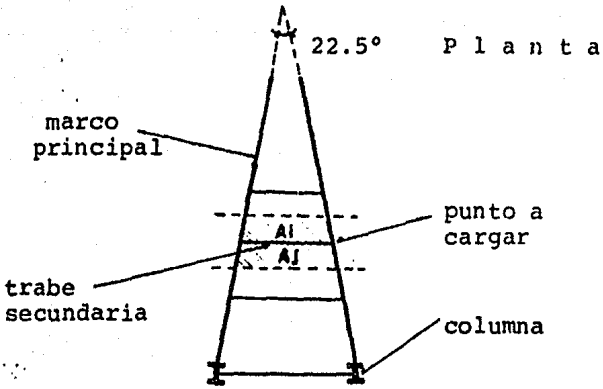


Figura II-8

En la figura anterior se muestra la proyección horizontal del área tributaria para una trabe secundaria; pero habrá que considerar su inclinación con respecto a la horizontal para obtener su valor real.

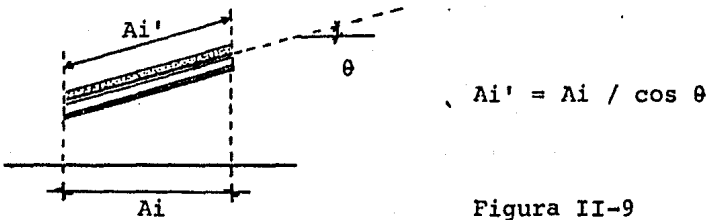


Figura II-9

Así, según lo expuesto el área tributaria para una trabe secundaria estará dada por la siguiente ecuación:

$$Ats = Ai / \cos (\theta i) + Aj / \cos (\theta j)$$

en donde:

Ats Valor del área tributaria que soporta una trabe secundaria.

A_i, A_j Proyección horizontal de las áreas tributarias con diferentes inclinaciones.

Theta i
Theta j Valores de los ángulos de inclinación de -- las áreas A_i y A_j respectivamente.

De la figura II-8 se observa que el área $A_{i,j}$ está dada por el área de un trapecio; para su cálculo es necesario conocer los parámetros de éste. Los valores de las bases -- así como las alturas de cada trapecio aparecen en la figura II-11.

La inclinación de cada trabe se obtiene encontrando el -- ángulo cuya tangente es la diferencia de abscisas entre la diferencia de ordenadas de los nudos extremos de dicha trabe.

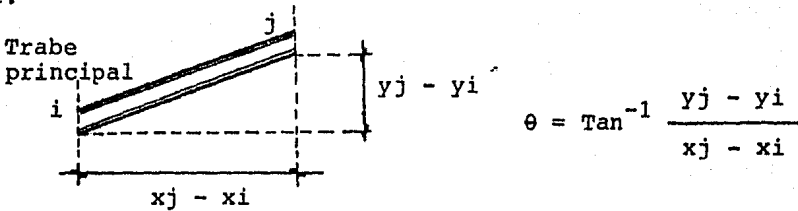


Figura II-10

A continuación se da una tabla que contiene el número i de cada área, su inclinación con respecto a la horizontal, -- el valor de su proyección horizontal, su valor real, y por último el valor del área tributaria para cada una de las -- traves secundarias.

Area No.	Theta	Area Proyección Horizontal	Area Real	Area tributaria para traves secundarias
1	17.29	12.36	12.94	12.94 m ²
2	17.29	11.09	11.61	20.71
3	30.48	7.84	9.10	
4	30.48	7.05	8.18	15.53
5	40.55	5.58	7.35	
6	40.55	4.97	6.54	12.36
7	51.43	3.63	5.82	
8	51.43	3.20	5.14	9.82
9	61.33	2.25	4.68	
10	61.33	1.99	4.14	7.76
11	71.56	1.15	3.62	
12	71.56	1.03	3.27	3.27

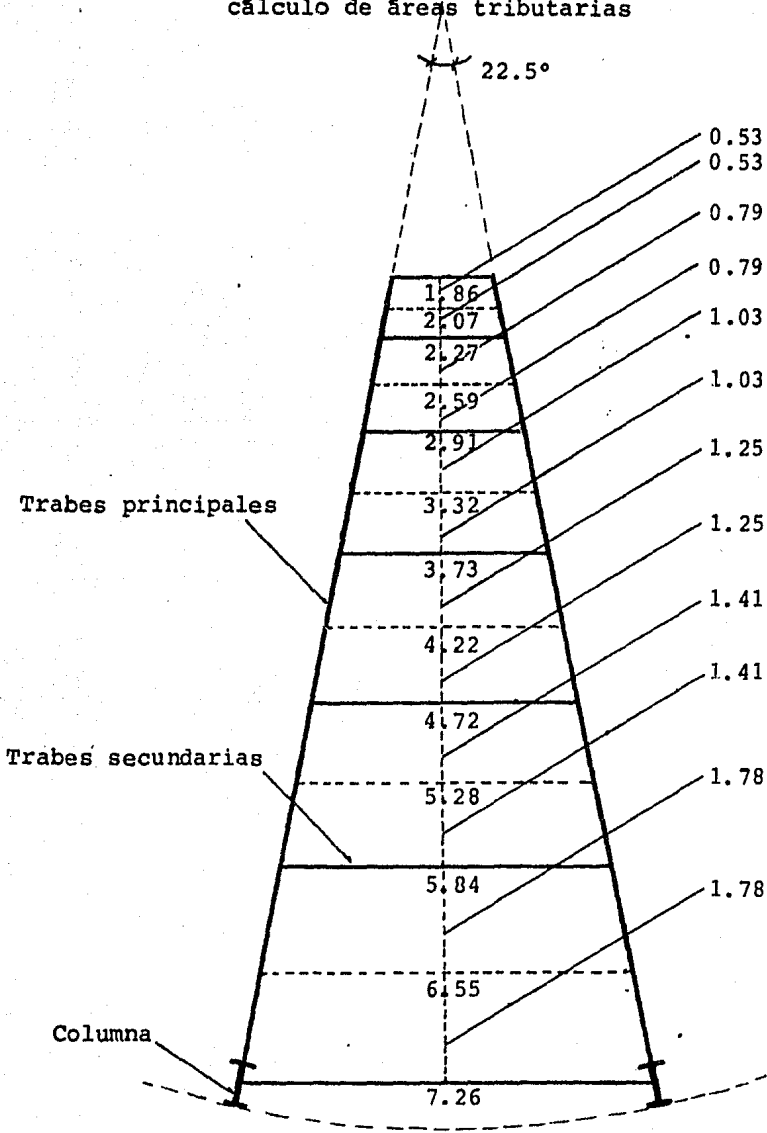
Tabla II-5

Ya conociendo los valores de las áreas tributarias para cada trabe secundaria; sólo resta evaluar la carga por metro cuadrado para la superficie de revolución, realizar los productos de carga por metro cuadrado por áreas, y con esas cargas puntuales proceder a analizar el marco principal.

II-b. Análisis por Carga Muerta.

Ya que el análisis y el diseño preliminar son usados para tener una idea a priori tanto de los elementos mecánicos, como de las secciones de la estructura, éste se hará exclusivamente para carga muerta; es decir, se supondrá que los

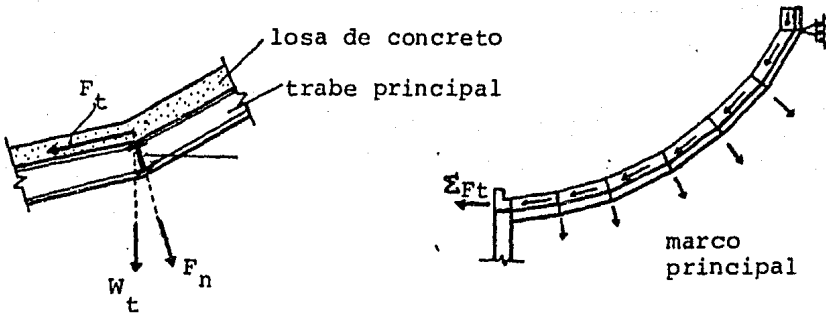
Longitudes empleadas para el
cálculo de áreas tributarias



Acot. mts.

Figura II-11

marcos estructurales, junto con las traveses secundarias soportan la " losacero " antes del fraguado del concreto de ésta, y por lo tanto no se tendrá carga viva. Ya el análisis definitivo de la estructura se hará con diferentes condiciones de carga, y en todas ellas considerando al concreto de la losacero fraguado. El peso de este concreto más la carga viva será descompuesto en dos direcciones, una normal y otra transversal, haciendo una acumulación de estas últimas componentes (fuerzas) hasta llegar al anillo perimetral de la cubierta (Anillo de Tensión). Todo esto será expuesto en forma más clara en el siguiente inciso de este capítulo.



W_t : carga debida al área tributaria de la trabe secundaria.

F_t : componente transversal de la carga W_t .

F_n : componente normal de la carga W_t .

Figura II-12

Esta descomposición de fuerzas no es posible hacerla en el análisis preliminar, ya que el modelo matemático no incluye a las traveses secundarias ni al anillo de tensión; por lo tanto la componente normal no puede ser descargada. En

$$H = R (1 - \cos 5^\circ) = 0.07104 \text{ m}$$

$$h = \frac{R'}{\cos 5^\circ} - R' = 0.07061 \text{ m}$$

el área total del triángulo 1-2-3 es:

$$\frac{1.62699 \times 2 (18.48418 + 0.05 + 0.0624)}{2} = 30.25645 \text{ m}^2$$

el área del sector circular 1-4-5 es:

$$\text{Pi}/360^\circ \times (18.48418)^2 \times 10^\circ = 29.81589 \text{ m}^2$$

el área del trapecio 2-6-7-3 es;

$$\left(\frac{1.62699 + 1.61716}{2} \right) (0.0624 + 0.05) \times 2 = 0.36464 \text{ m}^2$$

por lo tanto el área buscada (/////) se obtiene restando al área total el área del trapecio y del sector circular:

$$30.25645 - 29.81589 - 0.36464 = 0.07592 \text{ m}^2$$

dividiendo esa área entre la longitud de la trabe del marco principal se obtiene un espesor promedio adicional de concreto:

$$\text{Espesor promedio adicional} = \frac{0.07592 \text{ m}^2}{1.62699 \times 2} = 0.0233 \text{ m}$$

si se tiene un concreto de peso volumétrico igual a 1,600 - kg/m³ la sobrecarga es igual a:

$$\text{Sobrecarga} = 1,600 \text{ kg/m}^3 \times 0.0233 \text{ m} = \underline{\underline{37.28 \text{ kg/m}^2}}$$

Ya conociendo el valor de la sobrecarga debida al espesor adicional de concreto se puede estimar el peso por metro cuadrado que tendrá la cubierta.

Losacero ROMSA: Lámina QL-99 cal. 24	kg/m ²
con concreto ligero de 1,600 kg/m ³ y	
con espesor A = 5.0 cm (catálogo)	136.40
Sobrecarga por espesor adicional	37.28

Peso propio de la estructura metálica
(supuesto) 50.0

$$\text{Carga Muerta} = 223.68 \text{ kg/m}^2 \approx 225 \text{ kg/m}^2$$

Como las trabes secundarias de la estructura estarán apoyadas en los marcos principales, éstos serán analizados con las descargas de dichas trabes.

En el inciso anterior de este capítulo se calcularon las áreas tributarias que corresponden a cada trabe secundaria; multiplicando dichas áreas por el peso por metro cuadrado de la cubierta se obtiene el peso total para cada trabe secundaria.

No. nudo	área tributaria (m ²)	Carga (kgs)
6	12.94	2912
8	20.71	4660
10	15.53	3494
12	12.36	2781
14	9.82	2210
16	7.76	1746
18	3.27	736

Tabla II-6

El modelo matemático expuesto en el inciso a) de este capítulo es analizado con las cargas anteriores por medio del programa EASI. En el anexo No. 1, al final de la tesis se da un listado donde se muestran como datos de entrada: Las coordenadas de los nudos del modelo matemático, las propie-

dades geométricas de los elementos del marco, las incidencias de elementos y nudos, las cargas nodales y las restricciones de nudos. Como resultados están: Los elementos mecánicos de cada elemento (fuerza axial, cortante y momento flexionante), los desplazamientos de los nudos y las restricciones en los apoyos.

Con los resultados arrojados por el programa se elaboran los diagramas de fuerza axial, cortante, momento flexionante y deformaciones de la estructura.

II-c. Diseño Preliminar.

Tanto los elementos de los marcos principales así como las trabes secundarias serán revisados de acuerdo a las normas del Manual del Instituto Norteamericano de Construcción en Acero (American Institute of Steel Construction). En el anexo No. 2 de esta tesis se muestran dos diagramas de flujo basados en las normas de dicho manual, uno empleado para determinar si una sección es compacta o no lo es, y otro para hallar el valor de su esfuerzo de flexión permitido (F_b). Con ayuda de estos dos diagramas de flujo se realiza la revisión de secciones propuestas.

Observando los diagramas de fuerza axial, cortante y momento flexionante figuras II-14, II-15 y II-16 se puede apreciar que los elementos del marco principal que deben revisarse son los siguientes: Columna (nudos 1 al 6), tra-

Diagrama de Fuerza Axial, compresión (en Tons.)

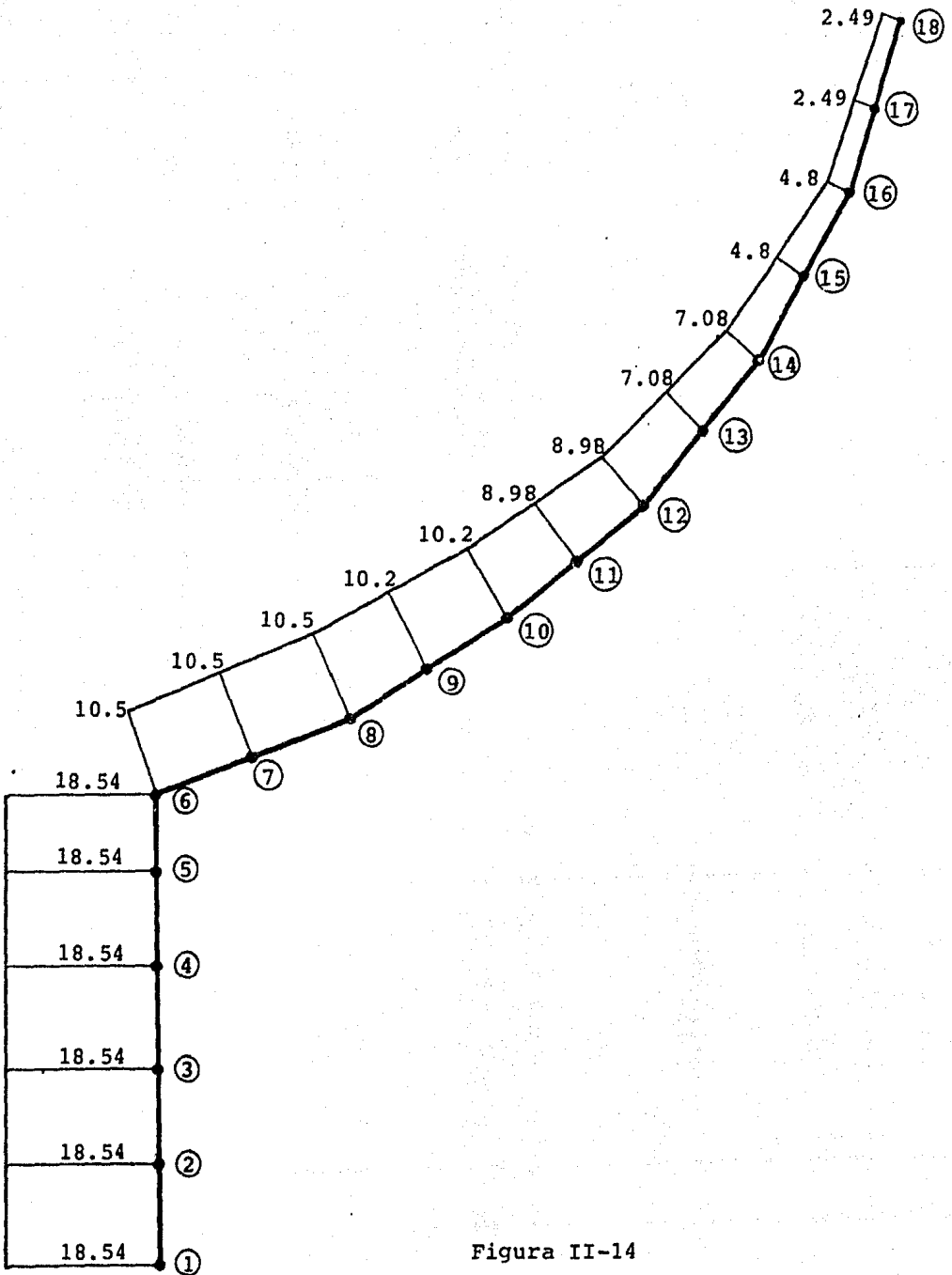


Figura II-14

Diagrama de Fuerza Cortante (en Tons.)

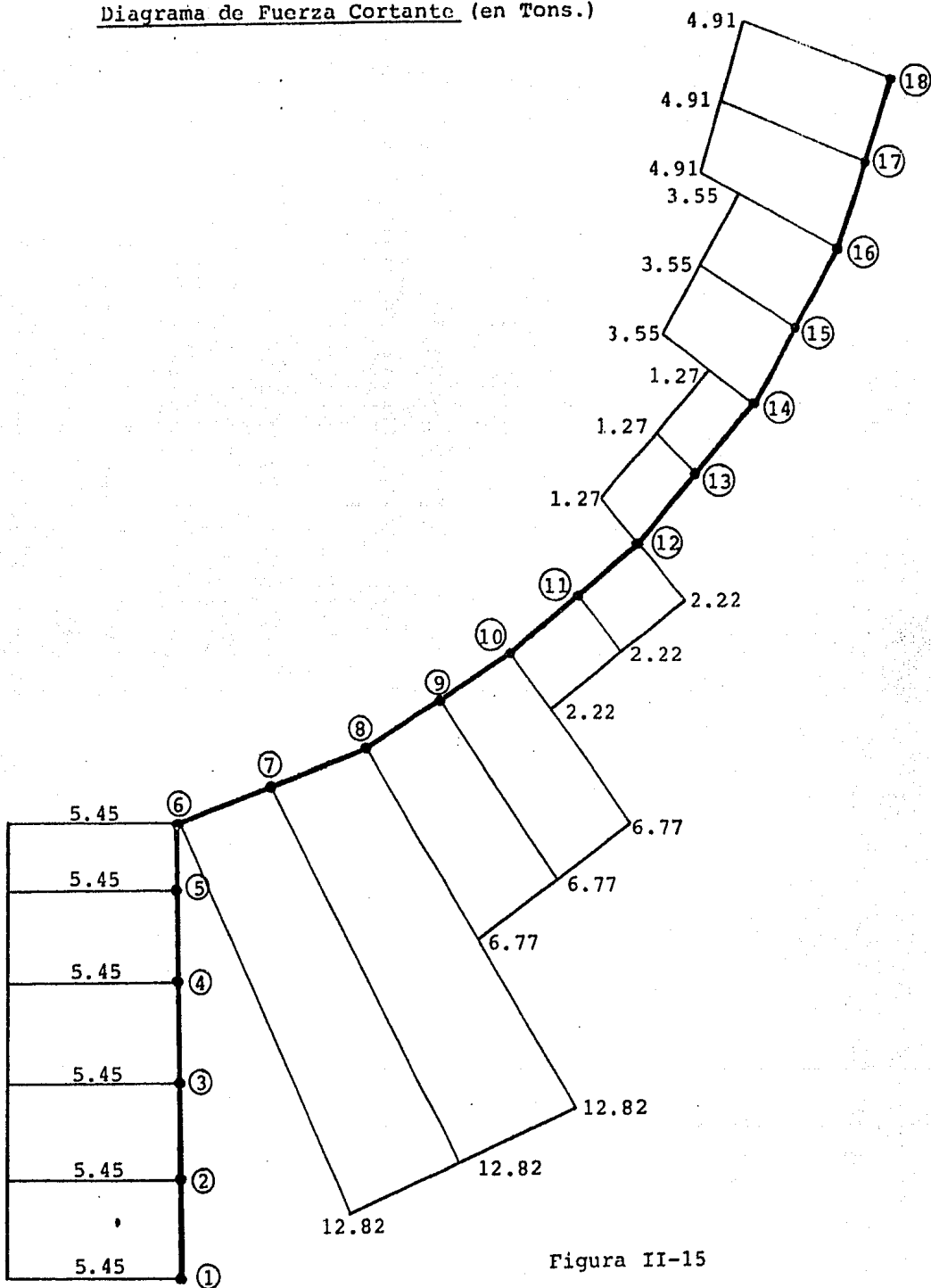


Figura II-15

Diagrama de Momentos Flexionantes (en Ton-m).

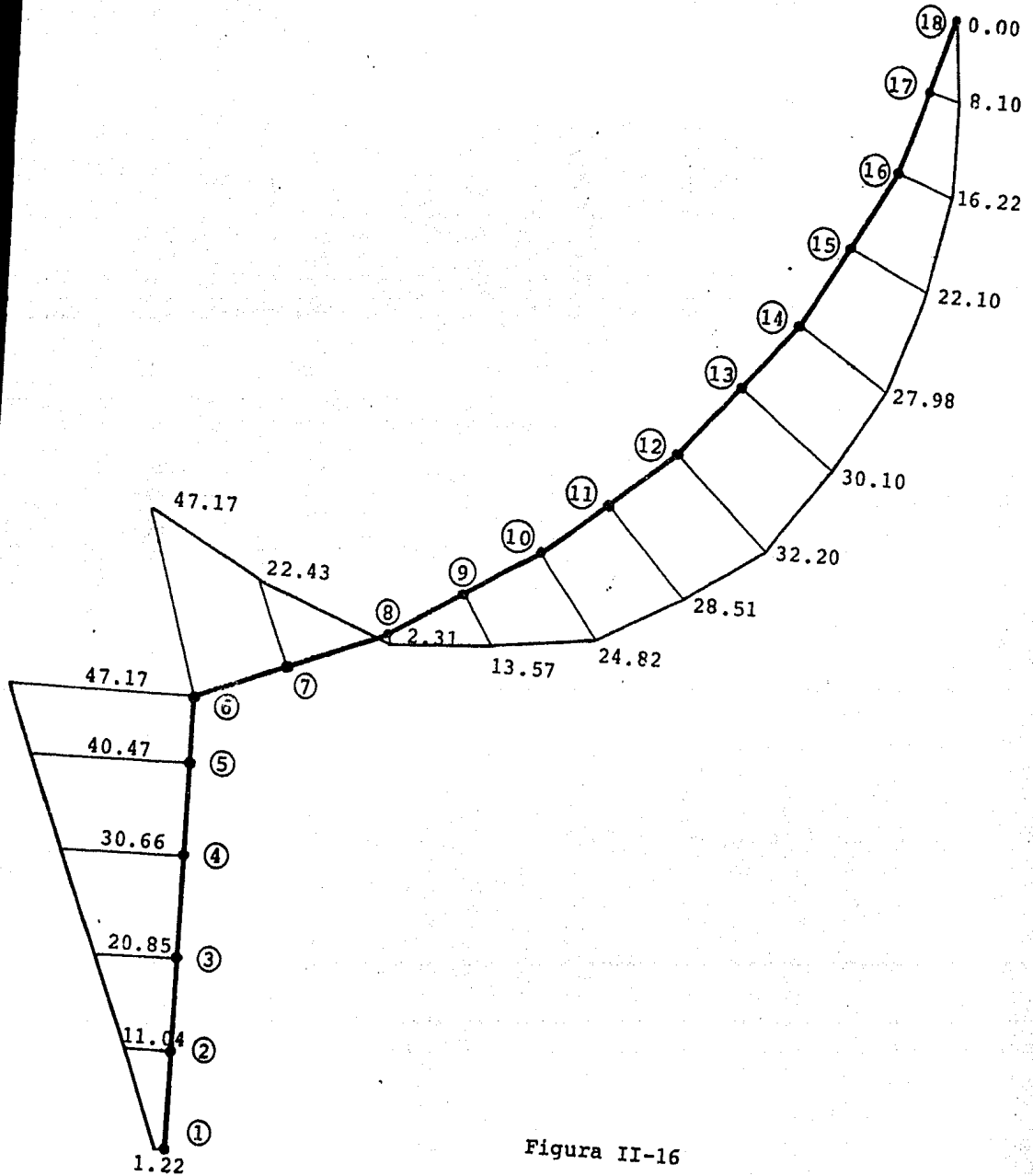


Figura II-16

Diagrama de deformaciones (en centímetros).

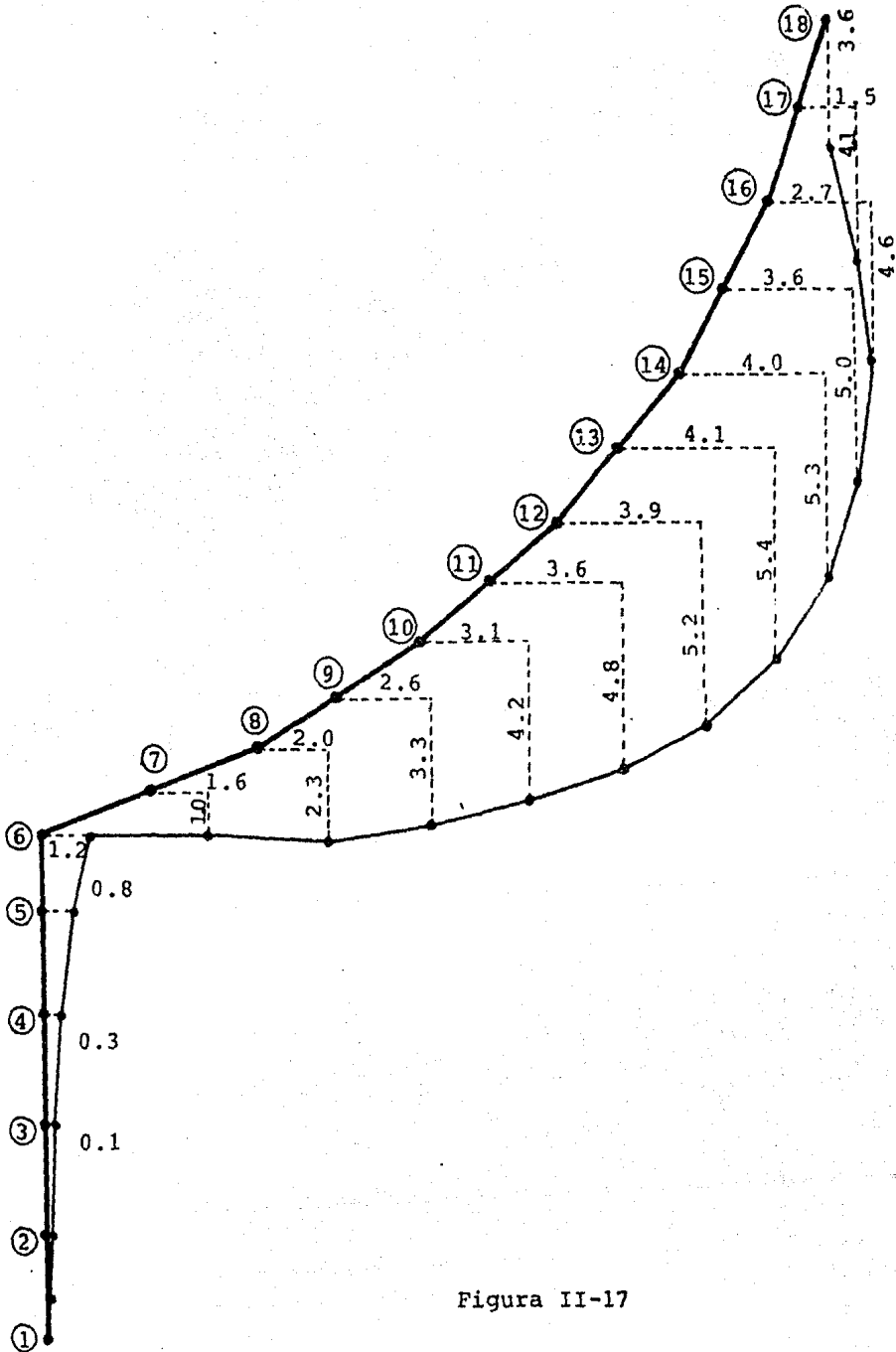
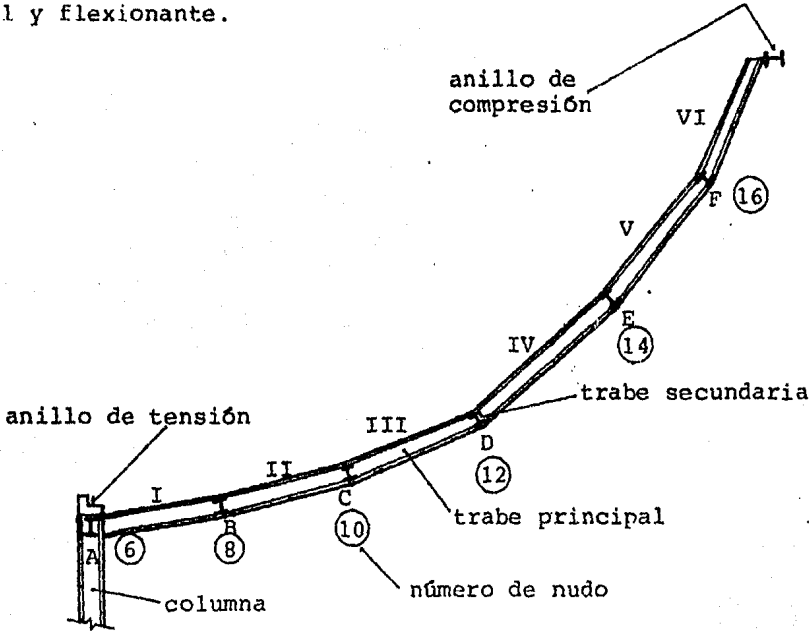


Figura II-17

be I (6 al 8), trabe IV (12 al 14) y trabe V (14 al 16); en todos ellos considerando una interacción de esfuerzos normal y flexionante.



Nomenclatura de travesaños principales y secundarios

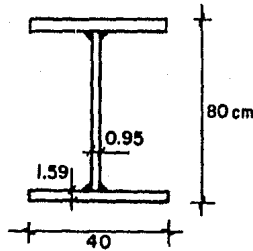
Figura II-18

Columna (nudos 1 al 6)

Area = 200.18 cm ²	momento en nudo i = 1.22 ton-m
Ix = 231427 cm ⁴	momento en nudo j = -47.17 ton-m
Sx = 5786 cm ³	fuerza axial = 18.54 ton
rx = 34.0 cm	fuerza cortante = 5.45 ton
ry = 9.2 cm	Lx = Ly = 843 cm
rt = 10.6 cm	

Se considerarán los siguientes valores:

$$k_x = 1.5 \quad y \quad k_y = 1.0$$



Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.5 \times 843}{34} = 37.19$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 843}{9.2} = 91.63 \quad \text{rige} \Rightarrow Fa = 0.9838 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa = 18.54 \text{ ton} / 200.18 \text{ cm}^2 = 0.093 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa/Fa = 0.093/0.9838 = 0.095$$

Esfuerzo a Flexión

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 fa/F_y); \quad fa/F_y = 0.093/2.53 = 0.037$$

$$fa/F_y < 0.16$$

$$d/tw = 80/0.95 = 84.21$$

$$\frac{169.66}{F_y} (1 - 3.74 fa/F_y) = \frac{169.66}{2.53} (1 - 3.74 \times 0.037) = 91.91$$

$$84.21 < 91.91$$

$$L_b \leq \frac{20.1416 bf}{\sqrt{F_y}}; \quad L_b = 843 \text{ cm}$$

$$\frac{20.1416 bf}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1416 \times 40}{\sqrt{2.53}} = 506.5;$$

$$843 > 506.5 \quad \Rightarrow \quad \text{Sección NO compacta}$$

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$bf/2tf = \frac{40}{2 \times 1.59} = 12.58 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2 \quad M_1 < M_2$$

$$M_1 = 1.22 \text{ ton-m}; \quad M_2 = -47.17 \text{ ton-m}; \quad M_1/M_2 = -1.22/47.17$$

$$= -0.026$$

$$C_b = 1.75 + 1.05 \times (-0.026) + 0.3 (-0.026)^2; \quad C_b = 1.72$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f}; \quad L_b = 843 \text{ cm} \quad d = 80 \text{ cm}$$
$$A_f = 40 \times 1.59 \text{ cm} = 63.6 \text{ cm}^2$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.72}{843 \times 80 / 63.6} \quad F_b' = 1.369$$
$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}; \quad L_b / r_t = 843 / 10.6 = 79.53$$

$$\sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1.72}{2.53}} = 156.10$$

$$79.53 < 156.10$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}; \quad L_b / r_t = 79.53$$

$$\sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.72}{2.53}} = 69.81$$

$$79.53 > 69.81$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L_b / r_t)^2}{107525 \times C_b} \right] \times F_y$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2.53 (843 / 10.6)^2}{107525 \times 1.72} \right] \times 2.53 \Rightarrow F_b'' = 1.468 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b'' > F_b' \quad \Rightarrow \quad F_b = 1.468 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{4717 \text{ ton-cm}}{5786 \text{ cm}^3} = 0.815 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b / F_b = 0.815 / 1.468 = 0.555$$

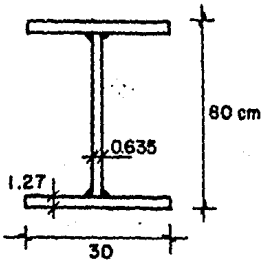
Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

$$f_a / F_a + f_b / F_b \leq 1; \quad 0.095 + 0.555 = 0.650 < 1$$

∴ se ACEPTA la sección.

Trabe I (Nudos 6 al 8)

Area = 125.39 cm ²	momento en nudo i = 47.17 ton-m
Ix = 142684 cm ⁴	momento en nudo j = 2.31 ton-m
Sx = 3567 cm ³	fuerza axial = 10.50 ton
rx = 33.7 cm	fuerza cortante = 12.82 ton
ry = 6.8 cm	Lx = 1800 cm
rt = 7.9 cm	Ly = 386 cm



Considerando:

$$kx = 1.4$$

$$ky = 1.0$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{kx \times Lx}{rx} = \frac{1.4 \times 1800}{33.7} = 74.8 \text{ rige} \Rightarrow Fa = 1.1202 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{ky \times Ly}{ry} = \frac{1.0 \times 386}{6.8} = 56.8$$

$$fa = 10.50 \text{ ton} / 125.39 \text{ cm}^2 = 0.084 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa/Fa = 0.084/1.1202 = 0.075$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy); \quad fa/Fy = 0.075/2.53 = 0.033$$
$$fa/Fy < 0.16$$

$$d/tw = 80/0.635 = 126$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.033) = 93.5$$

126 > 93.5 \Rightarrow sección No compacta

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{Fy}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{30}{2 \times 1.27} = 11.81 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2 \quad M_1 < M_2$$

$$M_1 = 2.31 \text{ ton-m} ; \quad M_2 = 47.17 \text{ ton-m}; \quad M_1/M_2 = 2.31/47.17 \\ = 0.049$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(0.049) + 0.3(0.049)^2; \quad C_b = 1.80$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f}$$

$$L_b = 386 \text{ cm} \quad d = 80 \text{ cm}$$

$$A_f = 30 \times 1.27 \text{ cm} = 38.10 \text{ cm}^2$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.80}{386 \times 80/38.10}$$

⇒

$$F_b' = 1.874 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b' > 0.6 F_y \Rightarrow$$

$$F_b = 0.6 F_y = 0.6 \times 2.53 \text{ ton/cm}^2 \Rightarrow F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{4717 \text{ ton-cm}}{3567 \text{ cm}^3} = 1.322 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 0.871$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.0; \quad 0.075 + 0.871 = 0.946 < 1.0$$

∴ se ACEPTA la sección

Trabe IV (Nudos 12 al 14)

$$\text{Area} = 122.21 \text{ cm}^2$$

$$\text{momento en nudo i} = -32.20 \text{ ton-m}$$

$$I_x = 123700 \text{ cm}^4$$

$$\text{momento en nudo j} = 27.98 \text{ ton-m}$$

$$S_x = 3299 \text{ cm}^3$$

$$\text{fuerza axial} = 8.98 \text{ ton}$$

$$r_x = 31.8 \text{ cm}$$

$$\text{fuerza cortante} = 3.55 \text{ ton}$$

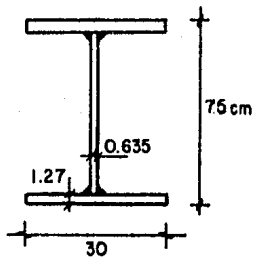
$$r_y = 6.8 \text{ cm}$$

$$L_x = 1800 \text{ cm}$$

$$r_t = 7.9 \text{ cm}$$

$$L_y = 332 \text{ cm}$$

Considerando $k_x = 1.4$ y $k_y = 1.0$



Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.4 \times 1800}{31.8} = 79.3 \text{ rige} \Rightarrow F_a = 1.0895 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 332}{6.8} = 48.8$$

$$f_a = 8.98 \text{ ton} / 122.21 \text{ cm}^2 = 0.07 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a / F_a = 0.07 / 1.0895 = 0.064$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y) ; \quad f_a / F_y = 0.07 / 2.53 = 0.028$$
$$f_a / F_y \quad 0.16$$

$$d / t_w = 75 / 0.635 = 118$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.028) = 95.5$$

118 > 95.5 \Rightarrow sección NO compacta

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{30}{2 \times 1.27} = 11.81 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.85$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(M_1/M_2) + 0.3(M_1/M_2)^2 \quad M_1 < M_2$$

$$M_1 = 27.98 \text{ ton-m} ; \quad M_2 = -32.20 \text{ ton-m} ; \quad M_1/M_2 = -0.869$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(-0.869) + 0.3(-0.869)^2 ; \quad C_b = 1.06$$

$$Fb' = \frac{843.68 \times Cb}{Lb \times d / Af}$$

$$Lb = 332 \text{ cm} \quad d = 75 \text{ cm}$$
$$Af = 30 \times 1.27 \text{ cm} = 38.10 \text{ cm}^2$$

$$Fb' = \frac{843.68 \times 1.06}{332 \times 75 / 38.10}$$

$$Fb' = 1.368 \text{ ton/cm}^2$$

$$Fb' < 0.6 Fy$$

$$\frac{Lb}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times Cb}{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = \frac{332}{7.9} = 42.03 < \sqrt{\frac{35841.67 \times Cb}{Fy}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1.06}{2.53}} = 122.54$$

$$\frac{Lb}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = 42.03 < \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.06}{2.53}} = 54.80$$

$$\frac{Lb}{bf} \leq \frac{20.1476}{\sqrt{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{bf} = \frac{332}{30} = 11.07 < \frac{20.1476}{\sqrt{Fy}} = \frac{20.1476}{\sqrt{2.53}} = 12.67$$

$$Fb = 0.6 Fy$$

$$Fb = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$fb = \frac{M}{Sx} = \frac{3220 \text{ ton-cm}}{3299 \text{ cm}^3} = 0.98 \text{ ton / cm}^2$$

$$fb / Fb = 0.98 / 1.518 = 0.646$$

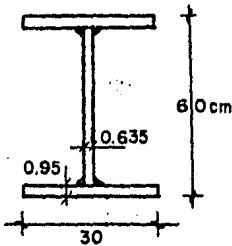
Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

$$fa/Fa + fb/Fb \leq 1.0 ; \quad 0.064 + 0.646 = 0.710 < 1.0$$

∴ se ACEPTA la sección.

Trabe V (Nudos 14 al 16)

Area = 93.89 cm ²	momento en nudo i = -27.98 ton-m
Ix = 60071 cm ⁴	momento en nudo j = 16.22 ton-m
Sx = 2002 cm ³	fuerza axial = 7.08 ton
rx = 25.3 cm	fuerza cortante = 4.91 ton
ry = 6.7 cm	Lx = 1800 cm
rt = 7.9 cm	Ly = 331 cm



Considerando:

$$k_x = 1.4$$

$$k_y = 1.0$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.4 \times 1800}{25.3} = 99.60 \text{ rige} \Rightarrow F_a = 0.9142 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 331}{6.7} = 49.40$$

$$f_a = 7.08 \text{ ton} / 93.89 \text{ cm}^2 = 0.075 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a / F_a = 0.075 / 0.9142 = 0.082$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y); \quad f_a / F_y = 0.075 / 2.53 = 0.030$$
$$f_a / F_y < 0.16$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{60}{0.635} = 94.49$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.03) = 94.70$$

$$94.49 < 94.70$$

$$L_b \leq \frac{20.1416 \times b_f}{\sqrt{F_y}}$$

$$L_b = 331 \text{ cm} < \frac{20.1416 \times b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1416 \times 30}{\sqrt{2.53}} = 379.9$$

$$L_b \leq \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y}$$

$$d = 60 \text{ cm}$$

$$A_f = 30 \times 0.95 = 28.5 \text{ cm}^2$$

$$L_b = 331 > \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y} = \frac{1405.56}{(60/28.5) 2.53} = 263.89 \Rightarrow$$

sección NO compacta

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{30}{2 \times 0.95} = 15.79 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$C_b = 1.75 + 1.05 (M_1/M_2) + 0.3 (M_1/M_2)^2 \quad M_1 < M_2$$

$$M_1 = 16.22 \text{ ton-m}; \quad M_2 = -27.98 \text{ ton-m}; \quad M_1/M_2 = -0.580$$

$$C_b = 1.75 + 1.05 (-0.580) + 0.3 (-0.580)^2; \quad C_b = 1.242$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f}$$

$$L_b = 331 \text{ cm}$$

$$A_f = 28.5 \text{ cm}^2$$

$$d = 60 \text{ cm}$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.242}{331 \times 60 / 28.5};$$

$$F_b' = 1.504 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = \frac{331}{7.9} = 41.90 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1.242}{2.53}} = 132.65$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = 79.53 < \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.242}{2.53}} = 59.32$$

$$\frac{L_b}{b_f} \leq \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{b_f} = \frac{331}{30} = 11.03 < \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1476}{\sqrt{2.53}} = 12.67 \Rightarrow$$

$$F_b = 0.6 \times F_y ; \quad F_b = 0.6 \times 2.53 = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = M/S_x = 2798 \text{ ton-cm} / 2002 \text{ cm}^3 = 1.398 \text{ ton/cm}^2$$

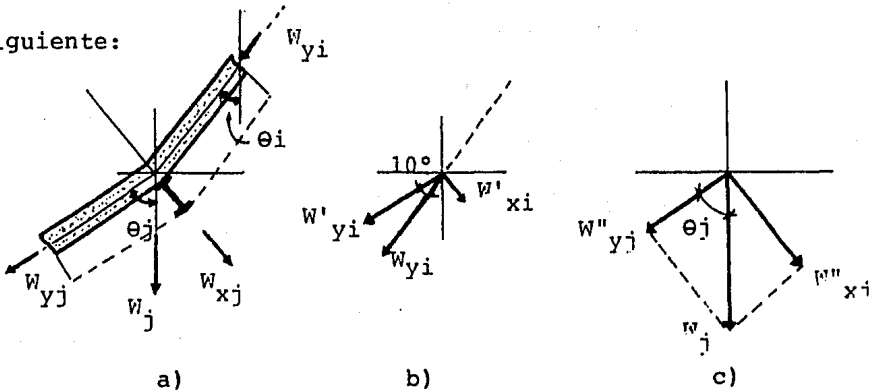
$$f_b/F_b = 1.398/1.518 = 0.921$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.0 ; \quad 0.082 + 0.921 = 1.003 \approx 1.0$$

∴ se ACEPTA la sección.

En el inciso anterior de este capítulo se indicó que en el análisis definitivo de la estructura se haría una descomposición del peso del concreto de la cubierta más la carga viva; pero para realizar una revisión preliminar de las --trabes secundarias habrá que hacer esa descomposición de --fuerzas ahora. Tomando un tramo de la cubierta se tiene lo siguiente:



Descomposición de fuerzas debidas al peso del concreto de la cubierta

Figura II-19

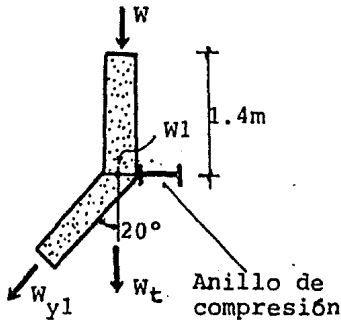
En la figura anterior:

θ_i, θ_j	Angulo de inclinación de la trabe del marco principal con respecto a la vertical.
W_{yi}	Fuerza transversal acumulada del tramo anterior.
W_{yj}	Fuerza transversal a acumular para el siguiente tramo.
W_j	Carga debida al área tributaria que corresponde a la trabe secundaria.
W'_{yi}, W'_{xi}	Componentes de la fuerza W_{yi}
W''_{yj}, W''_{xj}	Componentes de la fuerza W_j
W_{xj}	Fuerza normal sobre la trabe secundaria. Con esta carga uniforme se revisará la trabe secundaria.

La fuerza transversal acumulada del tramo anterior será descompuesta como se indica en la figura II-19 b). La carga debida al área tributaria que corresponde a la trabe secundaria también se descompondrá pero ahora como se muestra en la figura II-19 c). La fuerza transversal acumulada para el siguiente tramo será: $W_{yj} = W'_{yi} + W''_{yj}$ y la carga con la que se revisará a la trabe secundaria estará dada por: $W_{xj} = W'_{xi} + W''_{xj}$

Este procedimiento se efectuará para cada una de las trabes secundarias con excepción del anillo de compresión, donde se supondrá que éste no recibe ninguna carga normal debida al peso de la cubierta, "transmitiendose" éste íntegramente al siguiente tramo de la losa. La acumulación de fuerzas transversales se hará hasta llegar al anillo de tensión.

Para poder realizar la descomposición de fuerzas descrita es necesario que el concreto haya fraguado; si esto ha sucedido, entonces se debe considerar una carga de servicio de la cubierta de 295 kg/m^2 , la cual incluye a la carga muerta más la carga viva (ver tabla III-3).



$$W = 1.4 \text{ m} \times 295 \text{ kg/m}^2 = 413 \text{ kg/m}$$

$$\text{Area tributaria} = 3.27 \text{ m}^2$$

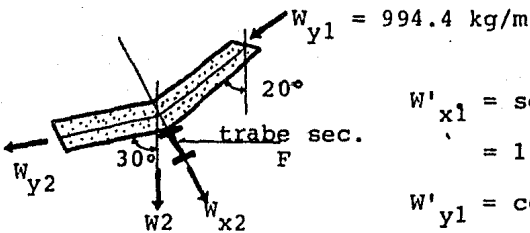
$$\text{Long. de la trabe} = 1.85 \text{ m}$$

$$W1 = \frac{3.27 \text{ m}^2 \times 295 \text{ kg/m}^2}{1.85 \text{ m}}$$

$$W1 = 521.43 \text{ kg/m}$$

$$W_t = 413 \text{ kg/m} + 521.43 \text{ kg/m} = 943.43 \text{ kg/m}$$

$$W_{y1} = 943.43 \text{ kg/m} / \cos 20^\circ = 994.40 \text{ kg/m}$$



$$W'_{x1} = \sin 10^\circ \times 994 \text{ kg/m} = 172.61 \text{ kg/m}$$

$$W'_{y1} = \cos 10^\circ \times 994 \text{ kg/m} = 978.90 \text{ kg/m}$$

$$\text{Area tributaria} = 7.76 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la trabe} = 2.28 \text{ m}$$

$$W2 = \frac{7.76 \text{ m}^2 \times 295 \text{ kg/m}^2}{2.28 \text{ m}} = 1004.03 \text{ kg/m}$$

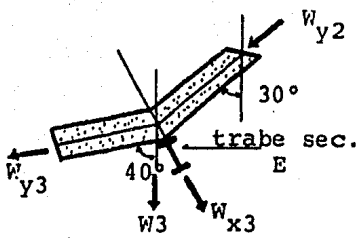
$$W''_{x2} = \sin 30^\circ \times 1004.03 \text{ kg/m} = 502.01 \text{ kg/m}$$

$$W''_{y2} = \cos 30^\circ \times 1004.03 \text{ kg/m} = 820.27 \text{ kg/m}$$

$$W_{,x2} = 172.61 + 502.01 \text{ kg/m} = 674.62 \text{ kg/m} *$$

$$W_{y2} = 978.90 + 820.27 \text{ kg/m} = 1799.17 \text{ kg/m}$$

* Con estas cargas serán revisadas las trabes secundarias.



$$W_{y2} = 1799.17 \text{ kg/m}$$

$$W'_{x2} = \text{sen } 10^\circ \times 1799.17 \text{ kg/m} \\ = 312.42 \text{ kg/m}$$

$$W'_{y2} = \text{cos } 10^\circ \times 1799.17 \text{ kg/m} \\ = 1771.84 \text{ kg/m}$$

$$\text{Area tributaria} = 9.82 \text{ m}^2$$

Longitud de la trabe 2.91 m

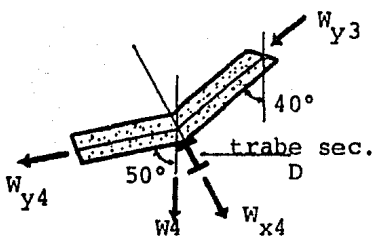
$$W_3 = \frac{9.82 \text{ m}^2 \times 295 \text{ kg/m}}{2.91 \text{ m}} = 955.5 \text{ kg/m}$$

$$W''_{x3} = \text{sen } 40^\circ \times 955.50 \text{ kg/m} = 614.19 \text{ kg/m}$$

$$W''_{y3} = \text{cos } 40^\circ \times 955.50 \text{ kg/m} = 731.95 \text{ kg/m}$$

$$W_{x3} = 312.42 + 614.19 \text{ kg/m} = 926.61 \text{ kg/m} \quad *$$

$$W_{y3} = 1771.84 + 731.95 \text{ kg/m} = 2503.79 \text{ kg/m}$$



$$W_{y3} = 2503.79 \text{ kg/m}$$

$$W'_{x3} = \text{sen } 10^\circ \times 2503.79 \text{ kg/m} \\ = 434.78 \text{ kg/m}$$

$$W'_{y3} = \text{cos } 10^\circ \times 2503.79 \text{ kg/m} \\ = 2465.75 \text{ kg/m}$$

$$\text{Area tributaria} = 12.36 \text{ m}^2$$

Longitud de la trabe = 3.73 m

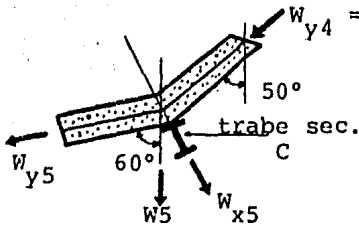
$$W_4 = \frac{12.36 \text{ m}^2 \times 295 \text{ kg/m}^2}{3.73 \text{ m}} = 977.53 \text{ kg/m}$$

$$W''_{x4} = \text{sen } 50^\circ \times 977.53 \text{ kg/m} = 748.83 \text{ kg/m}$$

$$W''_{y4} = \text{cos } 50^\circ \times 977.53 \text{ kg/m} = 628.35 \text{ kg/m}$$

$$W_{x4} = 434.78 + 748.83 \text{ kg/m} = 1183.61 \text{ kg/m} \quad *$$

$$W_{y4} = 2465.75 + 628.35 \text{ kg/m} = 3094.10 \text{ kg/m}$$



$$W'_{x4} = \text{sen } 10^\circ \times 3094.10 \text{ kg/m} \\ = 537.28 \text{ kg/m}$$

$$W'_{y4} = \text{cos } 10^\circ \times 3094.10 \text{ kg/m} \\ = 3047.09 \text{ kg/m}$$

$$\text{Area tributaria} = 15.53 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la trabe} = 4.72 \text{ m}$$

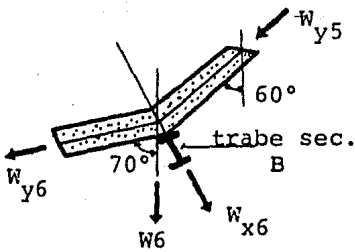
$$W_5 = \frac{15.53 \text{ m}^2 \times 295 \text{ kg/m}^2}{4.72 \text{ m}} = 977.53 \text{ kg/m}$$

$$W''_{x5} = \text{sen } 60^\circ \times 977.53 \text{ kg/m} = 846.05 \text{ kg/m}$$

$$W''_{y5} = \text{cos } 60^\circ \times 977.53 \text{ kg/m} = 488.77 \text{ kg/m}$$

$$W_{x5} = 537.28 + 846.05 \text{ kg/m} = 1383.33 \text{ kg/m} \quad *$$

$$W_{y5} = 3047.09 + 488.77 \text{ kg/m} = 3535.86 \text{ kg/m}$$



$$W'_{x5} = \text{sen } 10^\circ \times 3535.86 \text{ kg/m} \\ = 614.00 \text{ kg/m}$$

$$W'_{y5} = \text{cos } 10^\circ \times 3535.86 \text{ kg/m} \\ = 3482.14 \text{ kg/m}$$

$$\text{Area tributaria} = 20.71 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la trabe} = 5.84 \text{ m}$$

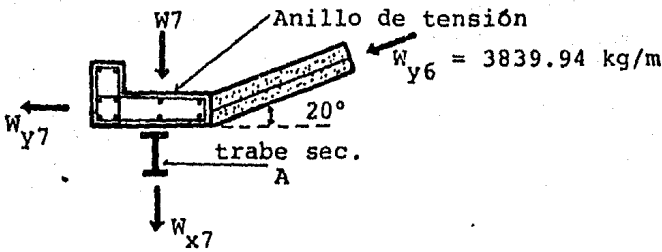
$$W_6 = \frac{20.71 \text{ m}^2 \times 295 \text{ kg/m}^2}{5.84 \text{ m}} = 1046.14 \text{ kg/m}$$

$$W''_{x6} = \text{sen } 70^\circ \times 1046.14 \text{ kg/m} = 983.05 \text{ kg/m}$$

$$W''_{y6} = \text{cos } 70^\circ \times 1046.14 \text{ kg/m} = 357.80 \text{ kg/m}$$

$$W_{x6} = 614.00 + 983.05 \text{ kg/m} = 1597.05 \text{ kg/m} \quad *$$

$$W_{y6} = 3482.14 + 357.80 \text{ kg/m} = 3839.94 \text{ kg/m}$$



$$W'_{x7} = \text{sen } 20^\circ \times 3839.94 \text{ kg/m} = 1313.34 \text{ kg/m}$$

$$W_{y7} = \text{cos } 20^\circ \times 3839.94 \text{ kg/m} = 3608.36 \text{ kg/m} \quad **$$

** Fuerza de tensión sobre el anillo.

$$\text{Area tributaria} = 12.94 \text{ m}^2 \quad \text{Long. de la trabe} = 7.26 \text{ m}$$

$$W_7 = \frac{12.94 \text{ m}^2 \times 295 \text{ kg/m}^2}{7.26 \text{ m}} = 525.80 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso propio del anillo} = 768 \text{ kg/m}$$

$$W_{x7} = 1313.34 + 525.80 + 768 \text{ kg/m} = 2607.14 \text{ kg/m} \quad ***$$

*** Fuerza vertical sobre el anillo.

La trabe secundaria A será revisada sin considerar el peso del anillo de tensión; ya que el armado de éste estará calculado para soportar su propio peso. Así la carga para la trabe A será: $1313.34 + 525.80 \text{ kg/m} = 1839.14 \text{ kg/m} *$

A continuación se da una tabla donde aparecen el tipo de sección, carga y longitud para cada una de las trabes secundarias.

Trabe Secundaria	Tipo de sección	Longitud (ml)	Carga w (kg/ml)
A	1	7.26	1,839
B	1	5.84	1,597

Trabe Secundaria	Tipo de sección	Longitud (ml)	Carga w (kg/ml)
C	1	4.72	1,383
D	1	3.73	1,184
E	2	2.91	927
F	3	2.28	675

Tabla II-7

Las secciones propuestas para dichas traveses son las siguientes:

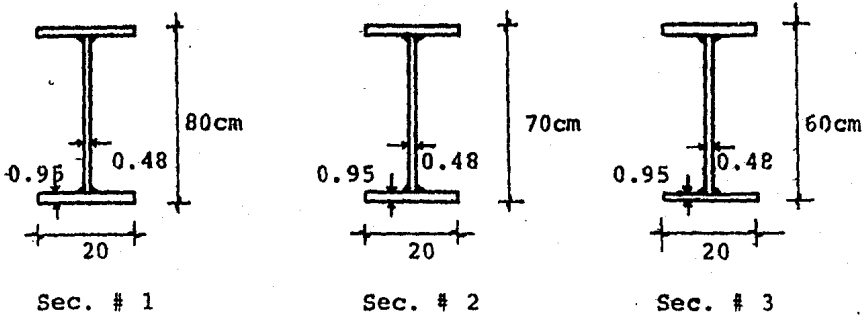


Figura II-20

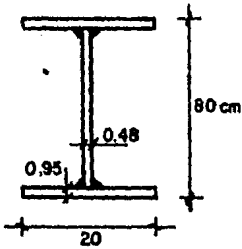
Las propiedades geométricas para esas secciones son:

Sec. #	Area (cm ²)	Ix (cm ⁴)	Iy (cm ⁴)	Sx (cm ³)	Sy (cm ³)	rx (cm)	ry (cm)	rt (cm)
1	75.49	78,423	1,267	1,961	127	32.3	4.1	5.0
2	70.69	57,931	1,267	1,655	127	28.6	4.2	5.1
3	65.89	40,973	1,267	1,366	127	24.9	4.4	5.2

Tabla II-8

Revisión de traves secundarias.

Traves tipo A



Propiedades de la sección:

Area =	75.49 cm ²
Ix =	78,423 cm ⁴
Sx =	1,961 cm ³
rx =	32.20 cm
rt =	5.0 cm

Carga uniformemente distribuida $w = 18.39$ kg/cm

Longitud de la trabe = 726 cm

$$\text{Momento } M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{18.39 \text{ kg/cm} \times (726 \text{ cm})^2}{8} = 1,211,616 \text{ kg-cm}$$

$$M = 1,211.616 \text{ ton-cm}$$

$$L_b = 726 \text{ cm} / 2 = 363 \text{ cm}$$

Nota: Antes del fraguado del concreto habrá que arriostrar la trabe al centro del claro. Ya fraguado el concreto la trabe se encontrará arriostrada en toda su longitud.

Revisión por esfuerzo de Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y) ; \quad f_a = 0.00$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{80}{0.48} = 166.67 > \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} = 106.66 \quad \Rightarrow$$

sección NO compacta

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} ;$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{20}{2 \times 0.95} = 10.53 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f}$$

$$C_b = 1.00 \quad d = 80 \text{ cm}$$

$$A_f = 20 \times 0.95 = 19.0 \text{ cm}^2$$

$$Fb' = \frac{843.68 \times 1.0}{363 \times 80 / 19} ;$$

$$Fb' = 0.552 \text{ ton/cm}^2$$

$$Fb' < 0.6 Fy$$

$$\frac{Lb}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times Cb}{Fy}} ;$$

$$rt = 5.0 \text{ cm}$$

$$\frac{Lb}{rt} = \frac{363}{5} = 72.6 < \sqrt{\frac{35841.67 \times Cb}{Fy}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{Lb}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = 72.6 > \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1}{2.53}} = 53.23$$

$$Fb'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{Fy (Lb/rt)^2}{107525 \times Cb} \right] Fy$$

$$Fb'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2.53 (363/5)^2}{107525 \times 1} \right] \times 2.53 ; \quad Fb'' = 1.373 \text{ ton/cm}^2$$

$$Fb'' > Fb' \quad \Rightarrow \quad Fb = 1.373 \text{ ton/cm}^2$$

$$fb = \frac{M}{Sx} = \frac{1,211.616 \text{ ton-cm}}{1,961 \text{ cm}^3} = 0.618 \text{ ton/cm}^2$$

Como $Fb > fb$ la sección se ACEPTA.

Trabes tipo B

La sección es la misma que para las trabes tipo A.

Carga uniformemente distribuida $w = 15.97 \text{ kg/cm}$

Longitud de la trabe = 584 cm

$$\text{Momento } M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{15.97 \text{ kg/cm} \times (584 \text{ cm})^2}{8} = 680,833 \text{ kg-cm} \\ = 680.833 \text{ ton-cm}$$

Revisión por esfuerzo de Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy) ; \quad fa = 0.00$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{80}{0.48} = 166.67 > \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} = 106.66 \Rightarrow$$

sección NO compacta

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{20}{2 \times 0.95} = 10.53 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} ;$$

$$C_b = 1.00 \quad d = 80 \text{ cm}$$

$$A_f = 20 \times 0.95 = 19.0 \text{ cm}^2$$

$$L_b = 584 \text{ cm}$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.0}{584 \times 80 / 19}$$

$$F_b' = 0.343 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} ;$$

$$rt = 5.0 \text{ cm}$$

$$\frac{L_b}{rt} = \frac{584}{5} = 116.8 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{rt} = 116.8 > \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1}{2.53}} = 53.23$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L_b/rt)^2}{107525 \times C_b} \right] \times F_y$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2.53 (584/5)^2}{107525 \times 1} \right] \times 2.53 \quad F_b'' = 0.875 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b'' > F_b' \Rightarrow F_b = 0.875 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{680.833 \text{ ton-cm}}{1961 \text{ cm}^3} = 0.347 \text{ ton/cm}^2$$

Como $F_b > f_b$ la sección se ACEPTA.

Trabes tipo C

La sección es la misma que para las trabes tipo A.

Carga uniformemente distribuida $w = 13.83 \text{ kg/cm}$

Longitud de la trabe = 472 cm

Como esta trabe tiene la misma sección que la tipo A pero carga y longitud menores no se revisará.

Trabes tipo D

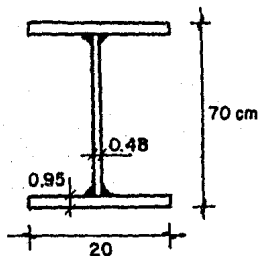
La sección es la misma que para las trabes tipo A.

Carga uniformemente distribuida $w = 11.84 \text{ kg/cm}$

Longitud de la trabe = 373 cm

Sucede lo mismo que con las trabes tipo C.

Trabes tipo E



Propiedades de la sección:

$$\text{Area} = 70.69 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 57,931 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 1,655 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 28.60 \text{ cm}$$

$$r_t = 5.10 \text{ cm}$$

Carga uniformemente distribuida $w = 9.27 \text{ kg/cm}$

Longitud de la trabe = 291 cm

$$\begin{aligned} \text{Momento } M &= \frac{w \times L^2}{8} = \frac{9.27 \times (291)^2}{8} = 98,124 \text{ kg-cm} \\ &= 98.124 \text{ ton-cm} \end{aligned}$$

Revisión por esfuerzo de Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) ; \quad f_a = 0.00$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{70}{0.48} = 145.83 > \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} = 106.66 \Rightarrow$$

sección NO compacta

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{20}{2 \times 0.95} = 10.53 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} ; \quad C_b = 1.00 \quad d = 70 \text{ cm}$$
$$A_f = 20 \times 0.95 = 19.0 \text{ cm}^2$$
$$L_b = 291 \text{ cm}$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.0}{291 \times 70 / 19} \quad F_b' = 0.787 \text{ ton / cm}^2$$

$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} ; \quad rt = 5.1 \text{ cm}$$

$$\frac{L_b}{rt} = \frac{291}{5.1} = 57.06 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{rt} = 57.06 > \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1}{2.53}} = 53.23$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L_b/rt)^2}{107525 \times C_b} \right] \times F_y$$

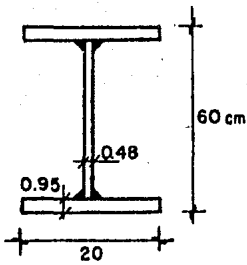
$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2.53 (291/5.1)^2}{107525 \times 1.0} \right] \times 2.53 ; \quad F_b'' = 1.493 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b'' > F_b' \Rightarrow \quad F_b = 1.493 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{98.124 \text{ ton-cm}}{1655 \text{ cm}^3} = 0.059 \text{ ton/cm}^2$$

Como $F_b > f_b$ la sección se ACEPTA.

Trabes tipo F



Propiedades de la sección:

$Area = 65.89 \text{ cm}^2$
 $I_x = 40973 \text{ cm}^4$
 $S_x = 1366 \text{ cm}^3$
 $r_x = 24.90 \text{ cm}$
 $r_t = 5.20 \text{ cm}$

Carga uniformemente distribuida $w = 6.75 \text{ kg/cm}$

Longitud de la trabe = 228 cm

$$Momento M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{6.75 \times (228)^2}{8} = 43,862 \text{ kg-cm}$$

$$= 43.862 \text{ ton-cm}$$

Revisión por esfuerzo de Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) ; \quad f_a = 0.00$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{60}{0.48} = 125 > \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} = \frac{169.66}{1.59} = 106.66 \Rightarrow$$

sección NO compacta

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{20}{2 \times 0.95} = 10.53 < \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = \frac{25.185}{1.59} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} ; \quad C_b = 1.00 \quad d = 60 \text{ cm}$$

$$A_f = 20 \times 0.95 = 19 \text{ cm}^2$$

$$L_b = 228 \text{ cm}$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.00}{228 \times 60 / 19} ; \quad F_b' = 1.172 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} ; \quad r_t = 5.2 \text{ cm}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = \frac{228}{5.2} = 43.85 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{2.53}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = 43.85 < \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1}{2.53}} = 53.23$$

$$\frac{L_b}{b_f} \leq \frac{20,147.6}{\sqrt{F_y}} ; \quad b_f = 20 \text{ cm.}$$

$$\frac{L_b}{b_f} = \frac{228}{20} = 11.4 < \frac{20,147.6}{\sqrt{2.53}} = 12.67 \quad \Rightarrow$$

$$F_b = 0.6 F_y ; \quad F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{43.862 \text{ ton-cm}}{1366 \text{ cm}^3} = 0.032 \text{ ton/cm}^2$$

Como $F_b > f_b$ la sección se ACEPTA.

Todas las secciones propuestas tanto para los marcos --- principales como para las trabes secundarias cumplen con -- las especificaciones del manual AISC; por consiguiente con esas secciones se elaborará el modelo matemático para el -- análisis tridimensional.

II-d. Cubicación preliminar de materiales de la cubierta y del sistema estructural.

Los materiales a cubicar serán por una parte de los marcos principales y las trabes secundarias construidos a base de placas de acero estructural A-36 soldadas, y por otra -- del concreto que se empleará para la cubierta que descansará sobre la retícula metálica.

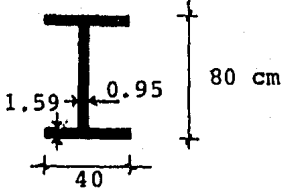
Para la cubicación de acero se hará uso de la siguiente tabla de peso de placas de diferentes espesores por metro cuadrado de éstas.

Espesor de placa	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"
	4.8mm	6.4 mm	9.5 mm	12.7mm	15.9mm
kg/m ²	37.35	49.76	74.69	99.59	124.49

Tabla II-9

A continuación se muestra la cubicación de columnas, traveses principales, traveses secundarios y anillo de compresión de la retícula metálica.

Columnas:



Longitud de cada columna:

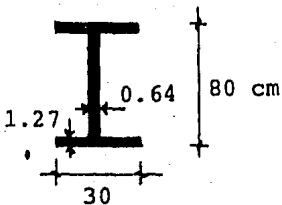
9.00 m

9.00 x 16 columnas = 144 m.

Patines: $0.40\text{m} \times 124.49 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 144\text{m}$
 = 14,341.25 kg EL 5/8"

Alma: $(0.80\text{m} - 2 \times 0.0159\text{m}) \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 144\text{m}$
 = 8,262.27 kg EL 3/8"

Traveses I:



Longitud de cada trabe:

3.43 m

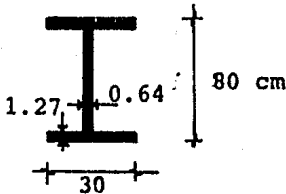
3.43 m x 16 traveses = 54.88 m

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.30 \text{ m} \times 99.59 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 54.88 \text{ m} \\ & = 3,279.30 \text{ kg H. } 1/2'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.80\text{m} - 2 \times 0.0127\text{m}) \times 49.76 \text{ kg/m}^2 \times 54.88 \text{ m} \\ & = 2,115.30 \text{ kg H. } 1/4'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{3,279.30 + 2,115.30 \text{ Kg}}{54.88 \text{ m}} = 98.30 \text{ kg/m}$$

Trabes II:



Longitud de cada trabe:
3.32 m

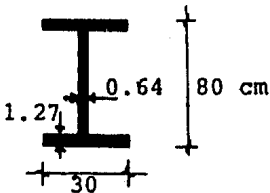
$$3.32 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 53.12 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.30\text{m} \times 99.59 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 53.12\text{m} \\ & = 3,174.13 \text{ kg H. } 1/2'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.80\text{m} - 2 \times 0.0127\text{m}) \times 49.76 \text{ kg/m}^2 \times 53.12\text{m} \\ & = 2,047.46 \text{ kg H. } 1/4'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{3,174.13 + 2,047.46 \text{ kg}}{53.12 \text{ m}} = 98.30 \text{ kg/m}$$

Trabes III:



Longitud de cada trabe:
3.32 m

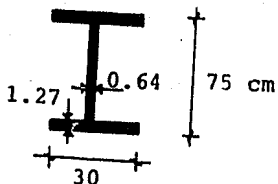
$$3.32 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 53.12 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.30\text{m} \times 99.59 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 53.12\text{m} \\ & = 3,174.13 \text{ kg H. } 1/2'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.80\text{m} - 2 \times 0.0127\text{m}) \times 49.76 \text{ kg/m}^2 \times 53.12\text{m} \\ & = 2,047.46 \text{ kg H. } 1/4'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{3,174.13 + 2,047.46 \text{ kg}}{53.12 \text{ m}} = 98.30 \text{ kg/m}$$

Trabes IV:



Longitud de cada trabe:
3.32 m

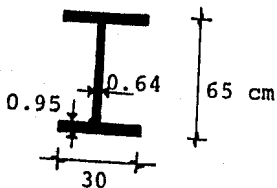
$$3.32 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 53.12 \text{ m}$$

Patines: $0.30\text{m} \times 99.59 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 53.12\text{m}$
 $= 3,174.13 \text{ kg EL } 1/2''$

Alma: $(0.75\text{m} - 2 \times 0.0127\text{m}) \times 49.76 \text{ kg/m}^2 \times 53.12\text{m}$
 $= 1,915.30 \text{ kg EL } 1/4''$

Peso propio = $\frac{3,174.13 + 1,915.30 \text{ kg}}{53.12 \text{ m}} = 95.81 \text{ kg/m}$

Trabes V:



Longitud de cada trabe:
3.31 m

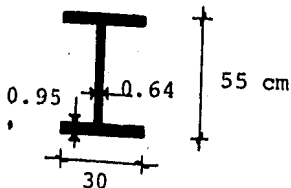
$$3.31 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 52.96 \text{ m}$$

Patines: $0.30\text{m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 52.96\text{m}$
 $= 2,373.35 \text{ kg EL } 3/8''$

Alma: $(0.65\text{m} - 2 \times 0.0095) \times 49.76 \text{ kg/m}^2 \times 52.96\text{m}$
 $= 1,662.87 \text{ kg EL } 1/4''$

Peso propio = $\frac{2,373.35 + 1,662.87 \text{ kg}}{52.96\text{m}} = 76.21 \text{ kg/m}$

Trabes VI:



Longitud de cada trabe:
3.29 m

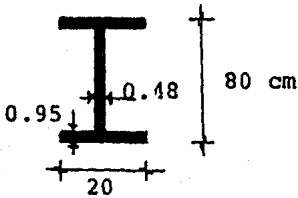
$$3.29 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 52.64 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.30\text{m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 52.64\text{m} \\ & = 2,359.01 \text{ kg EL } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.55\text{m} - 2 \times 0.0095\text{m}) \times 49.76 \text{ kg/m}^2 \times 52.64\text{m} \\ & = 1,390.88 \text{ kg EL } 1/4'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{2,359.01 + 1,390.88 \text{ kg}}{52.64 \text{ m}} = 71.24 \text{ kg/m}$$

Trabes A:



Longitud de cada trabe:

$$7.26 \text{ m}$$

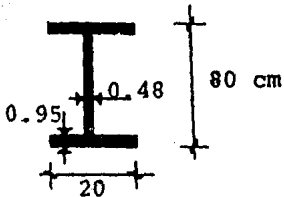
$$7.26 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 116.16 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.20\text{m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 116.16\text{m} \\ & = 3,470.40 \text{ kg EL } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.80\text{m} - 2 \times 0.0095\text{m}) \times 37.35 \text{ kg/m}^2 \times 116.16\text{m} \\ & = 3,388.43 \text{ kg EL } 3/16'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{3,470.40 + 3,388.43 \text{ kg}}{116.16 \text{ m}} = 59.05 \text{ kg/m}$$

Trabes B:



Longitud de cada trabe:

$$5.84 \text{ m}$$

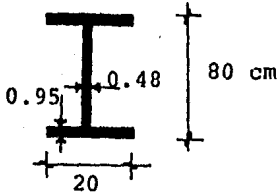
$$5.84 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 93.44 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.20 \text{ m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 93.44\text{m} \\ & = 2,791.61 \text{ kg EL } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.80\text{m} - 2 \times 0.0095\text{m}) \times 37.35 \text{ kg/m}^2 \times 93.44\text{m} \\ & = 2,725.68 \text{ kg EL } 3/16'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{2,791.61 + 2,725.68 \text{ kg}}{93.44 \text{ m}} = 59.05 \text{ kg/m}$$

Trabes C:



Longitud de cada trabe:

4.72 m

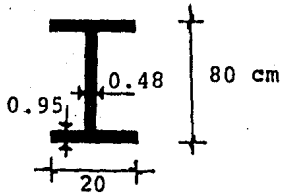
4.72 m x 16 trabes = 75.52 m

Patines: $0.20\text{m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 75.52\text{m}$
= 2,256.24 kg H. 3/8"

Alma: $(0.80\text{m} - 2 \times 0.0095\text{m}) \times 37.35 \text{ kg/m}^2 \times 75.52\text{m}$
= 2,202.94 kg H. 3/16"

Peso propio = 59.05 kg/m

Trabes D:



Longitud de cada trabe:

3.73 m

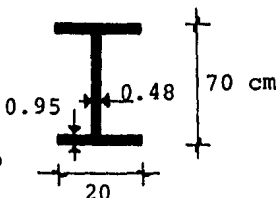
3.73 m x 16 trabes = 59.68 m

Patines: $0.20\text{m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 59.68\text{m}$
= 1,783.00 kg H. 3/8"

Alma: $(0.80\text{m} - 2 \times 0.0095\text{m}) \times 37.35 \text{ kg/m}^2 \times 59.68\text{m}$
= 1,740.89 kg H. 3/16"

Peso propio = 59.05 kg/m

Trabes E:



Longitud de cada trabe:

2.91 m

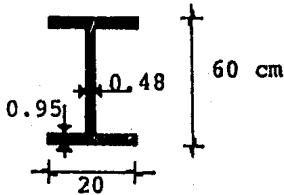
2.91 m x 16 trabes = 46.56 m

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.20\text{m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 46.56\text{m} \\ & = 1,391.03 \text{ kg EL } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.70\text{m} - 2 \times 0.0095\text{m}) \times 37.35 \text{ kg/m}^2 \times 46.56\text{m} \\ & = 1,184.27 \text{ kg EL } 3/16'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{1,391.03 + 1,184.27 \text{ kg}}{46.56 \text{ m}} = 55.31 \text{ kg/m}$$

Trabes F:



Longitud de cada trabe:
2.28 m

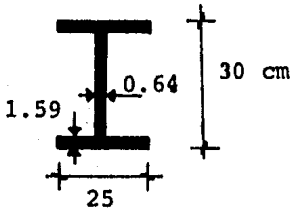
$$2.28 \text{ m} \times 16 \text{ trabes} = 36.48 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.20\text{m} \times 74.69 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 36.48\text{m} \\ & = 1,089.88 \text{ kg EL } 3/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.60\text{m} - 2 \times 0.0095\text{m}) \times 37.35 \text{ kg/m}^2 \times 36.48\text{m} \\ & = 791.63 \text{ kg EL } 3/16'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{1,089.88 + 791.63 \text{ kg}}{36.48 \text{ m}} = 51.58 \text{ kg/m}$$

Anillo de Compresión:



Longitud de cada tramo:
1.86 m

$$1.86 \text{ m} \times 16 \text{ tramos} = 29.76 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Patines: } & 0.25\text{m} \times 124.49 \text{ kg/m}^2 \times 2 \times 29.76\text{m} \\ & = 1,852.41 \text{ kg EL } 5/8'' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alma: } & (0.30\text{m} - 2 \times 0.0159\text{m}) \times 49.76 \text{ kg/m}^2 \times 29.76\text{m} \\ & = 397.17 \text{ kg EL } 1/4'' \end{aligned}$$

$$\text{Peso propio} = \frac{1,852.41 + 397.17 \text{ kg}}{29.76 \text{ m}} = 75.59 \text{ kg/m}$$

Ahora se da un resumen de la cuantificación de placas de acero estructural.

Elemento	Espesor de Placa				
	4.8mm	6.4mm	9.5mm	12.7 mm	15.9mm
Estructu ral	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"
Anillo de Compresión		397.17			1,852.41
Trabes I		2,115.30		3,279.30	
" II		2,047.46		3,174.13	
" III		2,047.46		3,174.13	
" IV		1,915.30		3,174.13	
" V		1,862.87	2,373.35		
" VI		1,390.88	2,359.01		
Columnas			8,262.27		14,341.25
Trabes A	3,388.43		3,470.40		
" B	2,725.68		2,791.61		
" C	2,202.94		2,256.24		
" D	1,740.89		1,783.00		
" E	1,358.17		1,391.03		
" F	1,064.13		1,089.88		
SUMA	12,480.24	11,576.44	25,776.79	12,801.69	16,193.66

— Total: 78,828.82 kgs —

Tabla II-10

El área de la cubierta de revolución se obtendrá sumando las áreas tributarias correspondientes a cada una de las diferentes trabes secundarias (ver figura II-11 y tabla II-5). Como esta sumatoria corresponde a 1/16 del total del área, el resultado se multiplicará por 16.

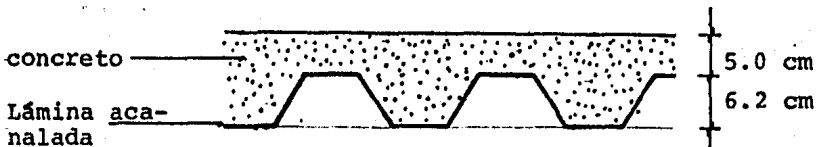
Trabe Secundaria	Area Tributaria (m ²)
A	12.94
B	20.71
C	15.53
D	12.36
E	9.82
F	7.76
-	<u>3.27</u>
	82.39

Tabla II-11

Area total de la cubierta = 16 x 82.39 = 1,318.24 m²

El catálogo de " losacero " ROMSA marca un volumen de -- 0.0793 m³ de concreto a emplearse por metro cuadrado de losacero con una sección como la que se muestra en la figura II-21, que es la que se utilizará en esta obra.

$$\text{Volumen (1)} = 0.0793 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times 1,318.24 \text{ m}^2 = 104.54 \text{ m}^3$$



Losacero

Figura II-21

Hay que recordar que para dar una curvatura circular con tinua en la cubierta habrá que colocar un volumen adicional de concreto en los cambios de inclinación de las trabes de los marcos principales. En el inciso b) de este capítulo - se encontró el valor del espesor promedio el cual considera dicho volumen adicional. Así, el volumen total de concreto necesario para la cubierta será:

$$\text{Volumen (2)} = 1,318.24 \text{ m}^2 \times 0.0233 \text{ m} = 30.71 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN TOTAL} = 104.54 + 30.71 \text{ m}^3 = \underline{\underline{135.25 \text{ m}^3}}$$

CAPITULO III

ANALISIS Y DISEÑO DEFINITIVO

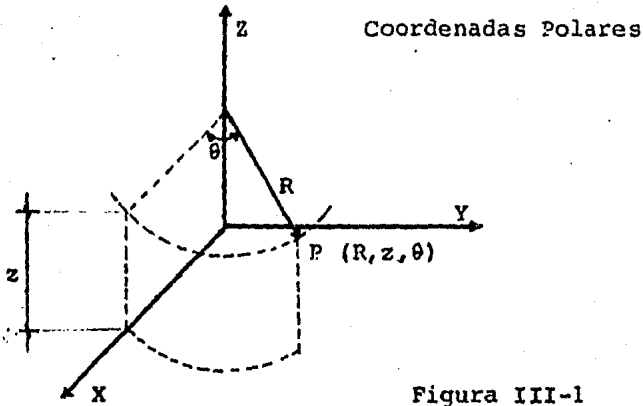
III-a. Modelo matemático tridimensional.

El análisis estructural definitivo será realizado por medio del programa S.A.P. (Structural Analysis Program) versión dos, para ello habrá que hacer una modelación en donde se contemplarán los diferentes tipos de elementos de la estructura, sus coordenadas, propiedades físicas y geométricas, y por último las incidencias de cada uno; es decir la forma en que los elementos estarán " interconectados ".

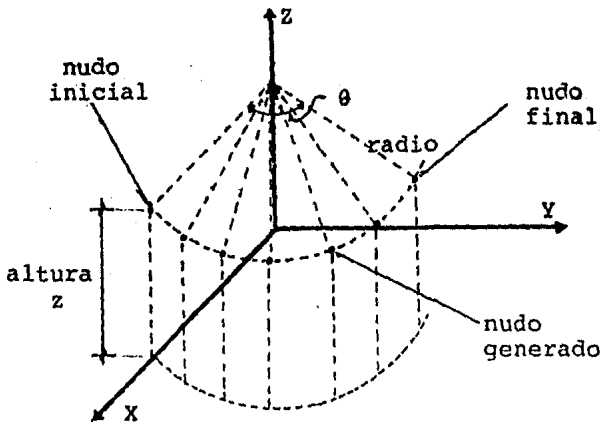
En el inciso II a) se modeló únicamente en el plano un marco principal de la estructura; en este capítulo se hará un modelo tridimensional que abarque toda la estructura, o sea los 16 marcos radiales, trabes secundarias, anillo de compresión y anillo de tensión. Este modelo será sometido a diferentes sistemas de carga: Carga muerta, carga muerta más carga viva, carga muerta más carga viva reducida más sismo y carga muerta más viento. El programa S.A.P. calculará los esfuerzos en cada uno de los elementos para cada una de las diferentes condiciones de carga; de dichos esfuerzos se elegirán los más críticos y con base en ellos se realizará el diseño definitivo de la estructura.

La modelación se iniciará con la definición de nudos en la estructura; o sea su numeración y ubicación por medio de coordenadas, que en este caso serán polares usando un --

sistema como el mostrado en la siguiente figura.



El programa SAP V-2 tiene la posibilidad de generar nudos. Esto es; dándole el número del nudo inicial y el del nudo final, así como sus respectivas coordenadas, se calcularán las de los nudos intermedios. Todos estos nudos generados mantendrán constantes el valor del radio y la altura "z", variando únicamente el valor de θ ; es decir la generación será circular en un plano como se muestra a continuación.

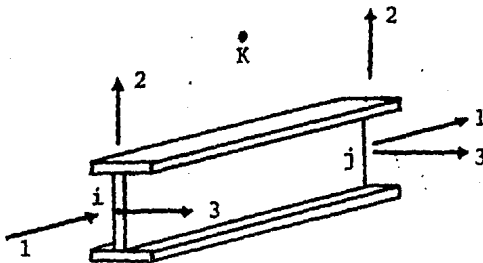


Generación de nudos
Figura III-2

Colocando un origen en el centro de la estructura en el nivel cero, basándose en las coordenadas calculadas en el inciso II a) (tabla II-1) se obtienen éstas para el modelo tridimensional, las cuales se dan en el anexo No. 4 en la tabla titulada " Nodal point input data "; en ella en la columna " x " aparecen los radios de cada punto, en la " y " las alturas con respecto al nivel cero y en la " z " los valores del ángulo Theta en grados. Los nudos 1 al 48 corresponden a los elementos frontera, del 49 al 176 son nudos de elementos viga (columnas, traveses principales, secundarias y anillos de compresión y tensión) y del 177 al 193 son nudos " k ".

Los elementos frontera dentro del modelo son usados para obtener las reacciones de la estructura; por tanto estos elementos se localizarán en la base de cada columna de los marcos principales.

Los nudos " k " son empleados para definir la dirección de los ejes locales de cada elemento.



Ejes locales para cada elemento

Figura III-3

Así; el eje (1) siempre llevará el sentido de " i " a " j ", el eje (2) se encontrará en el mismo plano que el nudo " k ", y el eje (3) será obtenido siguiendo la regla de la mano derecha.

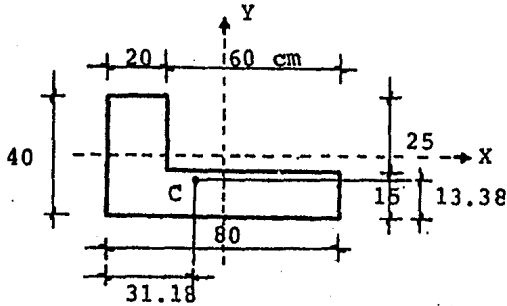
Al igual que el modelo del inciso II a), este deberá incluir las propiedades geométricas de las secciones de los diferentes elementos de la estructura, las cuales se hallan en la tabla " Beam geometric properties " en el anexo No. 3. Estas propiedades corresponden a los siguientes elementos.

Tipo de sección	Elemento estructural
1	Columnas.
2	Trabes principales I, II y III
3	" " IV
4	" " V
5	" " VI
6	Anillo de compresión
7	" " tensión
8	Trabes secundarias A, B, C y D
9	" " E
10	" " F

Tabla III-1

Las secciones para las columnas, trabes principales y secundarias son las mismas que las usadas en el análisis anterior ya que en el diseño preliminar se vio que éstas cumplen con las especificaciones del manual AISC.

El anillo de tensión será de concreto armado y su sección transversal será la siguiente:



Anillo de Tensión

Figura III-4

Propiedades geométricas. Anillo de tensión.

$$\begin{aligned} \text{Area} &= 1,700 \text{ cm}^2 & I_y &= 974,314 \text{ cm}^4 & S_y &= 19,957 \text{ cm}^3 \\ x &= 31.18 \text{ cm} & I_x &= 189,718 \text{ cm}^4 & S_x &= 7,127 \text{ cm}^3 \\ y &= 13.38 \text{ cm} \\ \text{Peso propio} &= 0.17 \text{ m}^2 \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 408 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Como ya se mencionó los elementos frontera serán usados para obtener las reacciones en las columnas. Cada elemento frontera tiene la posibilidad de arrojar como resultados -- una fuerza axial y un momento alrededor de su eje como se muestra en la siguiente figura.



Elemento frontera

Figura III-5

Aquí el nudo " N " se halla en la base de la columna y el " I " está fuera de ella. Como la estructura se encuentra considerada en el espacio, para que el programa calcule las 6 reacciones correspondientes a cada columna (3 momentos y 3 fuerzas), ésta deberá tener 3 elementos frontera en su base (ver figura III-7). La numeración de dichos elementos se encuentra en la figura III-6.

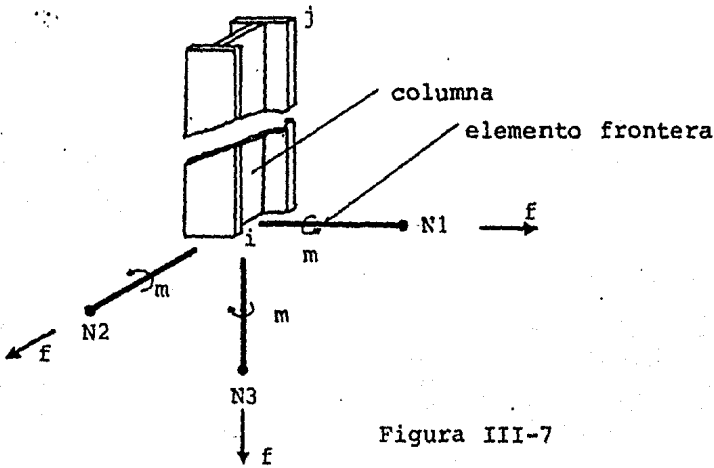


Figura III-7

El resto de los elementos de la estructura se numerarán como a continuación se indica.

No. de Elemento Modelo Matemático			Elemento estructural
1	a	16	Columnas
17	"	32	Trabes I marco principal
33	"	48	" II " "
49	"	64	" III " "
65	"	80	" IV " "
81	"	96	" V " "

No. de Elemento Modelo Matemático			Elemento estructural
97	a	112	Trabes VI marco principal
113	"	128	Anillo de compresión
129	"	144	" " tensión
145	"	160	Trabes secundarias B
161	"	176	" " C
177	"	192	" " D
193	"	208	" " E
209	"	224	" " F

Tabla III-2

ver figuras II-18 y III-8

III-b. Valuación de cargas definitivas de gravedad, sismo y viento.

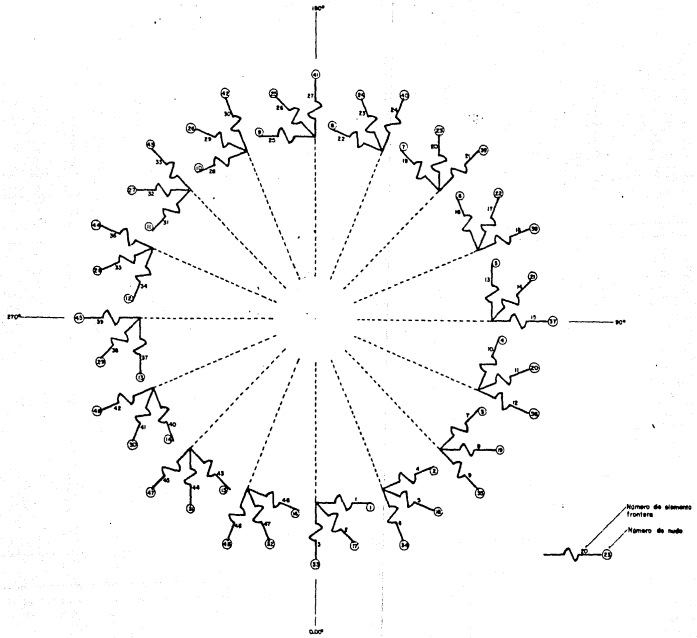
Ya modelada la estructura se analizará por cuatro condiciones de carga:

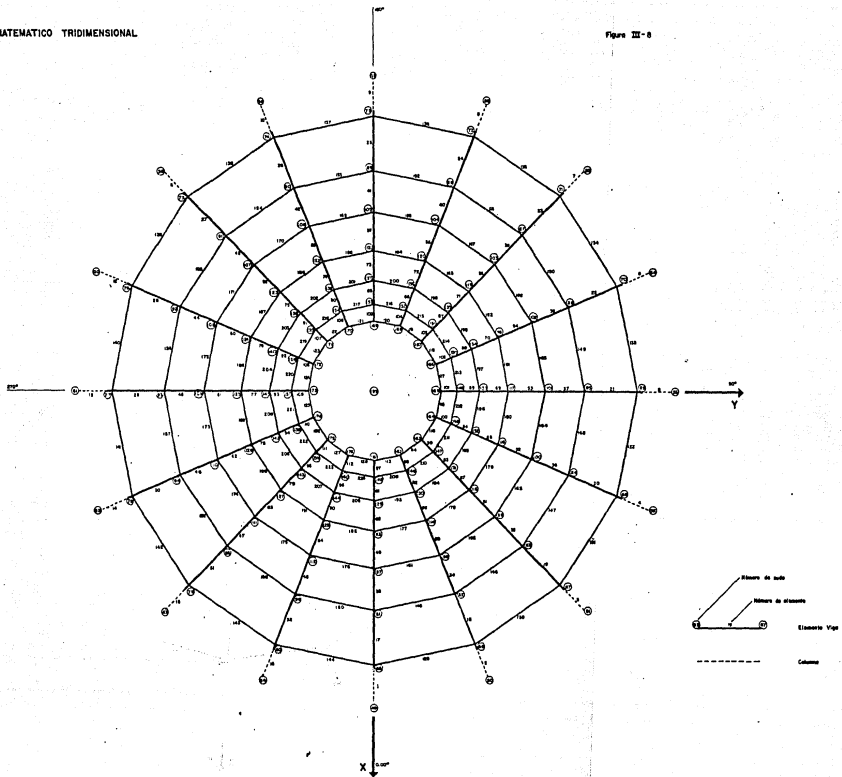
- 1.- Carga Muerta.
- 2.- Carga Muerta + Carga Viva.
- 3.- Carga Muerta + Carga Viva reducida + Sismo.
- 4.- Carga Muerta + Viento.

Para cada una de estas condiciones habrá que valuar las fuerzas que se aplicarán a los diferentes elementos y nudos del modelo descrito en el inciso anterior.

ELEMENTOS FRONTERA DEL MODELO MATEMATICO
TRIDIMENSIONAL

Figura III-6





- Condición No. 2 : Carga Muerta + Carga Viva.

Esta condición de carga somete a la estructura al peso propio de los elementos de la retícula tridimensional (trabes principales, secundarias, anillos de compresión y tensión) y al de la cubierta de revolución; éste último peso es de 295 kg/m^2 , deducido como se muestra en la siguiente tabla, suponiendo para ello que el concreto ha fraguado y por lo tanto se tiene una carga de servicio (CM + CV).

Análisis de cargas:	kg/m ²
Losacero ROMSA, lámina QL-99 cal. 24, con concreto ligero de $1,600 \text{ kg/m}^3$ y con un espesor $A = 5.0 \text{ cm}$ (catálogo).	136.40
Sobrecarga por espesor adicional.	37.28
Impermeabilizante.	10.00
Instalaciones y acabados interiores.	40.00
Sobrecarga por reglamento (D.D.F.).	20.00
Tejamanil.	10.00
S U M A = 253.68	

$$\text{Carga Muerta} \approx 255 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga Viva} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CM} + \text{CV} = 295 \text{ kg/m}^2$$

Tabla III-3

Se recordará que en el inciso II c) de esta tesis se hizo una descomposición de fuerzas debidas al peso de la cubierta. Así mismo se mencionó que las trabes secundarias recibirían a la componente normal, por lo tanto, en las cua

tro condiciones de carga antes enumeradas se considerará -- que esas traveses se hallan sometidas a su peso propio más la fuerza normal a la superficie de revolución que les corresponde. Estas cargas se muestran en la siguiente tabla.

Trabe secundaria	Carga w (kg/cm)	Peso propio (kg/cm)	Carga Total (kg/cm)
B	15.97	0.59	16.56
C	13.83	0.59	14.42
D	11.84	0.59	12.42
E	9.27	0.55	9.82
F	6.75	0.52	7.27

Nota: Ver obtención de cargas w en el inciso II c).

Tabla III-4

Así pues; las traveses secundarias junto con el anillo de tensión soportarán el peso de la cubierta representado por las cargas linealmente distribuidas arriba mostradas.

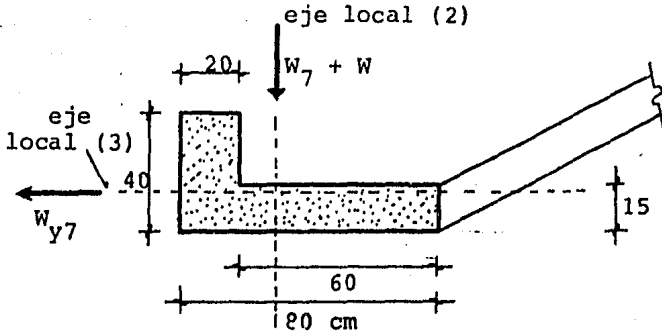
Las cargas sobre el anillo de tensión serán las mostradas a continuación, donde las fuerzas W_{y7} y W_7 son producto de la bajada de cargas a través de la cubierta descrita en II c). Así, la carga en el eje (2) de este elemento será :

$$W_7 + \text{Peso propio (w)} = 18.39 + 4.08 \text{ kg/cm}$$

$$W (2) = 22.47 \text{ kg/cm}$$

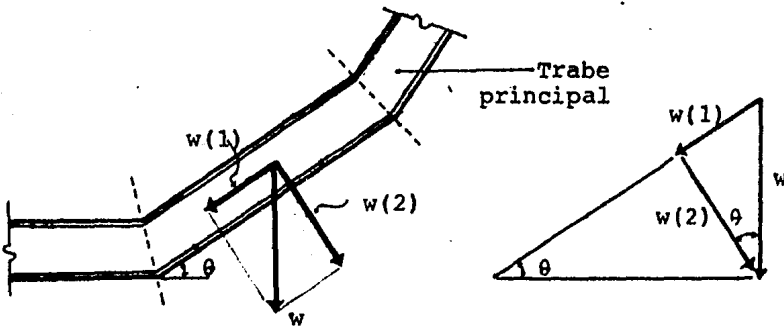
y la carga en su eje (3) es:

$$W_{y7} = W (3) = 36.08 \text{ kg/cm}$$



Cargas sobre Anillo de Tensión
Figura III-9

Las traves de los marcos principales tienen una inclinación con respecto a la horizontal; por lo tanto, el peso propio de éstas deberá descomponerse en dos cargas, una axial o paralela al eje local (1) del elemento y otra al eje local (2). Esto lo aclara la figura III-10.



$$w(2) = \cos \theta \times w$$

$$w(1) = \text{sen } \theta \times w$$

Descomposición del peso de las traves de los marcos principales.

Figura III-10

Los ángulos de inclinación θ ya han sido obtenidos en el capítulo II inciso a), y los pesos propios w de las traveses se encuentran calculados en el inciso d) del mismo capítulo; por lo tanto, se puede proceder a encontrar las cargas axiales (eje local 1) y transversales (eje local 2) para los elementos de los marcos radiales.

Trabes I: $w = \text{Peso propio} = 0.98 \text{ kg/cm}$ $\theta = 17.29^\circ$

$$w(2) = \cos 17.29^\circ \times 0.98 = 0.94 \text{ kg/cm}$$

$$w(1) = \text{sen } 17.29^\circ \times 0.98 = 0.30 \text{ kg/cm}$$

Trabes II: $w = \text{Peso propio} = 0.98 \text{ kg/cm}$ $\theta = 30.48^\circ$

$$w(2) = \cos 30.48^\circ \times 0.98 = 0.85 \text{ kg/cm}$$

$$w(1) = \text{sen } 30.48^\circ \times 0.98 = 0.50 \text{ kg/cm}$$

Trabes III: $w = \text{Peso propio} = 0.98 \text{ kg/cm}$ $\theta = 40.55^\circ$

$$w(2) = \cos 40.55^\circ \times 0.98 = 0.75 \text{ kg/cm}$$

$$w(1) = \text{sen } 40.55^\circ \times 0.98 = 0.63 \text{ kg/cm}$$

Trabes IV: $w = \text{Peso propio} = 0.96 \text{ kg/cm}$ $\theta = 51.43^\circ$

$$w(2) = \cos 51.43^\circ \times 0.96 = 0.62 \text{ kg/cm}$$

$$w(1) = \text{sen } 51.43^\circ \times 0.96 = 0.73 \text{ kg/cm}$$

Trabes V: $w = \text{Peso propio} = 0.76 \text{ kg/cm}$ $\theta = 61.33^\circ$

$$w(2) = \cos 61.33^\circ \times 0.76 = 0.38 \text{ kg/cm}$$

$$w(1) = \text{sen } 61.33^\circ \times 0.76 = 0.66 \text{ kg/cm}$$

Trabes VI: $w = \text{Peso propio} = 0.71 \text{ kg/cm}$ $\theta = 71.56^\circ$

$$w(2) = \cos 71.56^\circ \times 0.71 = 0.24 \text{ kg/cm}$$

$$w(1) = \text{sen } 71.56^\circ \times 0.71 = 0.67 \text{ kg/cm}$$

Anillo de Comp. $w = \text{Peso propio} = w(3) = 0.45 \text{ kg/cm}$

En la siguiente tabla se da un resumen de las cargas debidas al peso propio de las traveses de los marcos principales y del anillo de compresión.

Trabe	Elementos del modelo matemático	w Eje 1 (kg/cm)	w Eje 2 (kg/cm)	w Eje 3 (kg/cm)
I	17 al 32	0.30	0.94	
II	33 al 48	0.50	0.85	
III	49 al 64	0.63	0.75	
IV	65 al 80	0.73	0.62	
V	81 al 96	0.66	0.38	
VI	97 al 112	0.67	0.24	
A.C.	113 al 128			0.45

Tabla III-5

Con la determinación de las fuerzas sobre los marcos principales, traveses secundarios, anillos de compresión y tensión concluye esta condición de carga.

- Condición No. 3 : Carga Muerta.

El análisis por esta condición No. 1 se hará considerando los valores encontrados en la No. 2; pero multiplicando el valor de las cargas sobre las traveses secundarios, que son las que representan el peso de la cubierta, por el factor 0.864 que es la relación existente entre carga muerta y carga muerta más carga viva de la cubierta. De esta forma, se " elimina " la carga viva y sólo se considera la carga muerta.

$$\frac{CM}{CM + CV} = \frac{255 \text{ kg/m}^2}{255 \text{ kg/m}^2 + 40 \text{ kg/m}^2} = 0.864$$

- Condición No. 3 : Carga Muerta + Carga Viva reducida + Sismo.

En este caso el factor de multiplicación de cargas de -- las trabes secundarias será de 0.932, resultado de la división de carga muerta más carga viva reducida entre carga -- muerta más carga viva.

$$\frac{CM + CV \text{ Red.}}{CM + CV} = \frac{255 \text{ kg/m}^2 + 20 \text{ kg/m}^2}{255 \text{ kg/m}^2 + 40 \text{ kg/m}^2} = 0.932$$

Para el análisis sísmico se atenderá a lo establecido -- por el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad donde se encuentra lo siguiente: Por su destino la estructura pertenece al Grupo B y según su estructuración al Tipo 1. La zona sísmica en que se encuentra es la C (ver anexo No. 3). Según el estudio de mecánica de suelos el terreno se puede clasificar como tipo II.

Con todas las características mencionadas se tomaron del manual los siguientes valores:

- Coeficiente sísmico $c = 0.30$
- Factor de Ductilidad $Q = 4$

Ya que la altura de la estructura es de menos de 60 metros se podrá utilizar el método estático de análisis; pa-

ra ello habrá que valuar la magnitud de las fuerzas horizontales que actuarán en los puntos donde se supondrán concentradas las masas, lo cual se hará aplicando la siguiente -- fórmula:

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

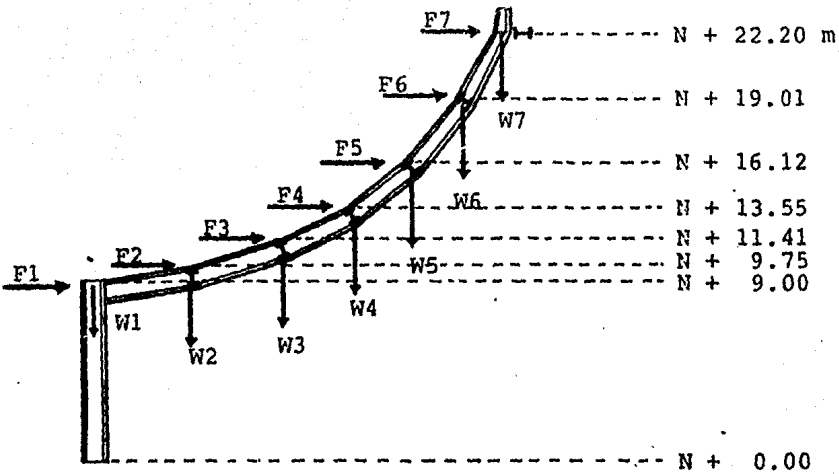
en donde:

- Fi : Fuerza sísmica en el i-ésimo nivel.
- Wi : Peso de la masa del nivel i.
- hi : Altura del nivel i sobre el desplante.
- c : Coeficiente sísmico.
- Q : Factor de ductilidad.

Las concentraciones de masas se supondrán en las trabes secundarias, resultado del área tributaria que corresponde a cada una; por lo tanto, los pesos Wi debidos a esas masas se considerarán aplicados en los puntos de los marcos principales donde descargan las trabes secundarias. Esos pesos están dados por: $W_i = A_i \times w$ Donde:

- Wi : Peso de la masa del nivel i.
- Ai : Area tributaria que corresponde a la trabe secundaria que se halla en el nivel i. Estas áreas han sido ya obtenidas en II b).
- w : Peso por metro cuadrado de cubierta igual a - 340 kg/m², 275 kg/m² (CM. + CV Red.) + 65 kg/m² (peso propio de la estructura metálica, supuesto).

Lo anterior se ilustra en la siguiente figura.



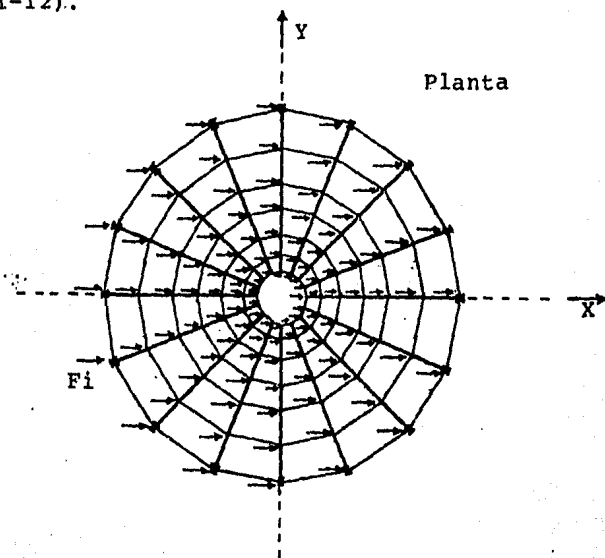
Fuerzas sísmicas aplicadas en un marco
Figura III-11

El cálculo de las fuerzas horizontales F_i se muestra en la siguiente tabla.

Nivel	Area tributaria (m ²)	W _i (kgs)	h _i (m)	W _i h _i	F _i (kg)
1	12.94	4,399.60	9.00	39,596.40	235
2	20.71	7,041.40	9.75	68,635.65	407
3	15.53	5,280.20	11.41	60,247.08	358
4	12.36	4,202.40	13.55	56,942.52	338
5	9.82	3,338.80	16.12	53,821.46	319
6	7.76	2,638.40	19.01	50,155.98	298
7	3.27	1,111.80	22.20	24,681.96	146
Suma		28,012.60		354,081.05	

Tabla III-6

Las fuerzas obtenidas serán aplicadas en la dirección -- del eje global " X " a cada uno de los 16 marcos radiales - (figura III-12)..



Fuerzas aplicadas en los nudos en dirección X

Figura III-12

Por lo anterior los nudos del modelo matemático quedarán cargados como se indica enseguida.

No. de nudo del Modelo Matemático	Fuerza en dirección X (kgs)
65 al 80	235
81 al 96	407
97 al 112	358
113 al 128	338
129 al 144	319
145 al 160	298
161 al 176	146

Tabla III-7

Esta condición de carga No. 3 se compone del peso propio de los elementos de la retícula, de la carga muerta más la carga viva reducida de la cubierta y de las fuerzas horizontales (P_i) aplicadas en los nudos de los marcos principales.

- Condición No. 4 : Carga Muerta + Viento.

El factor de multiplicación para las cargas de las trabes secundarias será el mismo que el empleado para la condición No. 1; 0.864 , de tal forma que sólo se considere la carga muerta de la cubierta.

El análisis por viento también se hará de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E. donde se puede encontrar lo siguiente para esta estructura:

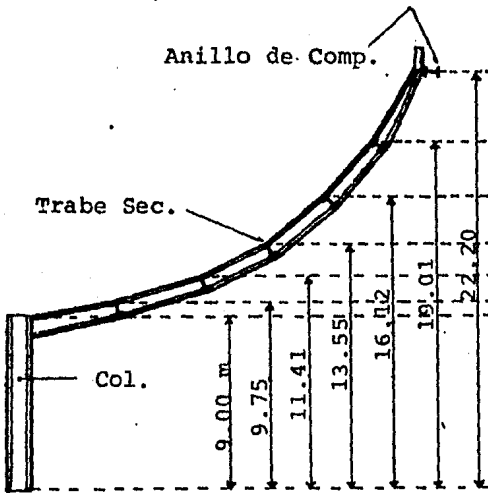
- Por su destino se clasifica en el Grupo B.
- Por su respuesta ante el viento pertenece al tipo 1.
- Se localiza en la zona 6 de la regionalización eólica de la república Mexicana.
- La velocidad regional del viento se considerará de -- 220 km/hr (ver anexo No. 3).
- El factor de topografía $K = 1.0$, por lo tanto:
Velocidad básica (V_p) = $1 \times 220 = 220$ km/hr
- La altura gradiente es de 200 metros.
- Exponente alfa = 0.14
- Factor de ráfaga $Fr = 1.0$

Puesto que la altura máxima de la estructura es de 22.20 metros, mucho menor que la altura gradiente, se empleará la

siguiente fórmula para el cálculo de la velocidad del viento a una determinada altura " z ".

$$V_z = (z/10)^{\text{alfa}} \times V_B$$

Como el factor de ráfaga (Fr) es uno la velocidad de diseño V_D es igual a la velocidad a la altura " z ", V_z . Estas velocidades se valúan para los niveles de la estructura donde se localizan las traveses secundarias (figura III-13 y tabla III-8).



Altura z (m)	V(z) (km/hr)
9.00	218.00
9.75	219.53
11.41	222.48
13.55	225.76
16.12	229.11
19.01	232.35
22.20	235.43

Velocidades de diseño
Tabla III-8

Figura III-13

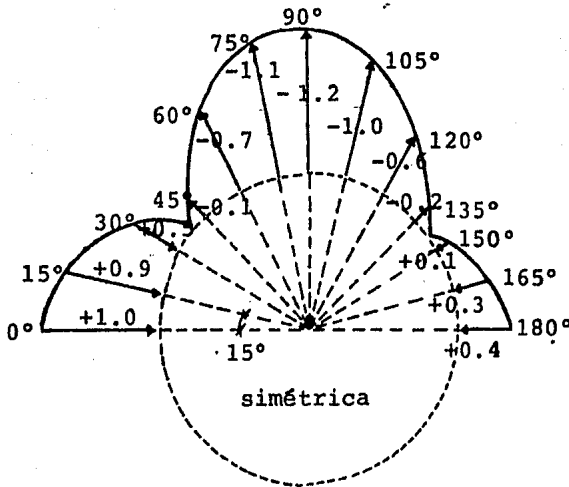
El manual de la C.F.E. establece que para estructuras -- del tipo " uno " basta considerar los efectos de los empu-- jes estáticos del viento sobre la estructura. Estos empu-- jes podrán ser presiones o succiones cuyo valor se obtendrá con la siguiente expresión:

$$P = 0.0048 G c V_D^2 \quad \text{-----} \quad -1-$$

En la expresión anterior:

- c Coeficiente de empuje (positivo para presiones, negativo para succiones).
- P Presión o succión debida al viento en kg/m^2 .
- V_D Velocidad de diseño, en Km/hr.
- G Factor de reducción de densidad de la atmósfera. Ya que la estructura se ubicará a cero metros sobre el nivel del mar; G es igual a 1.0

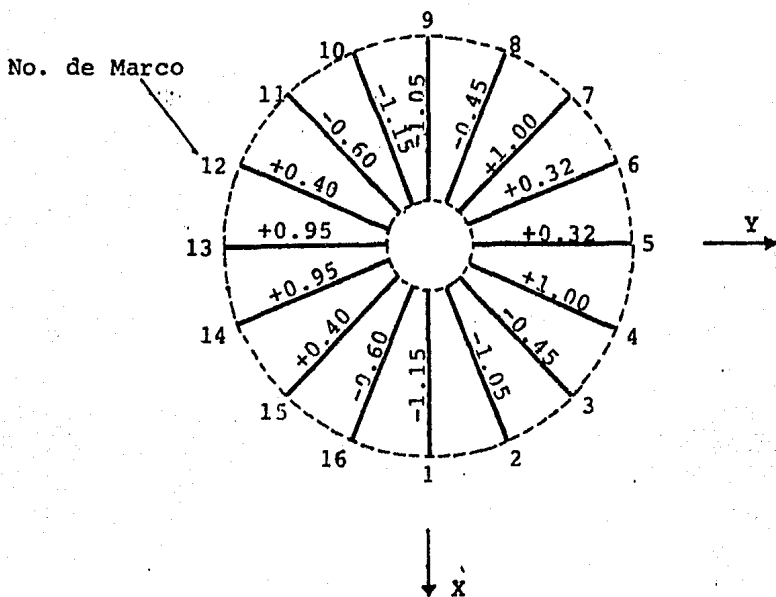
Los coeficientes de empuje " c " fueron tomados de una estructura de forma similar a ésta de la Norma No. 2.207.01, Efectos del Viento en las Estructuras, perteneciente a las " Normas de Proyectos de Petroleos Mexicanos ".



Distribución de coeficientes de empuje

Figura III-14

Los coeficientes de empuje que corresponden a cada marco principal de la retícula se encontraron por interpolación - con ayuda de la figura III-15, en donde aparecen trazados - dentro de una proporción los valores de " c " mostrados previamente en la figura anterior.



Coefficientes de empuje para marcos principales

Figura III-16

Los empujes estáticos del viento sobre la estructura se considerarán de la siguiente manera:

Para cada trabe principal se encontrarán fuerzas P_n y P_{n+1} en kg/m^2 de acuerdo a la ecuación -1-, en donde P_n se calculará con la velocidad de diseño V_D correspondiente al nivel n , y P_{n+1} con la del nivel $n+1$. De estas dos fuerzas se obtendrá un promedio.

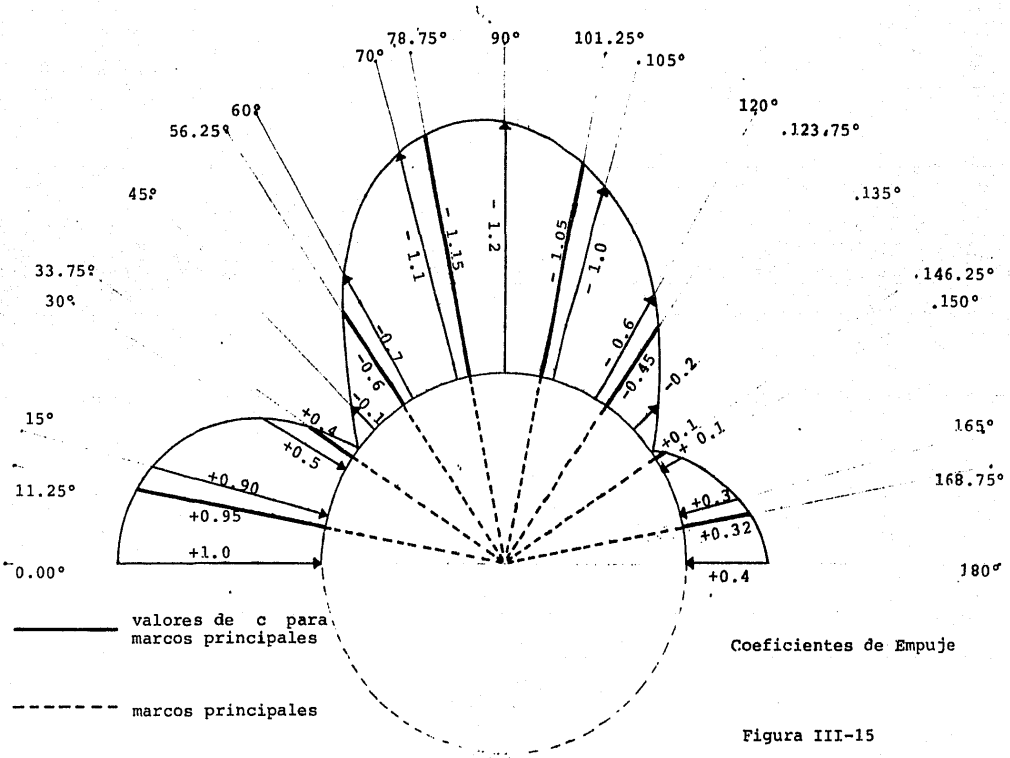


Figura III-15

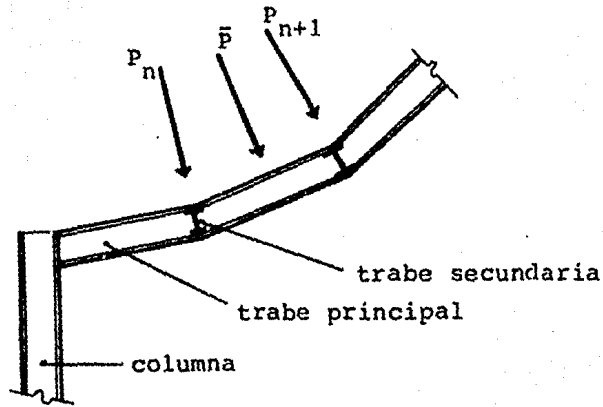
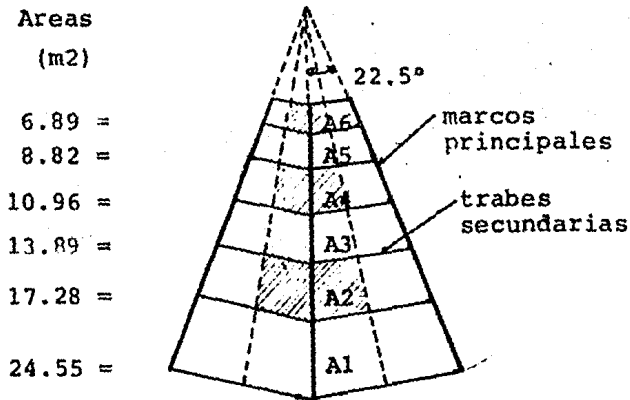


Figura III-17

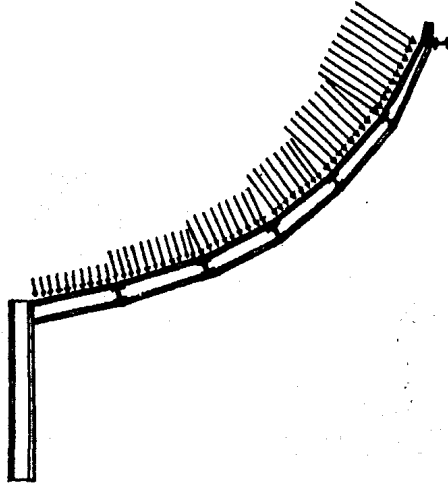


Areas tributarias para viento

Figura III-18

Esa fuerza promedio se multiplicará por el área tributaria correspondiente a la trabe principal en cuestión, obteniéndose así una nueva fuerza en kgs; la cual, dividida -- por la longitud de la trabe (3.25m constante para todas) da

rá una carga uniformemente distribuida aplicada perpendicularmente sobre ese elemento.



Fuerzas distribuidas debidas a la acción del viento
Figura III-19

Ejemplo: Trabe II, Marco No. 13

Datos: V_D al nivel N 9.75 m = 219.53 Km/hr

V_D al nivel N+1 11.41m = 227.48 Km/hr

Area tributaria para la trabe II = 17.28 m²

Valor de c para el marco 13 = +0.95

G = 1.0

$$P = 0.0048 G c V_D^2$$

$$P_N = 0.0048 \times 1 \times 0.95 \times 219.53^2 = 219.76 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{N+1} = 0.0048 \times 1 \times 0.95 \times 222.48^2 = 225.71 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\text{promedio}} = (219.76 + 225.71) / 2 = 222.74 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga sobre la trabe} = 222.74 \text{ kg/m}^2 \times 17.28 \text{ m}^2 = 3,848.95 \text{ kg}$$

$$\text{Carga uniformemente distribuida} = 3,848.95 \text{ kg} / 3.25 \text{ m}$$

$$= \underline{\underline{1,184.29 \text{ kg/m}}}$$

Con ese último valor se cargará el elemento No. 45 del modo matemático, el cual corresponde a la trabe en cuestión.

Con el mismo procedimiento ilustrado en el ejemplo anterior se calculan las cargas para cada una de las trabes de los 16 marcos radiales.

Cargas de viento sobre marcos principales.

No. de marco Mod. Mat.	Tipo de trabe	Carga distribuida (kg/cm)	
13 Y	I	16.49	
	II	11.84	
	III	9.79	
	IV	7.95	
	14	V	6.59
		VI	5.52
12 Y	I	6.94	
	II	4.95	
	III	4.12	
	IV	3.35	
	15	V	2.77
		VI	2.23
11 Y 16	I	- 10.41	
	II	- 7.48	
	III	- 6.18	
	IV	- 5.02	
	V	- 4.16	
	VI	- 3.34	

No. de marco Mod. Mat.	Tipo de trabe	Carga distribuida (kg/cm)
10 Y 1	I	- 19.96
	II	- 14.34
	III	- 11.85
	IV	- 9.63
	V	- 7.98
	VI	- 6.40
9 Y 2	I	- 18.22
	II	- 13.09
	III	- 10.82
	IV	- 8.79
	V	- 7.28
	VI	- 5.85
8 Y 3	I	- 7.81
	II	- 5.61
	III	- 4.64
	IV	- 3.77
	V	- 3.12
	VI	- 1.18
7 Y 4	I	1.74
	II	1.25
	III	1.03
	IV	0.84
	V	0.69
	VI	0.56

No. de marco Mod. Mat.	Tipo de trabe	Carga distribuida (kg/cm)
6	I	5.55
	II	4.00
y	III	3.30
	IV	2.68
5	V	2.22
	VI	1.78

Nota: El signo negativo denota succión.

Tabla III-9

Así, la condición de carga No. 4 se compone del peso propio de los elementos de la retícula tridimensional, de la carga muerta de la cubierta, y de las cargas distribuidas debidas al empuje del viento aplicadas sobre cada una de las trabes de los marcos principales de la estructura.

Ya evaluadas las fuerzas para cada condición de carga, se codifican de tal manera que sirvan de información para que el programa SAP V-2 realice el análisis estructural con base en el modelo matemático tridimensional que previamente se le ha dado.

III-c. Análisis Estructural definitivo.

Ya en varias ocasiones se ha mencionado que el análisis tridimensional definitivo de la estructura, se haría por me

dio de un computador haciendo uso del programa SAP-V2, el -
cual trabaja por el método de las rigideces. Los datos de
entrada para dicho programa fueron los siguientes:

- Ya que se cuenta con la ventaja de la generación ci--
lindrica de coordenadas, sólo se dieron éstas para al
gunos de los nudos de la estructura (ver en el anexo_
No. 4, la tabla " Nodal Point Input Data ").
- Propiedades físicas de los materiales empleados: Ace
ro y concreto (tabla: " Material Properties ").
- Propiedades geométricas de las secciones transversa--
les de los diferentes elementos: Area total, áreas -
para cortante en direcciones 2 y 3 con respecto a los
ejes locales del miembro, constante de torsión J , -
momentos de inercia y módulos de sección (tabla: ---
" Beam Geometric Properties ").
- Definición de los elementos del modelo matemático, --
dando para cada uno sus nudos I, J y K; tipo de mate
rial (acero o concreto), número de identificación de
la sección transversal que le corresponde y carga uni
formemente distribuida que actua sobre él.
- Definición de los elementos frontera fijando sus nu--
dos I y J.
- Magnitud de las fuerzas puntuales que actuan sobre de
terminados nudos en dirección global X. Estas fuer--
zas fueron calculadas en el inciso anterior para la -

condición de carga número 3 : Carga muerta + Carga -
viva reducida + Sismo.

Después de la corrida del programa los resultados arroja
dos para cada condición de carga fueron los siguientes:

- Desplazamientos: Traslaciones y rotaciones de cada -
nudo.
- Elementos mecánicos de todos los miembros: Fuerza --
axial, cortantes en direcciones 2 y 3 locales, tor---
sión y momentos flexionantes alrededor de 2 y 3 (ver_
figura III-3 para identificación de ejes locales).
- Fuerza axial y momento alrededor del eje de cada ele-
mento frontera (ver figura III-7).

III-d. Revisión de secciones propuestas.

La revisión estructural de los elementos metálicos se ha
rá al igual que en el diseño preliminar, de acuerdo a lo es
tipulado por el Manual del Instituto Norteamericano de Cons
trucción en Acero (A.I.S.C.).

Observando los resultados arrojados por el programa SAP
V-2, se encuentra que los elementos que deben ser revisados,
dado que sus elementos mecánicos son mayores, son los si---
guientes:

Elemento Estructural	Condición de carga	No. Elemento Mod. Mat.
Columna marco 1	CM + CV	1
Columna marco 5	CM + CVR + Sismo	5
Columna marco 1	CM + Vto	1
Columna marco 13	CM + Vto	13
Trabe I marco 1	CM + CV	17
Trabe I marco 13	CM + Vto	29
Trabe II marco 5	CM + CVR + Sismo	37
Trabe II marco 5	CM + Vto	37
Trabe III marco 5	CM + Vto	53
Trabe IV marco 1	CM + Vto	65
Trabe IV marco 13	CM + Vto	77
Trabe V marco 1	CM + Vto	81
Trabe VI marco 1	CM + Vto	97

Tabla III-10

Las trabes de la retícula metálica se diseñarán sin considerar la sección compuesta acero-concreto; es decir, sólo se tomará en cuenta la parte metálica. Esto se hace así ya que la carga viva de la cubierta sólo representa el 13 % de la carga total; o sea, es muy baja; por lo tanto, la carga viva se incluirá como parte de la carga muerta.

El manual A.I.S.C. en su sección 1.11.2, señala que las vigas deberán ser diseñadas sin considerar la sección compuesta para soportar únicamente las cargas muertas, y considerando la sección acero-concreto para soportar las cargas

muertas más las vivas. Así, si la revisión de elementos se hace con base en la sección metálica exclusivamente, y sumando la carga viva a la muerta, se tendrá un diseño que aporte una mayor seguridad a la estructura, ya que al ocurrir el fraguado del concreto de la losa, se tendrá una mayor resistencia de las trabes al " trabajar " la sección compuesta.

A continuación se muestra la revisión de elementos de los marcos principales de la estructura previamente enumerados en la tabla III-10.

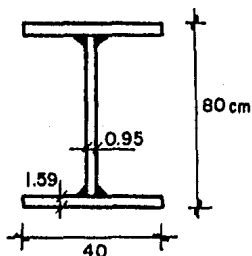
- Elemento No. 1 del modelo matemático

Columna, Marco No. 1

Solicitación: Carga muerta + carga viva

Condición de carga No. 2

Area = 200.18 cm ²	momento en nudo i = 24.02 ton-m
Ix = 231427 cm ⁴	momento en nudo j = 46.18 ton-m
Sx = 5786 cm ³	fuerza axial = 53.15 ton
rx = 34.0 cm	fuerza cortante = 8.12 ton
ry = 9.2 cm	Lx = Ly = 865 cm
rt = 10.6 cm	



Se consideran los siguientes valores:

$$k_x = 1.5$$

$$k_y = 1.0$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.5 \times 865}{34} = 38.16$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 865}{9.2} = 94.02 \quad \text{Rige} \Rightarrow F_a = 0.9667 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 53.15 \text{ ton} / 200.18 \text{ cm}^2 = 0.266 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.266/0.9667 = 0.275$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) ; \quad f_a/F_y = 0.266/2.53 = 0.105$$
$$f_a/F_y < 0.15$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{80}{0.95} = 84.21$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.105) = 64.78$$

$$84.21 > 64.78 \quad \Rightarrow \quad \text{sección NO compacta}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{40}{2 \times 1.59} = 12.58 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f}$$

$$L_b = 865 \text{ cm} \quad d = 80 \text{ cm}$$

$$A_f = 40 \times 1.59 = 63.6 \text{ cm}^2$$

Nota: El manual AISC permite tomar conservadoramente como 1.0 el valor de C_b .

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.0}{865 \times 80 / 63.6} ;$$

$$F_b' = 0.775 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = \frac{865}{10.6} = 81.6 < \sqrt{\frac{35841.67 \times Cb}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1.0}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{Lb}{rt} > \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{F_y}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = 81.6 > \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.0}{2.53}} = 53.23$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (Lb/rt)^2}{107525 \times Cb} \right] \times F_y$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2.53 (865/10.6)^2}{107525 \times 1.00} \right] \times 2.53; \quad F_b'' = 1.290 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b'' > F_b' \quad \Rightarrow \quad F_b = 1.290 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{4618 \text{ ton-cm}}{5786 \text{ cm}^3} = 0.798 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 0.798/1.290 = 0.619$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

Como $f_a/F_a > 0.15$ se deben cumplir las siguientes dos desigualdades:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} \leq 1.0$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0$$

donde:

$$E = 2100 \text{ ton/cm}^2$$

$$F'e = \frac{12 \pi^2 E}{23 (k Lb/rb)^2}; \quad \frac{kx \times Lx}{rx} = 38.16$$

$$F'e = \frac{12 \times \pi^2 \times 2100}{23 (38.16)^2} = 7.43 \text{ ton/cm}^2$$

$C_m = 0.85$ para miembros en compresión de marcos cuyos nudos tienen desplazamientos.

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} = 0.275 + \frac{0.85 \times 0.798}{(1 - 0.266/7.43) \times 1.29} =$$

$$0.275 + 0.545 = 0.82 < 1.0 \quad (\text{correcto})$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0$$

$$\frac{0.266}{0.6 \times 2.53} + 0.619 = 0.175 + 0.619 = 0.794 < 1.0$$

(correcto)

∴ la sección se ACEPTA para CM + CV

- Elemento No. 5 del modelo matemático

Columna, Marco No. 5

Solicitud: Carga muerta + carga viva reducida + sismo

Condición de carga No. 3

La columna tiene la misma sección que la mostrada en la -
revisión anterior, por lo tanto:

$$F_a = 0.9667 \text{ ton/cm}^2 \quad F_b = 1.290 \text{ ton/cm}^2$$

$$F'e = 7.43 \text{ ton/cm}^2$$

Area = 200.18 cm ²	momento en nudo i = 63.51 ton-m
Ix = 231427 cm ⁴	momento en nudo j = 23.90 ton-m
Sx = 5786 cm ³	fuerza axial = 50.15 ton
rx = 34.0 cm	fuerza cortante = 10.12 ton
ry = 9.2 cm	Ix = Ly = 865 cm
rt = 10.6 cm	

Esfuerzo a Compresión:

$$f_a = 50.15 \text{ ton} / 200.18 \text{ cm}^2 = 0.251 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.251/0.9667 = 0.260$$

Esfuerzo a Flexión:

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{6351 \text{ ton-cm}}{5786 \text{ cm}^3} = 1.098 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.098/1.290 = 0.851$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

$f_a/F_a > 0.15$, por lo tanto se deben cumplir:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

Nota: 1.33 por tratarse de una condición accidental.

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} = 0.260 + \frac{0.85 \times 1.098}{(1 - 0.251/7.43) \times 1.29}$$

$$0.260 + 0.749 = 1.009 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{0.251}{0.6 \times 2.53} + 0.851 = 0.165 + 0.851 = 1.016 < 1.33$$

(correcto)

∴ la sección se ACEPTA para esta condición de carga.

- Elemento No. 1 del modelo matemático

Columna, Marco No. 1

Solicitación: Carga muerta + viento

Condición de carga No. 4

La columna tiene la misma sección que la mostrada en la revisión del elemento No. 1 por CM + CV por lo tanto:

$$F_a = 0.9667 \text{ ton/cm}^2 \quad F_b = 1.290 \text{ ton/cm}^2$$

$$F'e = 7.43 \text{ ton/cm}^2$$

Area = 200.18 cm ²	momento en nudo i = 78.91 ton-m
Ix = 231427 cm ⁴	momento en nudo j = -1.43 ton-m
Sx = 5786 cm ³	fuerza axial = 29.26 ton
rx = 34.0 cm	fuerza cortante = 8.97 ton
ry = 9.2 cm	Lx = Ly = 865 cm
rt = 10.6 cm	

Esfuerzo a Compresión:

$$f_a = 29.26 \text{ ton} / 200.18 \text{ cm}^2 = 0.146 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.146/0.9667 = 0.151$$

Esfuerzo a Flexión:

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{7891 \text{ ton-cm}}{5786 \text{ cm}^3} = 1.364 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{f_b}{F_b} = \frac{1.363}{1.290} = 1.057$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

$f_a/F_a \approx 0.15$; por lo tanto se debe cumplir la siguiente desigualdad:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$0.151 + 1.057 = 1.208 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

∴ la sección se ACEPTA para ese marco.

- Elemento No. 13 del modelo matemático.

Columna, Marco No. 13

Solicitud: Carga muerta + viento

Condición de carga No. 4

La columna tiene la misma sección que para las revisiones anteriores, por lo tanto:

$$F_a = 0.9667 \text{ ton/cm}^2 \quad F_b = 1.290 \text{ ton/cm}^2$$

$$F'e = 7.43 \text{ ton/cm}^2$$

Area = 200.18 cm ²	momento en nudo i = - 79.03 ton-m
Ix = 231427 cm ⁴	momento en nudo j = 104.00 ton-m
Sx = 5786 cm ³	fuerza axial = 59.81 ton
rx = 34.0 cm	fuerza cortante = 2.89 ton
ry = 9.2 cm	Lx = Ly = 865 cm
rt = 10.6 cm	

Esfuerzo a Compresión:

$$f_a = 59.81 \text{ ton} / 200.18 \text{ cm}^2 = 0.299 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.299/0.9667 = 0.309$$

Esfuerzo a Flexión:

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{10400 \text{ ton-cm}}{5786 \text{ cm}^3} = 1.797 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.797 / 1.290 = 1.393$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión).

Como $f_a/F_a > 0.15$ se deben cumplir:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'_{ce}) F_b} \leq 1.33 \quad Y$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'_{ce}) F_b} = 0.309 + \frac{0.85 \times 1.797}{(1 - 0.299/7.43) \times 1.29} =$$

$$0.309 + 1.234 = 1.543 > 1.33 \quad \text{ESCASA un 16\%}$$

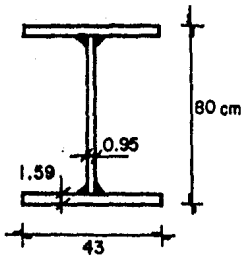
$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{0.299}{0.6 \times 2.53} + 1.393 = 0.197 + 1.393 = 1.590 > 1.33$$

ESCASA un 19%

La sección NO se acepta.

Se propone la siguiente sección para la columna:



Area	=	209.72	cm ²
Ix	=	246092	cm ⁴
Sx	=	6152	cm ³
rx	=	34.3	cm
ry	=	10.0	cm
rt	=	11.4	cm
Lx	=	Iy	= 865 cm
kx	=	1.5	; ky = 1.0

El manual AISC permite la utilización de un radio de giro equivalente calculado con las siguientes ecuaciones:

$$r_{t \text{ equiv.}} = \left[\frac{I_y}{25x} \sqrt{d^2 + \frac{0.156 L b^2 J}{I_y}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$J = \frac{2 b f t f^3}{3} + \frac{d t w^3}{3} \quad \text{sustituyendo valores se obtiene:}$$

$$J = 138.09 \text{ cm}^4 \quad \text{y} \quad r_{t \text{ equiv.}} = 12.0 \text{ cm}$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.5 \times 865}{34.3} = 37.83$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 865}{10.0} = 86.5; \text{ Rige} \Rightarrow F_a = 1.0296 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 59.81 \text{ ton} / 209.72 \text{ cm}^2 = 0.285 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a / F_a = 0.285 / 1.0296 = 0.277$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y); \quad f_a / F_y = 0.285 / 2.53 = 0.113$$

$$f_a / F_y < 0.16$$

$$\frac{d}{t w} = \frac{80}{0.95} = 84.21 > \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y)$$

$$84.21 > \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.113) = 61.59$$

⇒ sección No compacta.

$$\frac{b f}{2 t f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b f}{2 t f} = \frac{43}{2 \times 1.59} = 13.52 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$C_b = 1.75 + 1.05 (M_1 / M_2) + 0.3 (M_1 / M_2)^2 \quad M_1 < M_2$$

$$M_1 = -79.03 \text{ ton-m}; \quad M_2 = 104.00 \text{ ton-m}; \quad M_1 / M_2 = -0.76$$

$$C_b = 1.75 + 1.05(-0.76) + 0.3(-0.76)^2 ; \quad C_b = 1.125$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} \quad C_b = 1.125 \quad L_b = 865 \text{ cm} \quad d = 80 \text{ cm}$$
$$A_f = 43 \times 1.59 = 68.37 \text{ cm}^2$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.125}{865 \times 80 / 68.37} \quad F_b' = 0.938 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_{t_e}} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_{t_e}} = \frac{865}{12} = 72.08 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1.125}{2.53}}$$

$$72.08 < 126.24$$

$$\frac{L_b}{r_{t_e}} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_{t_e}} = 72.08 > \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.125}{2.53}} = 56.46$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L_b/r_{t_e})^2}{107525 \times C_b} \right] \times F_y$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2.53 (865/12)^2}{107525 \times 1.125} \right] \times 2.53 ; \quad F_b'' = 1.412 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b'' > F_b' \quad \Rightarrow \quad F_b = 1.412 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{10400 \text{ ton-cm}}{6152 \text{ cm}^3} = 1.691 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.691 / 1.412 = 1.198$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $f_b/F_b > 0.15$ se deben cumplir las siguientes dos desigualdades:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} \leq 1.33 \quad y$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$F'e = \frac{12 \pi^2 E}{23 (k L_b/r_b)^2} = \frac{12 \times \pi^2 \times 2100}{23 \times (37.83)^2} = 7.556 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} = 0.277 + \frac{0.85 \times 1.691}{(1 - 0.285/7.556) \times 1.412}$$

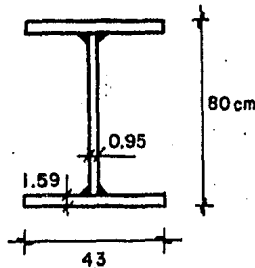
$$0.277 + 1.058 = 1.335 \approx 1.33 \quad (\text{correcto})$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{0.285}{0.6 \times 2.53} + \frac{1.691}{1.412} = 0.188 + 1.198 = 1.386 > 1.33$$

ESCASA un 4.2% ∴ SE ACEPTA

Sección definitiva para columnas



- Elemento No. 17 del modelo matemático

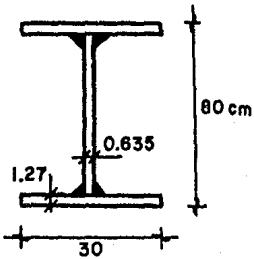
Trabe I, Marco No. 1

Solicitud: Carga muerta + Carga viva

Condición de carga No. 2

Area = 125.39 cm²
 Ix = 142684 cm⁴
 Sx = 3567 cm³
 rx = 33.7 cm
 ry = 6.8 cm
 rt = 7.9 cm

momento en nudo i = 39.19 ton-m
 momento en nudo j = 20.19 ton-m
 fuerza axial = 23.48 ton
 fuerza cortante = 15.83 ton
 Lx = Ly = 325 cm



Considerando:

kx = 1.5

ky = 1.0

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{kx \times Lx}{rx} = \frac{1.5 \times 325}{33.7} = 14.5$$

$$\frac{ky \times Ly}{ry} = \frac{1.0 \times 325}{6.8} = 47.8$$

$$Rige = Fa \Rightarrow 1.305 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa = 23.48 \text{ ton} / 125.39 \text{ cm}^2 = 0.187 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa/Fa = 0.187/1.305 = 0.143$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy);$$

$$fa/Fy = 0.187/2.53 = 0.074$$

$$fa/Fy < 0.16$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{80}{0.635} = 125.98$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.074) = 77.14$$

125.98 > 77.14 ⇒ sección NO compacta.

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{30}{2 \times 1.27} = 11.81 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} \quad L_b = 325 \text{ cm} \quad C_b = 1.0 \quad d = 80 \text{ cm}$$
$$A_f = 30 \times 1.27 = 38.10 \text{ cm}^2$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1.0}{325 \times 80 / 38.10} \quad F_b' = 1.236 \text{ ton/cm}^2$$
$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = \frac{325}{7.9} = 41.14 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = 41.14 < \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1}{2.53}} = 53.23$$

$$\frac{L_b}{bf} \leq \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{bf} = \frac{325}{30} = 10.83 < \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1476}{\sqrt{2.53}} = 12.67 \quad \Rightarrow$$

$$F_b = 0.6 F_y ; \quad F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{3919 \text{ ton-cm}}{3567 \text{ cm}^3} = 1.099 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.099/1.518 = 0.724$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $f_a/F_a < 0.15$; se debe cumplir la siguiente desigualdad.

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.0$$

$$0.143 + 0.724 = 0.867 < 1.0 \quad (\text{correcto})$$

∴ la sección se ACEPTA para esta condición de carga.

- Elemento No. 29 del modelo matemático.

Trabe I, Marco No. 13

Solicitación: Carga muerta + viento

Condición de carga No. 4

La sección es la misma que en la revisión anterior.

$$\text{momento en nudo i} = 103.20 \text{ ton-m} \quad F_a = 1.305 \text{ ton/cm}^2$$

$$\text{momento en nudo j} = 1.389 \text{ ton-m}$$

$$\text{fuerza axial} = 17.12 \text{ ton} \quad F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$\text{fuerza cortante} = 30.88 \text{ ton}$$

$$L_x = L_y = 325 \text{ cm}$$

Esfuerzo a Compresión:

$$f_a = 17.12 \text{ ton} / 125.39 \text{ cm}^2 = 0.137 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.137 / 1.305 = 0.105$$

Esfuerzo a Flexión:

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{10320 \text{ ton-cm}}{3567 \text{ cm}^3} = 2.893 \text{ ton/cm}^2$$

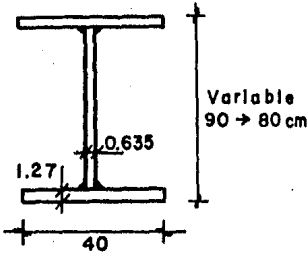
$$f_b/F_b = 2.893/1.518 = 1.906$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.33$$

$0.105 + 1.906 = 2.011 >> 1.33$ La sección NO se acepta. /

por lo tanto se propone la siguiente sección:



para $d = 90$ cm :

$$\text{Area} = 157.14 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 235390 \text{ cm}^4$$

$$S_x = 5231 \text{ cm}^3$$

$$r_x = 38.7 \text{ cm}$$

$$r_y = 9.3 \text{ cm}$$

$$r_t = 10.6 \text{ cm}$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.5 \times 325}{38.7} = 12.6$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 325}{9.3} = 34.9 ; \text{ Rige } \Rightarrow F_a = 1.3791 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 17.12 \text{ ton} / 157.14 \text{ cm}^2 = 0.109 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a / F_a = 0.109 / 1.3791 = 0.079$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y) ; \quad f_a / F_y = 0.109 / 2.53 = 0.043$$

$$f_a / F_y < 0.16$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{90}{0.635} = 141.73$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a / F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.043) = 89.51$$

$141.73 > 89.51 \Rightarrow$ sección NO compacta.

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{40}{2 \times 1.27} = 15.75 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$Fb' = \frac{843.68 \times Cb}{Lb \times d / Af}$$

$$Lb = 325 \text{ cm} \quad d = 90 \text{ cm} \quad Cb = 1.0$$
$$Af = 40 \times 1.27 = 50.80 \text{ cm}^2$$

$$Fb' = \frac{843.68 \times 1.0}{325 \times 90 / 50.80} ;$$

$$Fb' = 1.465 \text{ ton/cm}^2$$
$$Fb' < 0.6 Fy$$

$$\frac{Lb}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times Cb}{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = \frac{325}{10.6} = 30.66 < \sqrt{\frac{35841.67 \times Cb}{Fy}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{Lb}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = 30.66 < \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1}{2.53}} = 53.23$$

$$\frac{Lb}{bf} \leq \frac{20.1476}{\sqrt{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{bf} = \frac{325}{40} = 8.13 < \frac{20.1476}{\sqrt{Fy}} = \frac{20.1476}{\sqrt{2.53}} = 12.667 \Rightarrow$$

$$Fb = 0.6 Fy \quad Fb = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$fb = \frac{M}{Sx} = \frac{10320 \text{ ton-cm}}{5231 \text{ cm}^3} = 1.973 \text{ ton/cm}^2$$

$$fb/Fb = 1.973 / 1.518 = 1.300$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

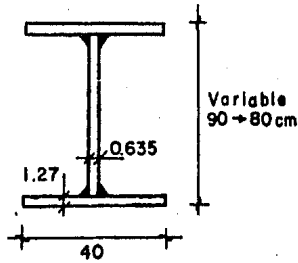
Como $fa/Fa < 0.15$ se debe cumplir:

$$fa/Fa + fb/Fb \leq 1.33$$

$$0.079 + 1.300 = 1.379 > 1.33$$

La sección está ESCASA un 3.5% .∴ se ACEPTA, ya que se tiene una condición accidental.

Sección definitiva para las traveses I



- Elemento No. 37 del modelo matemático.

Trabe II, Marco No. 5

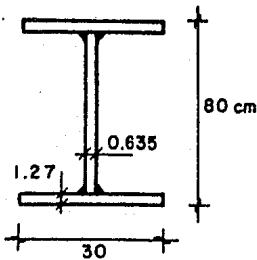
Solicitación: Carga muerta + carga viva reducida + sismo

Condición de carga No. 3

La sección es la misma que la propuesta inicialmente para las traveses I.

Area = 125.39 cm²
Ix = 142684 cm⁴
Sx = 3567 cm³
rx = 33.7 cm
ry = 6.8 cm
rt = 7.9 cm

momento en nudo i = - 35.86 ton-m
momento en nudo j = 28.85 ton-m
fuerza axial = 27.54 ton
fuerza cortante = 2.25 ton
Lx = Ly = 325 cm



kx = 1.5 ; ky = 1.0

Fa = 1.305 ton/cm²

Fb = 1.518 ton/cm²

Esfuerzo a Compresión:

$$f_a = 27.54 \text{ ton} / 125.39 \text{ cm}^2 = 0.220 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.220 / 1.305 = 0.169$$

Esfuerzo a Flexión:

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{3586 \text{ ton-cm}}{3567 \text{ cm}^3} = 1.005 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.005/1.518 = 0.662$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $f_a/F_a > 0.15$; se deben cumplir:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} \leq 1.33 \quad \text{y}$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$F'e = \frac{12 \pi^2 E}{23 (k L_b/r_b)^2} = \frac{12 \times \pi^2 \times 2100}{23 (1.5 \times 325/33.7)^2} = 51.68 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \times f_b}{(1 - f_a/F'e) F_b} = \frac{0.220}{1.305} + \frac{0.85 \times 1.005}{(1 - 0.220/51.68) \times 1.518}$$

$$0.169 + 0.565 = 0.734 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{0.220}{0.6 \times 2.53} + \frac{1.005}{1.518} = 0.145 + 0.662 = 0.807 < 1.33$$

(correcto)

∴ la sección se ACEPTA para esta condición de carga.

- Elemento No. 37 del modelo matemático.

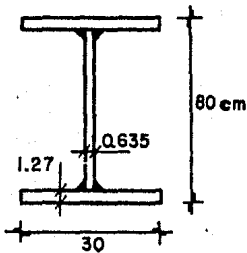
Trabe II, Marco 5

Solicitación: Carga muerta + viento.

Condición de carga No. 4

La sección es la misma que para la revisión anterior.

Area = 125.39 cm ²	momento en nudo i = - 33.70 ton-m
Ix = 142684 cm ⁴	momento en nudo j = 42.28 ton-m
Sx = 3567 cm ³	fuerza axial = 23.05 ton
rx = 33.7 cm	fuerza cortante = 3.39 ton
ry = 6.8 cm	Lx = Ly = 325 cm
rt = 7.9 cm	



$$Kx = 1.5 ; \quad ky = 1.0$$

$$Fa = 1.305 \text{ ton/cm}^2$$

$$Fb = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

Esfuerzo a Compresión:

$$fa = 23.05 \text{ ton} / 125.39 \text{ cm}^2 = 0.184 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa/Fa = 0.184 / 1.305 = 0.141$$

Esfuerzo a Flexión:

$$fb = \frac{M}{Sx} = \frac{4228 \text{ ton-cm}}{3567 \text{ cm}^3} = 1.185 \text{ ton/cm}^2$$

$$fb/Fb = 1.185/1.518 = 0.781$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $fa/Fa < 0.15$ se debe cumplir:

$$fa / Fa + fb / Fb \leq 1.33$$

$$0.141 + 0.781 = 0.922 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

∴ la sección se ACEPTA.

- Elemento No. 53 del modelo matemático.

Trabe III, Marco 5.

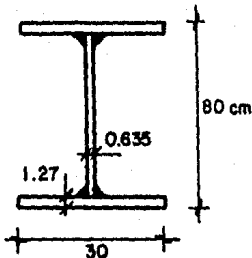
Solicitación: Carga muerta + viento.

Condición de carga No. 4.

La sección es la misma que para la revisión anterior.

$$\begin{aligned} \text{Area} &= 125.39 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 142684 \text{ cm}^4 \\ S_x &= 3567 \text{ cm}^3 \\ r_x &= 33.7 \text{ cm} \\ r_y &= 6.8 \text{ cm} \\ r_t &= 7.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{momento en nudo i} &= -42.28 \text{ ton-m} \\ \text{momento en nudo j} &= 32.94 \text{ ton-m} \\ \text{fuerza axial} &= 15.20 \text{ ton} \\ \text{fuerza cortante} &= 3.48 \text{ ton} \\ L_x = L_y &= 325 \text{ cm} \end{aligned}$$



$$k_x = 1.5 ; \quad k_y = 1.0$$

$$F_a = 1.305 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

Esfuerzo a Compresión:

$$f_a = 15.20 \text{ ton} / 125.39 \text{ cm}^2 = 0.121 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a / F_a = 0.121 / 1.305 = 0.093$$

Esfuerzo a Flexión:

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{4228 \text{ ton-cm}}{3567 \text{ cm}^3} = 1.185 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b / F_b = 1.185 / 1.518 = 0.781$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $f_a/F_a < 0.15$ se debe cumplir:

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.33$$

$$0.093 + 0.781 = 0.874 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

∴ se ACEPTA la sección para la trabe III.

- Elemento No. 65 del modelo matemático.

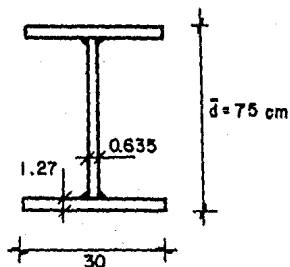
Trabe IV, Marco 1

Solicitación: Carga muerta + viento

Condición de carga No. 4

Area = 122.21 cm²
Ix = 123700 cm⁴
Sx = 3299 cm³
rx = 31.8 cm
ry = 6.8 cm
rt = 7.9 cm

momento en nudo i = 36.94 ton-m
momento en nudo j = - 37.59 ton-m
fuerza axial = 0.00 ton
fuerza cortante = - 1.69 ton
Lx = Ly = 325 cm



$$k_x = 1.5$$

$$k_y = 1.0$$

Revisión por esfuerzo de Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 fa/F_y) ; \quad fa/F_y = 0.00$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{75}{0.635} = 118.11 > \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} = 106.66 \Rightarrow$$

la sección es NO compacta

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{30}{2 \times 1.27} = 11.81 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} \quad L_b = 325 \text{ cm}; \quad d = 75 \text{ cm}; \quad C_b = 1.00$$
$$A_f = 30 \times 1.27 = 38.10 \text{ cm}^2$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1}{325 \times 75 / 38.10} \quad F_b' = 1.319 \text{ ton/cm}^2$$
$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{rt} = \frac{325}{7.9} = 41.14 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{rt} = 41.14 < \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.00}{2.53}} = 53.23$$

$$\frac{L_b}{bf} \leq \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{bf} = \frac{325}{30} = 10.83 < \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1476}{\sqrt{2.53}} = 12.67 \Rightarrow$$

$$F_b = 0.6 F_y ; \quad F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{3759 \text{ ton-cm}}{3299 \text{ cm}^3} = 1.139 \text{ ton/cm}^2 < 1.518 \text{ (correcto)}$$

Como $F_b > f_b$ la sección se ACEPTA para ese marco.

- Elemento No. 77 del modelo matemático.

Trabe IV, Marco 13

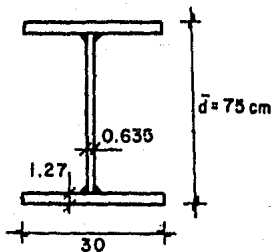
Solicitación: Carga muerta + viento

Condición de carga No. 4

La sección es la misma que para la revisión anterior.

$$\begin{aligned} \text{Area} &= 122.21 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 123700 \text{ cm}^4 \\ S_x &= 3299 \text{ cm}^3 \\ r_x &= 31.8 \text{ cm} \\ r_y &= 6.8 \text{ cm} \\ r_t &= 7.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{momento en nudo i} &= -33.12 \text{ ton-m} \\ \text{momento en nudo j} &= 29.98 \text{ ton-m} \\ \text{fuerza axial} &= 7.76 \text{ ton} \\ \text{fuerza cortante} &= 2.37 \text{ ton} \\ L_x &= L_y = 325 \text{ cm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} k_x &= 1.5 \\ k_y &= 1.0 \\ F_b &= 1.518 \text{ ton/cm}^2 \end{aligned}$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.5 \times 325}{31.8} = 15.33$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 325}{6.8} = 47.8 ; \quad R_{ige} \Rightarrow F_a = 1.305 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 7.76 \text{ ton} / 122.21 \text{ cm}^2 = 0.063 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a / F_a = 0.063 / 1.305 = 0.048$$

Esfuerzo de Flexión:

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{3312 \text{ ton-cm}}{3299 \text{ cm}^3} = 1.004 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.004/1.518 = 0.661$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $f_a/F_a < 0.15$ se debe cumplir:

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.33$$

$$0.048 + 0.661 = 0.709 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

∴ se ACEPTA la sección para el tramo IV.

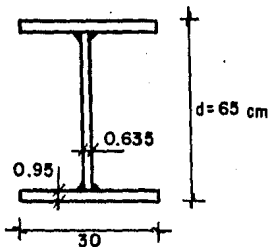
- Elemento No. 81 del modelo matemático.

Trabe V, Marco 1.

Solicitación: Carga muerta + viento.

Condición de carga No. 4

Area =	97.07 cm ²	momento en nudo i =	37.59 ton-m
Ix =	71758 cm ⁴	momento en nudo j =	- 22.96 ton-m
Sx =	2208 cm ³	* fuerza axial =	- 2.85 ton
rx =	27.2 cm	fuerza cortante =	5.68 ton
ry =	6.6 cm	Lx = Ly =	325 cm
rt =	7.8 cm		



$$k_x = 1.5$$

$$k_y = 1.0$$

* Tensión

Esfuerzo a Tensión:

$$F_t = 0.6 F_y ; \quad F_t = 0.6 \times 2.53 \text{ ton/cm}^2 = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 2.85 \text{ ton} / 97.07 \text{ cm}^2 = 0.029 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_t = 0.029/1.518 = 0.019$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) ; \quad f_a/F_y = 0.029/2.53 = 0.011$$
$$f_a/F_y < 0.16$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{65}{0.635} = 102.36$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.011) = 102.28$$

102.36 > 102.28 \Rightarrow sección NO compacta.

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{30}{2 \times 0.95} = 15.79 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} \quad L_b = 325 \text{ cm}; \quad d = 65 \text{ cm}; \quad C_b = 1.00$$

$$A_f = 30 \times 0.95 = 28.50 \text{ cm}^2$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1}{325 \times 65 / 28.50} \quad F_b' = 1.138 \text{ ton/cm}^2$$

$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = \frac{325}{7.8} = 41.67 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = 41.67 < \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1}{2.53}} = 53.23$$

$$\frac{L_b}{r_t} \leq \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = \frac{325}{30} = 10.83 < \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1476}{\sqrt{2.53}} = 12.67 \Rightarrow$$

$$F_b = 0.6 F_y ; \quad F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{3759 \text{ ton-cm}}{2208 \text{ cm}^3} = 1.702 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.702 / 1.518 = 1.121$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-tensión):

$$f_a/F_t + f_b/F_b \leq 1.33$$

$$0.019 + 1.121 = 1.140 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

∴ se ACEPTA la sección.

- Elemento No. 97 del modelo matemático.

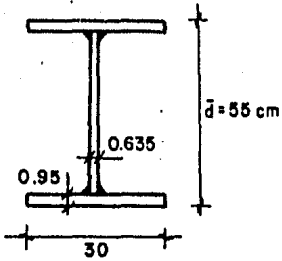
Trabe VI, Marco 1.

Solicitud: Carga muerta + viento.

Condición de carga No. 4

Area = 90.72 cm ²	momento en nudo i = 22.96 ton-m
Ix = 49557 cm ⁴	momento en nudo j = 0.00 ton-m
Sx = 1802 cm ³	* fuerza axial = - 2.57 ton
rx = 23.4 cm	fuerza cortante = 7.86 ton
ry = 6.7 cm	Lx = Ly = 325 cm
rt = 7.9 cm	

* Tensión



$$k_x = 1.5$$

$$k_y = 1.0$$

Esfuerzo a Tensión:

$$F_t = 0.6 F_y ; \quad F_t = 0.6 \times 2.53 \text{ ton/cm}^2 = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 2.57 \text{ ton} / 90.72 \text{ cm}^2 = 0.028 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_t = 0.028/1.518 = 0.018$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y); \quad f_a/F_y = 0.028/2.53 = 0.011$$

$$f_a/F_y < 0.16$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{55}{0.635} = 86.61$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.011) = 102.28$$

$$86.61 < 102.28$$

$$L_b \leq \frac{20.1416 \times b_f}{\sqrt{F_y}}$$

$$L_b = 325 < \frac{20.1416 \times b_f}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1416 \times 30}{\sqrt{2.53}} = 379.89$$

$$L_b \leq \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y} ;$$

$$d = 55 \text{ cm}$$

$$A_f = 30 \times 0.95 = 28.50 \text{ cm}^2$$

$$L_b = 325 > \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y} = \frac{1405.56}{(55/28.5) \times 2.53} = 287.88 \Rightarrow$$

sección NO compacta

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{30}{2 \times 0.95} = 15.79 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} \quad L_b = 325 \text{ cm}; \quad d = 55 \text{ cm}; \quad C_b = 1.0$$
$$A_f = 28.50 \text{ cm}^2$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1}{325 \times 55 / 28.5} ; \quad F_b' = 1.345 \text{ ton/cm}^2$$
$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{rt} = \frac{325}{7.9} = 41.14 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{rt} = 41.14 < \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.0}{2.53}} = 53.23$$

$$\frac{L_b}{bf} \leq \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{bf} = \frac{325}{30} = 10.83 < \frac{20.1476}{\sqrt{F_y}} = \frac{20.1476}{\sqrt{2.53}} = 12.67 \Rightarrow$$

$$F_b = 0.6 F_y ; \quad F_b = 0.6 \times 2.53 \text{ ton/cm}^2$$
$$F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{2296 \text{ ton-cm}}{1802 \text{ cm}^3} = 1.274 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 1.274/1.518 = 0.839$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-tensión):

$$f_a/F_t + f_b/F_b \leq 1.33$$

$$0.018 + 0.839 = 0.857 \leq 1.33 \quad (\text{correcto})$$

∴ se ACEPTA la sección para el tramo VI.

La revisión de las traveses secundarias se hará con atención a la condición de carga número 4; carga muerta + viento, en el sector de la cubierta donde se presentan presiones, ya que los esfuerzos generados son mayores en comparación con los que se presentan por otra condición de carga. Así, las traveses secundarias deberán revisarse para soportar una carga uniformemente distribuida producto de su propio peso, de la componente normal de la carga de la cubierta, y del efecto de presión del viento. La deducción de dicha carga para cada tipo diferente de traveses secundaria se muestra en la siguiente tabla.

Traveses sec.	Area triangular (m ²)	Long. (m)	w(CM) (kg/m)	Velocidad de diseño (km/hr)	w (vto) (kg/m)	w (total) (kg/m)
A	12.94	7.26	1589	218.00	386	1975
B	20.71	5.84	1380	219.53	779	2159
C	15.53	4.72	1195	222.48	743	1938
D	12.36	3.73	1023	225.76	770	1793
E	9.82	2.91	801	229.11	808	1609
F	7.76	2.27	583	232.35	842	1425

Tabla III-11

Al mismo tiempo esas trabes se encontrarán sometidas a fuerzas de tensión o compresión, provocadas por el trabajo conjunto de toda la retícula metálica, por lo que cada trabe secundaria será revisada por flexo-tensión o flexo-compresión según el caso. La magnitud de esas fuerzas se encuentra en los resultados del análisis estructural realizado por el programa SAP V-2. En la siguiente tabla se observan los mayores valores de esas fuerzas para cada tipo de trabe secundaria.

Trabe secundaria	No. modelo matemático	Tensión (+) o Compresión (-) (kgs)
A	141	0 *
B	157	3991
C	173	- 23460
D	189	- 26910
E	205	- 12590
F	221	- 2916

* el anillo de tensión toma la carga.

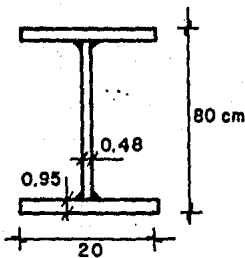
Tabla III-12

Con los datos de las dos tablas anteriores se procede a la revisión de las trabes secundarias.

Para el anillo de compresión se encuentra también que los elementos mecánicos de la condición de carga número 4, carga muerta más viento, son los mayores.

A continuación se realiza la revisión de estos elementos estructurales junto con el anillo de tensión, el cual será de concreto reforzado.

- Trabes tipo A



Propiedades de la sección:

Area	=	75.49 cm ²
Ix	=	78423 cm ⁴
Sx	=	1961 cm ³
rx	=	32.2 cm
rt	=	5.0 cm
kx	=	ky = 1.0

Carga uniformemente distribuida $w = 19.75 \text{ kg/cm}$

Carga axial $P = 0.00 \text{ ton}$

Longitud de la trabe $L = 726 \text{ cm}$

Se recordará que en el inciso II c) se mencionó que estas trabes se arriostrarían al centro de su claro hasta el fraguado del concreto, así: $L_b = 726/2 = 363 \text{ cm}$

Revisión por esfuerzo de Flexión:

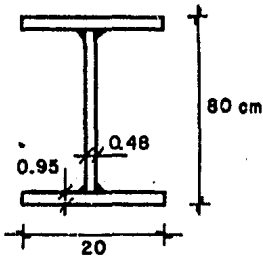
$$F_b = 1.373 \text{ ton/cm}^2 \quad \text{tomado del inciso II c)}$$

$$M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{19.75 \text{ kg/cm} \times (726 \text{ cm})^2}{8} = 1,301,219 \text{ kg-cm}$$
$$= 1,301.219 \text{ ton-cm}$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{1301.219 \text{ ton-cm}}{1961 \text{ cm}^3} = 0.664 \text{ ton/cm}^2$$

Como $F_b > f_b$ la sección se ACEPTA.

- Trabes tipo B



Propiedades de la sección:

Area	=	75.49	cm ²
Ix	=	78423	cm ⁴
Sx	=	1961	cm ³
rx	=	32.2	cm
rt	=	5.0	cm
kx	=	ky	= 1.0

Carga uniformemente distribuida $w = 21.59$ kg/cm

Carga axial $P = 3.991$ ton (tensión).

$Lbx = Lby = 584$ cm

Esfuerzo a Tensión:

$$Ft = 0.6 Fy ; \quad Ft = 0.6 \times 2.53 \text{ ton/cm}^2 = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa = 3.991 \text{ ton} / 75.49 \text{ cm}^2 = 0.053 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa/Ft = 0.053/1.518 = 0.035$$

Esfuerzo a Flexión:

$$Fb = 0.875 \text{ ton/cm}^2$$

$$M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{21.59 \text{ kg/cm} \times (584 \text{ cm})^2}{8} = 920,425 \text{ kg-cm}$$
$$= 920.425 \text{ ton-cm}$$

$$fb = \frac{M}{Sx} = \frac{920.425 \text{ ton-cm}}{1961 \text{ cm}^3} = 0.469 \text{ ton/cm}^2$$

$$fb/Fb = 0.469/0.875 = 0.536$$

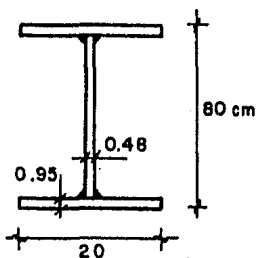
Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-tensión):

Como $fa/Fa < 0.15$ se debe cumplir: $fa/Fa + fb/Fb \leq 1.33$

$$0.035 + 0.536 = 0.571 < 1.33$$

∴ se ACEPTA la sección.

- Trabes tipo C



Propiedades de la sección:

Area	=	75.49 cm ²
Ix	=	78423 cm ⁴
Sx	=	1961 cm ³
rx	=	32.2 cm
ry	=	4.1 cm
rt	=	5.0 cm
kx	=	ky = 1.0

Carga uniformemente distribuida $w = 19.38 \text{ kg/cm}$

Carga axial $P = 23.46 \text{ ton}$ (compresión).

$Lbx = Lby = 472 \text{ cm}$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{kx \times Lx}{rx} = \frac{1.0 \times 472 \text{ cm}}{32.2 \text{ cm}} = 14.66$$

$$\frac{ky \times Ly}{ry} = \frac{1.0 \times 472 \text{ cm}}{4.1 \text{ cm}} = 115.12 ; \text{ Rige } \Rightarrow Fa = 0.774 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa = 23.46 \text{ ton} / 75.46 \text{ cm}^2 = 0.311 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa/Fa = 0.402$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy); \quad fa/Fy = 0.311/2.53 = 0.123$$
$$fa/Fy < 0.16$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{80}{0.48} = 166.67$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.123) = 57.60$$

$166.67 > 57.60 \Rightarrow$ sección NO compacta.

$$\frac{bf}{2tf} < \frac{25,185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{20}{2 \times 0,95} = 10,53 < \frac{25,185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25,185}{\sqrt{2,53}} = 15,83$$

$$F_b' = \frac{843,68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} \quad C_b = 1,0 \quad A_f = 20 \times 0,95 = 19 \text{ cm}^2$$
$$L_b = 472 \text{ cm} \quad d = 80 \text{ cm}$$

$$F_b' = \frac{843,68 \times 1}{472 \times 80 / 19} ; \quad F_b' = 0,425 \text{ ton/cm}^2$$
$$F_b' < 0,6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841,67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = \frac{472}{5,0} = 94,4 < \sqrt{\frac{35841,67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841,67 \times 1}{2,53}} = 119,02$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{7168,33 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = 94,4 > \sqrt{\frac{7168,33 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{7168,33 \times 1}{2,53}} = 53,23$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L_b/r_t)^2}{107525 \times C_b} \right] \times F_y$$

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2,53 (94,4)^2}{107525 \times 1,0} \right] \times 2,53 ; \quad F_b'' = 1,156 \text{ ton/cm}^2$$

Como $F_b'' > F_b' \Rightarrow F_b = 1,156 \text{ ton/cm}^2$

$$M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{19,38 \text{ kg/cm} \times (472 \text{ cm})^2}{8} = 539,694 \text{ kg-cm}$$
$$= 539,694 \text{ ton-cm}$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{539,694 \text{ ton-cm}}{1961 \text{ cm}^3} = 0,275 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b / F_b = 0,275 / 1,156 = 0,238$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $f_a/F_a > 0.15$ se deben cumplir:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m f_b}{(1 - f_a/F'_e) F_b} \leq 1.33 \quad y$$

$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$F'_e = \frac{12 \pi^2 E}{23 (k L_x/r_x)^2} ; \quad \frac{k_x \times L_x}{r_x} = 14.66$$

$$F'_e = \frac{12 \times \pi^2 \times 2100}{23 (14.66)^2} = 50.316 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m f_b}{(1 - f_a/F'_e) F_b} = 0.402 + \frac{0.85 \times 0.275}{(1 - 0.311/50.316) \times 1.156}$$

$$0.402 + 0.203 = 0.61 < 1.33 \quad (\text{correcto})$$

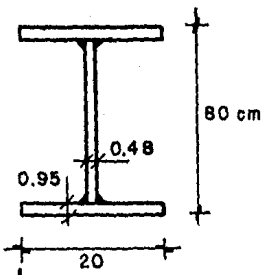
$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{0.311}{0.6 \times 2.53} + \frac{0.275}{1.156} = 0.205 + 0.238 = 0.44 < 1.33$$

(correcto)

∴ la sección se ACEPTA.

- Trabes tipo D



Propiedades de la sección:

Area	=	75.49	cm ²
I _x	=	78423	cm ⁴
S _x	=	1961	cm ³
r _x	=	32.2	cm
r _y	=	4.1	cm
r _t	=	5.0	cm
k _x	=	k _y	= 1.0

Carga uniformemente distribuida $w = 17.93 \text{ kg/cm}$

Carga axial $P = 26.91 \text{ ton}$ (compresión).

$L_{bx} = L_{by} = 373 \text{ cm}$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.0 \times 373}{32.2} = 11.58$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 373}{4.1} = 91 ; \text{ Rige } \Rightarrow F_a = 0.9922 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 26.91 \text{ ton} / 75.49 \text{ cm}^2 = 0.356 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.356 / 0.9922 = 0.359$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{t_w} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) ; \quad f_a/F_y = 0.356/2.53 = 0.141$$
$$f_a/F_y < 0.16$$

$$\frac{d}{t_w} = \frac{80}{0.48} = 166.67$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.141) = 50.42$$

$166.67 > 50.42 \Rightarrow$ sección NO compacta.

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f} \quad C_b = 1.0 \quad A_f = 19 \text{ cm}^2$$
$$L_b = 373 \text{ cm} \quad d = 80 \text{ cm}$$

$$F_b' = \frac{843.68 \times 1}{373 \times 80 / 19} \quad F_b' = 0.537 \text{ ton/cm}^2$$
$$F_b' < 0.6 F_y$$

$$\frac{L_b}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$$

$$\frac{L_b}{r_t} = \frac{373}{5.0} = 74.6 < \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}} = \sqrt{\frac{35841.67 \times 1}{2.53}} = 119.02$$

$$\frac{Lb}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}}$$

$$\frac{Lb}{rt} = 74.6 > \sqrt{\frac{7168.33 \times Cb}{Fy}} = \sqrt{\frac{7168.33 \times 1.0}{2.53}} = 53.23$$

$$Fb'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{Fy (Lb/rt)^2}{107525 \times Cb} \right] \times Fy$$

$$Fb'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{2.53 (74.6)^2}{107525 \times 1} \right] \times 2.53 \quad Fb'' = 1.355 \text{ ton/cm}^2$$

Como $Fb'' > Fb'$ \Rightarrow $Fb = 1.355 \text{ ton/cm}^2$

$$M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{17.93 \text{ kg/cm} \times (373 \text{ cm})^2}{8} = 311,823 \text{ kg-cm}$$
$$= 311.823 \text{ ton-cm}$$

$$fb = \frac{M}{Sx} = \frac{311.823 \text{ ton-cm}}{1961 \text{ cm}^3} = 0.159 \text{ ton/cm}^2$$

$$fb/Fb = 0.159/1.355 = 0.117$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $fa/Fa > 0.15$ se deben cumplir:

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{Cm fb}{(1 - fa/F'e) Fb} \leq 1.33$$

$$\frac{fa}{0.6 Fy} + \frac{fb}{Fb} \leq 1.33$$

$$F'e = \frac{12 \pi^2 E}{23 (k Lx/rx)^2} \quad \frac{kx \times Lx}{rx} = 11.58$$

$$F'e = \frac{12 \times \pi^2 \times 2100}{23 (11.58)^2} = 80.64 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{Cm fb}{(1 - fa/F'e) Fb} \leq 1.33$$

(correcto)

$$0.359 + \frac{0.85 \times 0.159}{(1 - 0.356/80.64) \times 1.355} = 0.359 + 0.100 < 1.33$$

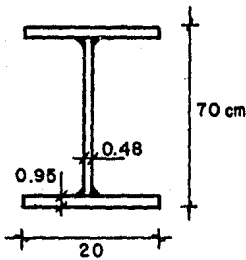
$$\frac{f_a}{0.6 F_y} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.33$$

$$\frac{0.356}{0.6 \times 2.53} + \frac{0.159}{1.355} = 0.235 + 0.117 = 0.35 < 1.33$$

(correcto)

∴ la sección se ACEPTA.

- Trabes tipo E



Propiedades de la sección:

Area	=	70.69	cm ²
Ix	=	57931	cm ⁴
Sx	=	1655	cm ³
rx	=	28.6	cm
ry	=	4.2	cm
rt	=	5.1	cm
kx	=	ky	= 1.0

Carga uniformemente distribuida $w = 16.09$ kg/cm

Carga axial $P = 12.59$ ton (compresión).

$L_bx = L_by = 291$ cm

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times I_x}{r_x} = \frac{1.0 \times 291}{28.60} = 10.17$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 291}{4.2} = 69.29 ; \text{ Rige } \Rightarrow F_a = 1.1574 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 12.59 \text{ ton} / 70.69 \text{ cm}^2 = 0.178 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a / F_a = 0.178 / 1.1574 = 0.154$$

Esfuerzo a Flexión:

$$F_b = 1.493 \text{ ton/cm}^2$$

$$M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{16.09 \text{ kg/cm} \times (291 \text{ cm})^2}{8} = 170,315 \text{ kg-cm}$$
$$= 170.315 \text{ ton-cm}$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{170.315 \text{ ton-cm}}{1655 \text{ cm}^3} = 0.103 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 0.103 / 1.493 = 0.069$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

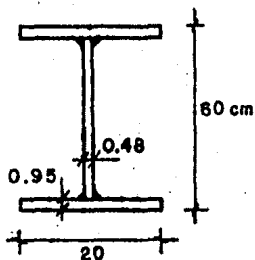
Como $f_a/F_a \approx 0.15$ se debe cumplir:

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.33$$

$$0.402 + 0.069 = 0.47 \ll 1.33$$

∴ se ACEPTA la sección.

- Trabes tipo F



Propiedades de la sección:

Area	=	65.89	cm ²
I _x	=	40973	cm ⁴
S _x	=	1366	cm ³
r _x	=	24.9	cm
r _y	=	4.4	cm
r _t	=	5.2	cm
k _x	=	k _y	= 1.0

Carga uniformemente distribuida $w = 14.25 \text{ kg/cm}$

Carga axial $P = 2.916 \text{ ton}$ (compresión).

$$L_{bx} = L_{by} = 228 \text{ cm.}$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.0 \times 228}{24.9} = 9.2$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 228}{4.4} = 51.8 ; \text{ Rige } \Rightarrow F_a = 1.2802 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 2.916 \text{ ton} / 65.89 \text{ cm}^2 = 0.044$$

$$f_a / F_a = 0.044 / 1.2802 = 0.034$$

Esfuerzo a Flexión:

$$F_b = 1.518 \text{ ton/cm}^2$$

$$M = \frac{w \times L^2}{8} = \frac{14.25 \text{ kg/cm} \times (228 \text{ cm})^2}{8} = 92,597 \text{ kg-cm}$$
$$= 92.597 \text{ ton-cm}$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{92.597 \text{ ton-cm}}{1366 \text{ cm}^3} = 0.068 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b / F_b = 0.068 / 1.518 = 0.045$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

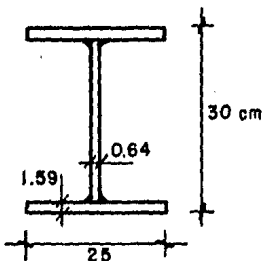
Como $f_a / F_a < 0.15$ se debe cumplir:

$$f_a / F_a + f_b / F_b \leq 1.33$$

$$0.034 + 0.045 = 0.08 \ll 1.33 \quad (\text{correcto}).$$

∴ la sección se ACEPTA.

Anillo de Compresión



Propiedades de la sección:

$$\begin{aligned} \text{Area} &= 96.66 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 17087 \text{ cm}^4 \\ S_x &= 1139 \text{ cm}^3 \\ r_x &= 13.3 \text{ cm} \\ r_y &= 6.5 \text{ cm} \\ r_t &= 7.0 \text{ cm} \\ k_x &= k_y = 1.0 \end{aligned}$$

Solicitud: Carga muerta + viento.

Condición de carga No. 4

Elemento No. 113 del modelo matemático.

Momento en nudo i = - 3059 ton-cm

Momento en nudo j = 2780 ton-cm

Fuerza axial = 5.72 ton

Fuerza cortante = 14.03 ton

Lx = Ly = 186 cm

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{kx \times Lx}{rx} = \frac{1.0 \times 186}{13.3} = 14.0$$

$$\frac{ky \times Ly}{ry} = \frac{1.0 \times 186}{6.5} = 28.6 ; \quad \text{Rige} \rightarrow Fa = 1.4097 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa = 5.72 \text{ ton} / 96.66 \text{ cm}^2 = 0.059 \text{ ton/cm}^2$$

$$fa/Fa = 0.059/1.4097 = 0.042$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy) ; \quad fa/Fy = 0.059/2.53 = 0.02$$

$$fa/Fy \ll 0.16$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{30}{0.64} = 46.88$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{Fy}} (1 - 3.74 fa/Fy) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.02) = 98.69$$

$$46.88 < 98.69$$

$$Lb \leq \frac{20.1416 bf}{\sqrt{Fy}}$$

$$Lb = 186 < \frac{20.1416 bf}{\sqrt{Fy}} = \frac{20.1416 \times 25}{\sqrt{2.53}} = 316.57$$

$$L_b \leq \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y} \quad A_f = 1.59 \times 25 = 39.75 \text{ cm}^2$$

$$L_b = 186 < \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y} = \frac{1405.56}{(30/39.75) \times 2.53} = 736.11$$

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{25.185}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{25}{2 \times 1.59} = 7.86 < \frac{25.185}{\sqrt{F_y}} = \frac{25.185}{\sqrt{2.53}} = 15.83$$

$$\frac{b_f}{2t_f} \leq \frac{17.2315}{\sqrt{F_y}}$$

$$\frac{b_f}{2t_f} = 7.86 < \frac{17.2315}{\sqrt{F_y}} = \frac{17.2315}{\sqrt{2.53}} = 10.83 \quad \Rightarrow$$

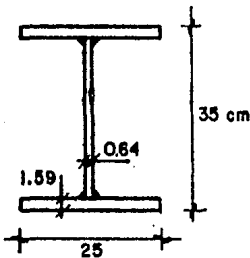
La sección es Compacta $\Rightarrow F_b = 0.66 F_y$

$$F_b = 1.687 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{3059 \text{ ton-cm}}{1139 \text{ cm}^3} = 2.686 \text{ ton/cm}^2$$

$$\frac{f_b}{F_b} = \frac{2.686}{1.687} = 1.592 \quad \therefore \text{La sección } \underline{\text{NO}} \text{ se acepta.}$$

Se propone la siguiente sección:



$$\begin{aligned} \text{Area} &= 99.86 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 23920 \text{ cm}^4 \\ S_x &= 1367 \text{ cm}^3 \\ r_x &= 15.5 \text{ cm} \\ r_y &= 6.4 \text{ cm} \\ r_t &= 6.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Esfuerzo a Compresión:

$$\frac{k_x \times L_x}{r_x} = \frac{1.0 \times 186}{15.5} = 12.00$$

$$\frac{k_y \times L_y}{r_y} = \frac{1.0 \times 186}{6.4} = 29.06 ; \text{ Rige } \Rightarrow F_a = 1.4097 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a = 5.72 \text{ ton} / 99.86 \text{ cm}^2 = 0.057 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_a/F_a = 0.057/1.4097 = 0.041$$

Esfuerzo a Flexión:

$$\frac{d}{tw} \leq \frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) ; \quad f_a/F_y = 0.057/2.53 = 0.023$$
$$f_a/F_y \ll 0.16$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{35}{0.64} = 54.69$$

$$\frac{169.66}{\sqrt{F_y}} (1 - 3.74 f_a/F_y) = \frac{169.66}{\sqrt{2.53}} (1 - 3.74 \times 0.023) = 97.49$$

$$54.69 < 97.49$$

$$L_b \leq \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y} \quad A_f = 39.75 \text{ cm}^2$$

$$L_b = 186 < \frac{1405.56}{(d/A_f) F_y} = \frac{1405.56}{(35/39.75) \times 2.53} = 630.95 \quad \Rightarrow$$

La sección es Compacta \Rightarrow $F_b = 0.66 F_y$

$$F_b = 1.687 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b = \frac{M}{S_x} = \frac{3059 \text{ ton-cm}}{1367 \text{ cm}^3} = 2.238 \text{ ton/cm}^2$$

$$f_b/F_b = 2.238/1.687 = 1.327$$

Revisión por esfuerzos combinados (Flexo-compresión):

Como $f_a/F_a < 0.15$ se debe cumplir:

$$f_a/F_a + f_b/F_b \leq 1.333$$

$$0.041 + 1.327 = 1.368 > 1.333$$

La sección está ESCASA un 2.6% \therefore se ACEPTA.

Revisión por esfuerzo Cortante:

$$fv = 14.03 \text{ ton} / 0.64 \times (35 - 2 \times 1.59) = 0.69 \text{ ton/cm}^2$$

$$Fv = 0.4 Fy = 0.4 \times 2.53 \text{ ton/cm}^2 = 1.012 \text{ ton/cm}^2$$

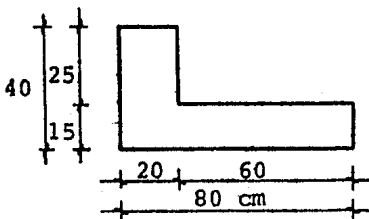
$$fv < Fv \quad (\text{correcto}).$$

- Anillo de Tensión.

Elemento No. 130 del modelo matemático.

Solicitación: Carga muerta + carga viva.

Condición de carga No. 2



$$\text{Area de concreto} = 1700 \text{ cm}^2$$

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

$$\text{Recubrimiento} = 3 \text{ cm}$$

Acero de refuerzo:

$$fy = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mi = + 1,569,000 \text{ kg-cm}$$

$$\Rightarrow Mu = 1.4 \times M = 2,196,000 \text{ kg-cm}$$

$$Mj = - 1,569,000 \text{ kg-cm}$$

$$\text{Fuerza axial } P = 48,710 \text{ kg.} \quad (\text{tensión}). \quad Pu = 1.4 \times P$$

$$Pu = 1.4 \times 48,710 \text{ kg} = 68,194 \text{ kg.}$$

$$\text{Fuerza cortante máxima } V = 13,090 \text{ kg.} \quad Vu = 1.4 \times V$$

$$Vu = 1.4 \times 13,090 \text{ kg} = 18,326 \text{ kg.}$$

Momento resistente M_r de la trabe:

$$\rho = 0.75 \rho_b ; \quad \rho_b = \frac{\beta' \times 0.85 f'c}{fy} + \frac{6000}{6000 + fy}$$

$$\beta' = 0.85 \text{ para concreto de } f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \times 0.85 \times 200}{4200} \times \frac{6000}{6000 + 4200} = 0.020$$

$$\rho = 0.75 \times 0.020 = 0.015$$

$$q = f_y / f''c ; \quad q = 0.015 \times 4200 / 136 = 0.46$$

$$M_r = \phi f''c b d^2 q (1 - 0.5q) ; \quad \phi = 0.9$$

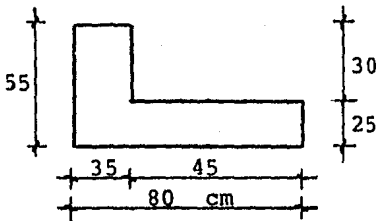
$$\text{Considerando: } b = \frac{20 + 60}{2} = 40 \text{ cm } \text{ y } d = \frac{40 + 15}{2} - 3$$

$$d = 24.5 \text{ cm}$$

$$M_r = 0.9 \times 136 \times 40 \times 24.5^2 \times 0.46 (1 - 0.5 \times 0.46)$$

$$M_r = 1,040,931 \text{ kg-cm} ; \quad M_u = 2,196,600 \text{ kg-cm}$$

Como $M_r < M_u$ NO se acepta \therefore se propone la siguiente secci3n:



$$A_c = 3050 \text{ cm}^2$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$d = \frac{55 + 25}{2} - 3 = 37 \text{ cm}$$

$$M_r = 0.9 \times 136 \times 40 \times 37^2 \times 0.46 (1 - 0.5 \times 0.46)$$

$$M_r = 2,374,069 \text{ kg-cm} > M_u = 2,196,600 \text{ kg-cm} ; \text{ (correcto).}$$

Armado por Tensi3n:

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Area necesaria de acero} = \frac{68194 \text{ kg}}{2520 \text{ kg/cm}^2} = 27.06 \text{ cm}^2$$

Pero para el c3lculo del momento resistente se consider3:

$$\rho = 0.015 \quad \text{por lo tanto:}$$

$$\text{Area necesaria de acero} = \rho \times A_c = 0.015 \times 3050 \text{ cm}^2 = 45.75 \text{ cm}^2$$

Usando varilla del No. 6 con $A_v = 2.87 \text{ cm}^2$ se tiene:

$$\text{No. de varillas} = \frac{45.75 \text{ cm}^2}{2.87 \text{ cm}^2} \Rightarrow 16 \text{ varillas.}$$

Se usarán 16 varillas del No. 6

Armado por Cortante:

Se considerará que el cortante es tomado por la sección de 55 cm por 35 cm.

Así, la resistencia al cortante proporcionada por el concreto es:

$$V_c = 0.53 (1 + 0.029 N_u/A_g) \sqrt{f'_c} b h$$

$$N_u = P_u = 68,194 \text{ kg} \quad (\text{tensión}).$$

$$V_c = 0.53 (1 + 0.029 \times \frac{-68194}{3050}) \times \sqrt{200} \times 35 \times 55$$

$$V_c = 5,073 \text{ kg}$$

El cortante a resistir por el refuerzo es:

$$V_s = V_u - V_c ; \quad V_s = 18326 - 5073 = 13,253 \text{ kg.}$$

Armando con estribos del No. 3 de $A_v = 0.713 \text{ cm}^2$ y con $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ se tiene lo siguiente:

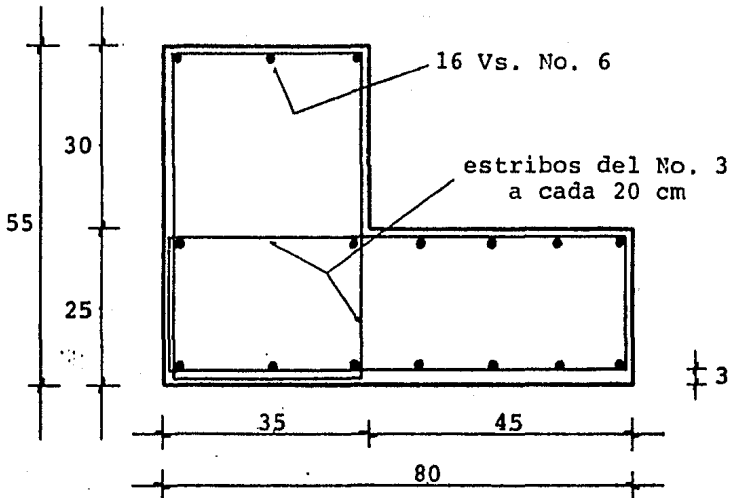
La separación de estribos será:

$$S = \frac{A_{vs} \times f_y \times d}{V_s} ; \quad A_{vs} = 3 \times 0.713 \text{ cm}^2 = 2.139 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{2.139 \times 2320 \times 52}{13,253} ; \quad S = 19.47 \text{ cm}$$

Se colocarán estribos del No. 3 a cada 20 centímetros.

Sección definitiva para el anillo de Tensión



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

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

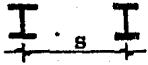
Acot. cms.

A pesar que las trabes metálicas de la estructura fueron diseñadas sin considerar la sección compuesta acero-concreto, para que exista un trabajo conjunto de estos dos materiales, será necesario colocar conectores de cortante; o sea, elementos de "liga" entre la losa de concreto y dichas trabes.

Aquí se muestran los cálculos realizados para el diseño de estos conectores, los cuales son de dos tipos: uno para las trabes de los marcos principales, y otro para las trabes secundarias, para lo cual se emplea la siguiente nomenclatura.

As

Area de acero de la sección I.

- b Ancho efectivo del patín de secciones compuestas.
- bf Ancho del patín de la sección metálica I.
- d Diámetro del perno que se usará como conector de cortante.
- L Claro de la trabe.
- n Número de conectores a utilizar.
- q Fuerza cortante permisible en un conector.
- s Separación entre traves. 
- t Espesor de la losa de concreto.
- Vh Carga de cortante nominal.
- w Espaciamiento transversal entre conectores.

- Conectores para trabe de marco principal.

Ancho efectivo del patín de la sección compuesta:

$$b = L / 4 = 325 \text{ cm} \times 6/4 = 487.5 \text{ cm}$$

$$b = bf + s = 40 \text{ cm} + 726 \text{ cm} = 766.0 \text{ cm}$$

$$b = bf + 16t = 40 \text{ cm} + 16 \times 11.2 \text{ cm} = 219.2 \text{ cm (rige).}$$

Cortante nominal:

$$V_h = \frac{A_s \times F_y}{2} = \frac{157.14 \text{ cm}^2 \times 2.533 \text{ ton/cm}^2}{2} = 199.02 \text{ ton (rige).}$$

$$V_h = \frac{0.85 f'_c b t}{2} = \frac{0.85 \times 0.2 \text{ ton/cm}^2 \times 219.2 \text{ cm} \times 11.2 \text{ cm}}{2} = 208.7 \text{ ton}$$

Número de conectores necesarios:

Utilizando pernos de 1/2" x 2" con $q = 2.3$ ton para concreto de $f'c = 200$ kg/cm², se tiene lo siguiente:

$$n = \frac{Vh}{q} = \frac{199.02 \text{ ton}}{2.3 \text{ ton}} = 86.7$$

por lo tanto se usarán 88 pernos.

Separación entre pernos:



$$w = 4 d$$

$$w = 4 \times 1/2 \times 2.54 \text{ cm}$$

$$w = 5.08 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm.}$$

Espaciamiento longitudinal de conectores:

$$S = \frac{L}{n} = \frac{325 \text{ cm} \times 6}{88 / 2} = 44 \text{ cm} \Rightarrow 40 \text{ cm}$$

Debe revisarse que: $6d < S < 8t$

$$6 \times 1/2 \times 2.54 \text{ cm} < S < 8 \times 11.2 \text{ cm}$$

$$7.62 \text{ cm} < 40 \text{ cm} < 89.6 \text{ cm} \quad (\text{correcto}).$$

Por lo tanto se colocarán en las traves principales 2 -- pernos de 1/2" x 2" a cada 40 centímetros.

- Conectores para traves secundarias.

Ancho efectivo del patín de la sección compuesta:

$$b = L / 4 = 726 \text{ cm} / 4 = 181,5 \text{ cm} \quad (\text{rige}).$$

$$b = b_f + s = 20 \text{ cm} + 186.4 \text{ cm} = 206.4 \text{ cm}$$

$$b = b_f + 16t = 20 \text{ cm} + 16 \times 11.2 \text{ cm} = 199.2 \text{ cm}$$

Cortante nominal:

$$V_h = \frac{A_s \times F_y}{2} = \frac{75.49 \text{ cm}^2 \times 2.533 \text{ ton/cm}^2}{2} = 95.61 \text{ ton} \quad \leftarrow (\text{rige}).$$

$$V_h = \frac{0.85 f'_c b t}{2} = \frac{0.85 \times 0.2 \text{ ton/cm}^2 \times 181.5 \times 11.2}{2} \\ = 172.79 \text{ ton}$$

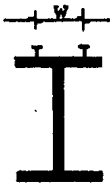
Número de conectores necesarios:

Utilizando pernos de 1/2" x 2" con $q = 2.3 \text{ ton}$, para -
concreto de $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ se tiene lo siguiente:

$$n = \frac{V_h}{q} = \frac{95.61 \text{ ton}}{2.3 \text{ ton}} = 41.6$$

por lo tanto se usarán 42 pernos.

Separación entre pernos:



$$w = 4 d$$

$$w = 4 \times 1/2 \times 2.54 \text{ cm}$$

$$w = 5.08 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm}$$

Espaciamiento longitudinal de conectores:

$$S = \frac{L}{n} = \frac{726 \text{ cm}}{42/2} = 34.6 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad 35 \text{ cm}$$

Debe revisarse que: $6d < S < 8t$

$$6 \times 1/2 \times 2.54 \text{ cm} < S < 8 \times 11.2 \text{ cm}$$

7.62 cm < 35 cm < 89.6 cm (correcto).

Por lo tanto se colocarán en trabes secundarias 2 pernos de 1/2" x 2" a cada 35 centímetros.

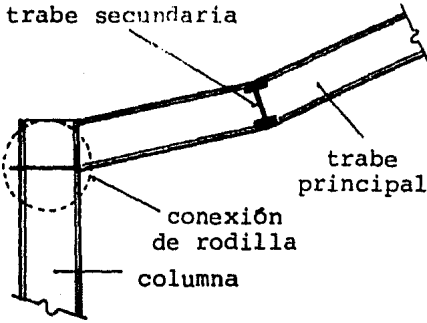
III-e. Diseño de conexiones y anclajes.

En este inciso se muestra el diseño de conexiones; una intermedia al centro del claro de las trabes principales, y otra en la rodilla; o sea, la unión entre columna y dichas trabes. Así mismo se incluye el diseño de la placa base tipo para las columnas. Todo lo anterior se hace tomando en consideración los mayores esfuerzos de los elementos, que son los producidos por la condición de carga No. 4, carga muerta más viento.

Para las conexiones se determina el número de tornillos a emplear, su diámetro y distribución, el espesor de la placa de conexión, atiesadores; así como el de la soldadura; ésta entre placa de conexión y patín, alma y atiesadores.

Por otra parte para la placa base tipo de columnas se revisa la capacidad de aplastamiento en el concreto; se elige la distribución y el diámetro de las anclas; y se determinan los espesores de la placa base, atiesadores, placa tapa, y placa de cortante.

- Conexión de Rodilla.



Solicitaciones:

CM + Viento.

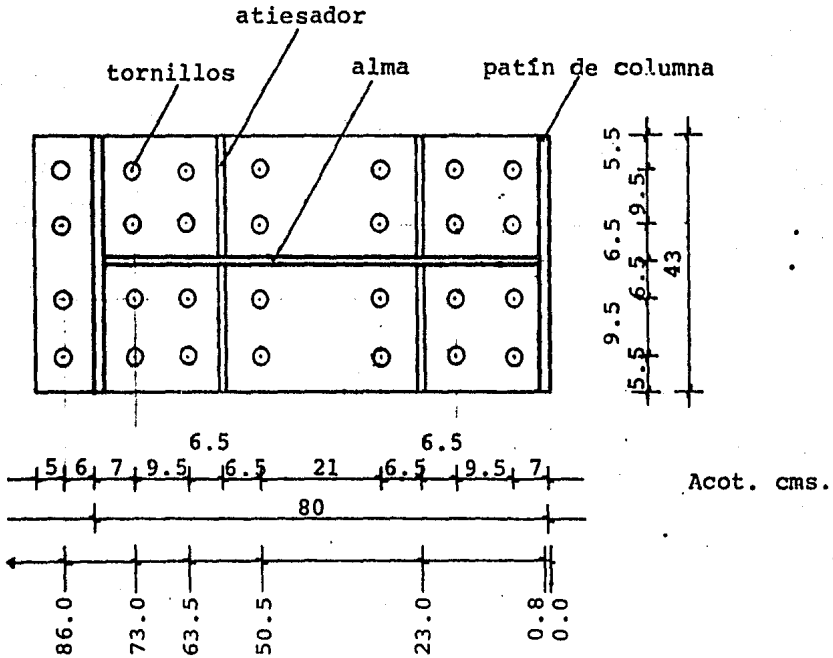
Marco No. 13 (Mod. Mat.)

M = 10400 ton-cm

V = 2.89 ton

P = 59.81 ton

Se propone la siguiente conexión:



Los atiesadores tendrán un espesor de 1/2" y los tornillos serán de acero A-325 de $\phi = 1 \frac{1}{4}$ "

$$\text{Area de cada tornillo} = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$A't = 4 \times 4 \times 7.92 \text{ cm}^2 + (43 \text{ cm} - 0.95 \text{ cm}) \times 1.27 + 43 \text{ cm} \times 1.59 \text{ cm}$$

$$A't = 248.49 \text{ cm}^2$$

$$Q = 4 \times 7.92 (50.5 + 63.5 + 73 + 86) + (43 - 0.95) \times 1.27 \times 23 + (43 \times 1.59) \times 0.8 = 9931.62 \text{ cm}^3$$

$$I = 4 \times 7.92 (50.5^2 + 63.5^2 + 73^2 + 86^2) + (43 - 0.95) \times 1.27 \times 23^2 + (43 \times 1.59) \times 0.8^2 = 639,955.8 \text{ cm}^4$$

El eje neutro de la conexión se encontrará resolviendo la siguiente ecuación cúbica:

$$C_1 \bar{Y}^3 + C_2 \bar{Y}^2 + C_3 \bar{Y} + C_4 = 0$$

en donde:

$$C_1 = -1/6 P t w$$

$$C_2 = \frac{P t w D}{2} - \frac{M t w}{2} ; \quad D = 80 \text{ cm} / 2 = 40 \text{ cm}$$

$$C_3 = P (A't D - Q) - M A't$$

$$C_4 = M Q - P (Q D - I)$$

Sustituyendo valores y resolviendo la ecuación:

$$\bar{Y} = 42.63 \text{ cm}$$

$$\therefore A_t = 248.49 \text{ cm}^2 + (42.63 - 1.59) \times 0.95$$

$$A_t = 287.48 \text{ cm}^2$$

$$I = 4 \times 7.92 (7.9^2 + 20.9^2 + 30.4^2 + 43.4^2) + (43 - 0.95) \times 1.27 \times (42.63 - 23)^2 + (43 \times 1.59) \times (42.63 - 0.8)^2 + [(42.63 - 1.59)^3 \times 0.95] / 3$$

$$I = 266,861.45 \text{ cm}^4$$

Esfuerzos:

$$\frac{M}{I} c \pm \frac{P}{A} \leq 1.33 \times 0.6 F_y \quad (\text{para CM + Viento}).$$

$$\frac{M}{I} c \pm \frac{P}{A} \leq 2.02 \text{ ton/cm}^2$$

Esfuerzo en patín de compresión:

$$\frac{10400}{266861.45} (42.63) + \frac{59.81}{287.48} = 1.87 < 2.02 \quad (\text{correcto})$$

Esfuerzo en patín de tensión:

$$\frac{10400}{266861.45} (80 - 42.63) - \frac{59.81}{287.48} = 1.25 < 2.02 \quad (\text{correcto})$$

Esfuerzos admisibles en tornillos:

$$F_t = 3870 \text{ kg/cm}^2 - 1.8 f_v \leq 3096 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Como } f_v \text{ es pequeño } \Rightarrow F_t = 3096 \text{ kg/cm}^2$$

Por tratarse de una condición accidental:

$$F_t = 1.33 \times 3.096 \text{ ton/cm}^2 = 4.12 \text{ ton/cm}^2$$

Esfuerzos actuantes en tornillos:

$$ft_1 = \frac{10400}{266861.45} (43.37) - \frac{59.81}{287.48} = 1.48 \text{ ton/cm}^2 < 4.12$$

(correcto)

$$ft_2 = 0.03897 (30.37) - 0.20805 = 0.975 \text{ ton/cm}^2$$

$$ft_3 = 0.03897 (20.87) - 0.20805 = 0.605 \text{ ton/cm}^2$$

$$ft_4 = 0.03897 (7.87) - 0.20805 = 0.099 \text{ ton/cm}^2$$

∴ SE ADMITE la conexión.

Fuerzas de tensión en tornillos:

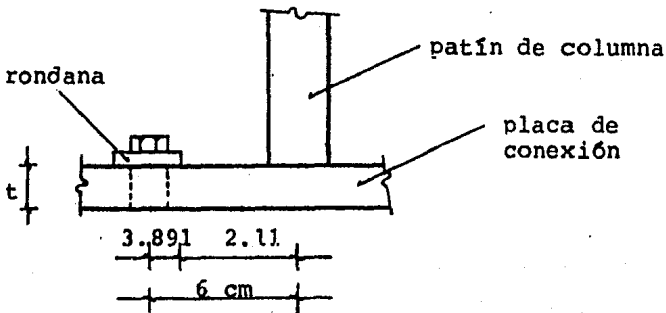
$$P1 = 7.92 \text{ cm}^2 \times 1.48 \text{ ton/cm}^2 = 11.7 \text{ ton} \times 0.75 = 8.79 \text{ ton}$$

$$P2 = 7.92 \text{ cm}^2 \times 0.975 \text{ ton/cm}^2 = 7.7 \text{ ton} \times 0.75 = 5.79 \text{ ton}$$

$$P3 = 7.92 \text{ cm}^2 \times 0.605 \text{ ton/cm}^2 = 4.8 \text{ ton} \times 0.75 = 3.60 \text{ ton}$$

$$P4 = 7.92 \text{ cm}^2 \times 0.099 \text{ ton/cm}^2 = 0.8 \text{ ton} \times 0.75 = 0.59 \text{ ton}$$

Espesor de placa de conexión:



$$\text{Momento } M = PL/2 \quad ; \quad P = 8791 \text{ kgs.}$$

$$M = 8791 \times 2.11 / 2. = 9,275 \text{ kg-cm}$$

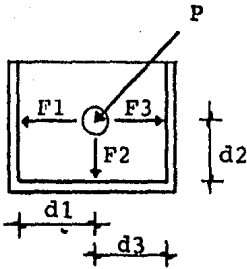
$$\text{Espesor } t = \sqrt{\frac{6 M}{b \times 0.75 F_y}}$$

$$t = \sqrt{\frac{6 \times 9275 \text{ kg-cm}}{11 \times 0.75 \times 2530 \text{ kg/cm}^2}} = 1.63 \text{ cm}$$

Sea placa de 3/4" $\Rightarrow t = 1.905 \text{ cm} > 1.63 \text{ cm}$ (correcto).

Cálculo de soldadura:

Las fuerzas actuantes para el cálculo de la soldadura se rán obtenidas con las siguientes expresiones.



$$F_1 = P \times \left[\frac{1}{\left(\frac{d_1}{d_1}\right)^3 + \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^3 + \left(\frac{d_1}{d_3}\right)^3} \right]$$

$$F_2 = P \times \left[\frac{1}{\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^3 + \left(\frac{d_2}{d_2}\right)^3 + \left(\frac{d_2}{d_3}\right)^3} \right]$$

$$F_3 = P \times \left[\frac{1}{\left(\frac{d_3}{d_1}\right)^3 + \left(\frac{d_3}{d_2}\right)^3 + \left(\frac{d_3}{d_3}\right)^3} \right]$$

Por otra parte el espesor de la soldadura t_s estará dado por:

$$t_s = \frac{F_i}{0.7071 f_v L}$$

0.7071 = $\text{sen } 45^\circ$

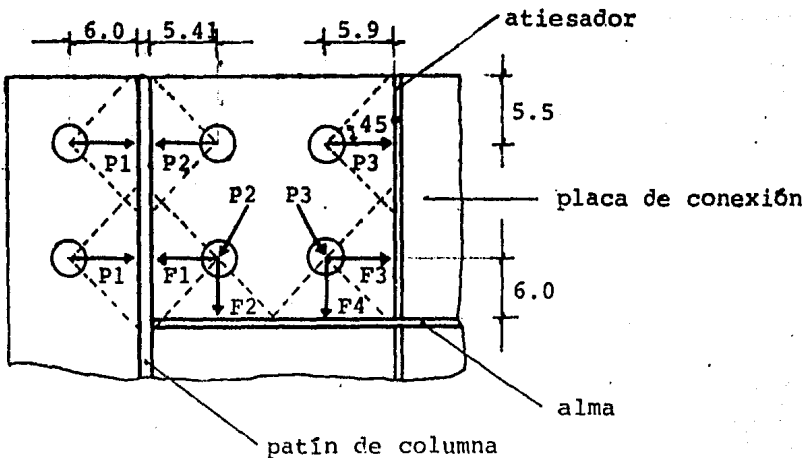
f_v = 0.3 F_u (electrodo).

L = Longitud del cordón de soldadura.

F_i = Fuerza en kgs.

Se utilizarán electrodos E-7013

$f_v = 0.3 f_u$; $f_v = 1480 \text{ kg/cm}^2$



$$F1 = 5.79 \text{ ton} \times \left[\frac{1}{(5.41/5.41)^3 + (5.41/6.0)^3} \right] = 3.34 \text{ ton}$$

$$F2 = 5.79 \text{ ton} \times \left[\frac{1}{(6.0/5.41)^3 + (6.0/6.0)^3} \right] = 2.45 \text{ ton}$$

$$F3 = 3.60 \text{ ton} \times \left[\frac{1}{(5.90/5.90)^3 + (5.9/6.0)^3} \right] = 1.85 \text{ ton}$$

$$F4 = 3.60 \text{ ton} \times \left[\frac{1}{(6.00/5.90)^3 + (6.0/6.0)^3} \right] = 1.75 \text{ ton}$$

Soldadura entre placa de conexión y patín:

$$t_s = \frac{8791 \text{ kg}}{0.7071 \times 1480 \text{ kg/cm}^2 \times 11.5 \text{ cm}} = 0.73 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$t_s = 5/16" = 0.79 \text{ cm} > 0.73 \text{ cm} \quad (\text{correcto}).$$

Soldadura entre placa de conexión y alma:

$$t_s = \frac{2450 \text{ kg}}{0.7071 \times 1480 \text{ kg/cm}^2 \times 11.41 \text{ cm}} = 0.21 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$t_s = 1/4" = 0.64 \text{ cm} > 0.21 \text{ cm} \quad (\text{correcto}).$$

Soldadura entre placa de conexión y atiesador:

$$t_s = \frac{3600 \text{ kg}}{0.7071 \times 1480 \text{ kg/cm}^2 \times 11.4 \text{ cm}} = 0.30 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$t_s = 1/4" = 0.64 \text{ cm} > 0.30 \text{ cm} \quad (\text{correcto}).$$

- Conexión Intermedia.

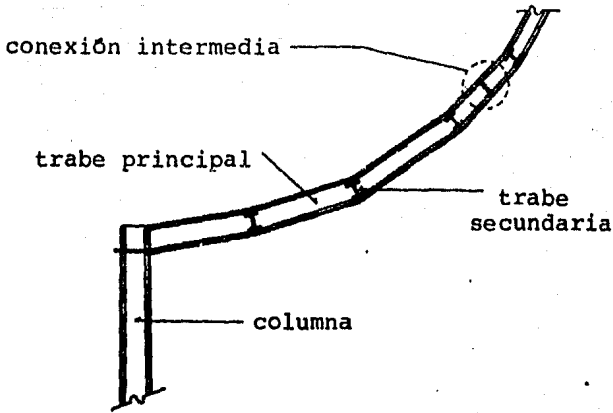
Solicitaciones: Carga muerta + Viento

Marco No. 1 del modelo matemático.

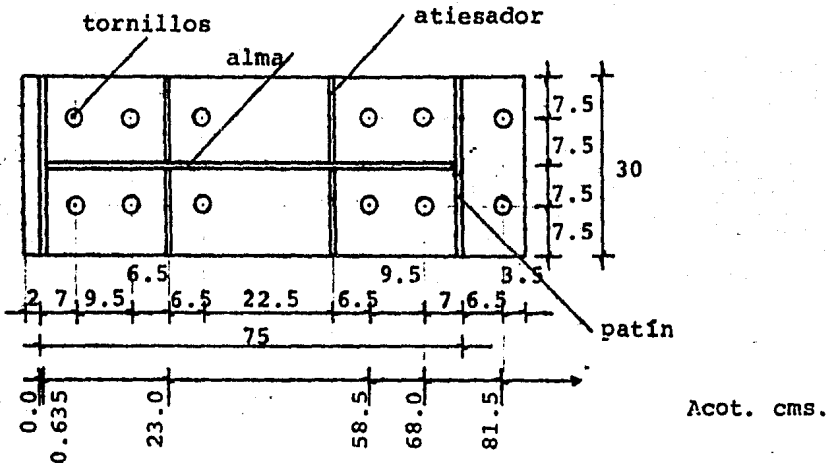
M = 3759 ton-cm

V = 1.69 ton

P ≈ 0.0 ton



Se propone la siguiente conexión:



Los atiesadores tendrán un espesor de 3/8" y los tornillos serán de acero A-325 de $\phi = 1 \frac{1}{4}$ ".

Area de cada tornillo = 7.92 cm^2

$$A't = 3 \times 2 \times 7.92 \text{cm}^2 + (30 \text{cm} - 0.635) \times 0.95 + 30 \times 1.27$$

$$A't = 113.52 \text{cm}^2$$

$$Q = 2 \times 7.92 (58.5 + 68 + 81.5) + (30 - 0.635) \times 0.95 \times 23 + 30 \times 1.27 \times 0.635 = 3,960.54 \text{cm}^3$$

$$I = 2 \times 7.92 (58.5^2 + 68^2 + 81.5^2) + (30 - 0.635) \times 0.95 \times 23^2 + 30 \times 1.27 \times 0.635^2 = 247,438.58 \text{cm}^4$$

Encontrando el eje neutro en forma similar a la conexión anterior: $\bar{Y} = 32.02 \text{cm}$

$$\therefore A_t = 113.52 \text{cm}^2 + (32.02 - 1.27) \times 0.635$$

$$A_t = 133.05 \text{cm}^2$$

$$I = 2 \times 7.92 (26.48^2 + 35.98^2 + 49.48^2) + (30 - 0.635) \times 0.95 \times (32.02 - 23)^2 + (30 \times 1.27) \times (32.02 - 0.635)^2 + \frac{(32.02 - 1.27)^3 \times 0.635}{3}$$

$$I = 116,346.61 \text{cm}^4$$

Esfuerzos:

$$\frac{M}{I} c + \frac{P}{A} \leq 1.33 \times 0.6 F_y \quad (\text{para CM + Viento}).$$

$$\frac{M}{I} c + \frac{P}{A} \leq 2.02 \text{ ton/cm}^2$$

Esfuerzo en patín de compresión:

$$\frac{3759}{116346.61} \times 32.02 + 0.0 = 1.03 \text{ ton/cm}^2 < 2.02 \text{ ton/cm}^2$$

(correcto).

Esfuerzo en patín de tensión:

$$\frac{3759}{116346.61} \times (75 - 32.02) + 0.0 = 1.39 \text{ ton/cm}^2 < 2.02$$

(correcto).

Esfuerzos admisibles en tornillos:

Al igual que en la conexión anterior: $P_t = 4.12 \text{ ton/cm}^2$

Esfuerzos actuantes en tornillos:

$$ft_1 = \frac{3759 \text{ ton-cm}}{116346.61 \text{ cm}^4} (49.48 \text{ cm}) = 1.60 \text{ ton/cm}^2 < 4.12 \text{ ton/cm}^2$$

(correcto).

$$ft_2 = 0.03231 \times (35.98) = 1.16 \text{ ton/cm}^2$$

$$ft_3 = 0.03231 \times (26.48) = 0.86 \text{ ton/cm}^2$$

∴ se ACEPTA la conexión.

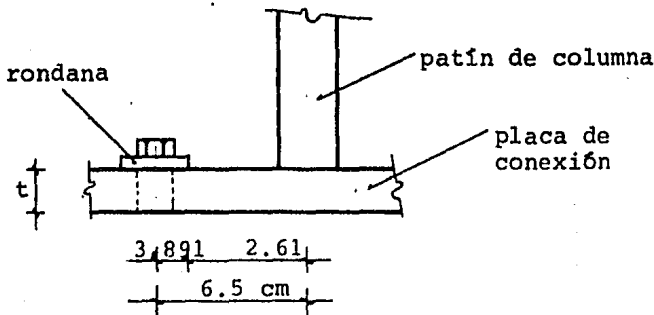
Fuerzas de tensión en tornillos:

$$P_1 = 7.92 \text{ cm}^2 \times 1.60 \text{ ton/cm}^2 \times 0.75 = 9.50 \text{ ton}$$

$$P_2 = 7.92 \text{ cm}^2 \times 1.16 \text{ ton/cm}^2 \times 0.75 = 6.89 \text{ ton}$$

$$P_3 = 7.92 \text{ cm}^2 \times 0.86 \text{ ton/cm}^2 \times 0.75 = 5.11 \text{ ton}$$

Espesor de la placa de conexión:



$$\text{Momento } M = PL/2 = 9500 \times 2.61 / 2$$

$$M = 12,398 \text{ kg-cm}$$

$$\text{Espesor } t = \sqrt{\frac{6M}{b \times 0.75 F_y}} = \sqrt{\frac{6 \times 12398 \text{ kg-cm}}{10 \times 0.75 \times 2530 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$t = 1.98 \text{ cm}$$

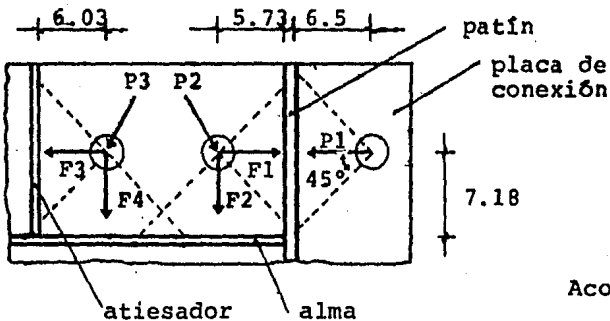
sea placa de 7/8" \Rightarrow $t = 2.22 \text{ cm} > 1.98 \text{ cm}$ (correcto).

Cálculo de soldadura:

Las fuerzas actuantes para el cálculo de soldadura serán obtenidas en igual forma que como se hizo en la conexión anterior.

Se utilizarán electrodos E-7013

$$f_v = 0.3 f_u ; \quad f_v = 1480 \text{ kg/cm}^2$$



Acot. cms.

$$F1 = 6890 \text{ kgs} \times \left[\frac{1}{(5.73/5.73)^3 + (5.73/7.18)^3} \right] = 4568.2 \text{ kgs.}$$

$$F2 = 6890 \text{ kgs} \times \left[\frac{1}{(7.18/5.73)^3 + (7.18/7.18)^3} \right] = 2321.8 \text{ kgs.}$$

$$F3 = 5110 \text{ kgs} \times \left[\frac{1}{(6.03/6.03)^3 + (6.03/7.18)^3} \right] = 3209.1 \text{ kgs.}$$

$$F4 = 5110 \text{ kgs} \times \left[\frac{1}{(7.18/6.03)^3 + (7.18/7.18)^3} \right] = 1900.9 \text{ kgs.}$$

Soldadura entre placa de conexión y patín:

$$t_s = \frac{9500 \text{ kg}}{0.7071 \times 1480 \text{ kg/cm}^2 \times 13.0 \text{ cm}} = 0.70 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$t_s = 5/16" = 0.79 \text{ cm} > 0.70 \text{ cm} \quad (\text{correcto}).$$

Soldadura entre placa de conexión y alma:

$$t_s = \frac{2321.8 \text{ kg}}{0.7071 \times 1480 \text{ kg/cm}^2 \times 12.91 \text{ cm}} = 0.17 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$t_s = 5/16" = 0.79 \text{ cm} > 0.17 \text{ cm} \quad (\text{correcto}).$$

Soldadura entre placa de conexión y atiesador:

$$t_s = \frac{3209.1 \text{ kg}}{0.7071 \times 1480 \text{ kg/cm}^2 \times 12.06 \text{ cm}} = 0.25 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$t_s = 5/16" = 0.79 \text{ cm} > 0.25 \text{ cm} \quad (\text{correcto}).$$

- Placa Base.

Solicitaciones: Carga muerta + Viento

Marco No. 1 del modelo matemático.

$$M = 78.91 \text{ ton-m}$$

$$e = M/P$$

$$P = 29.26 \text{ ton}$$

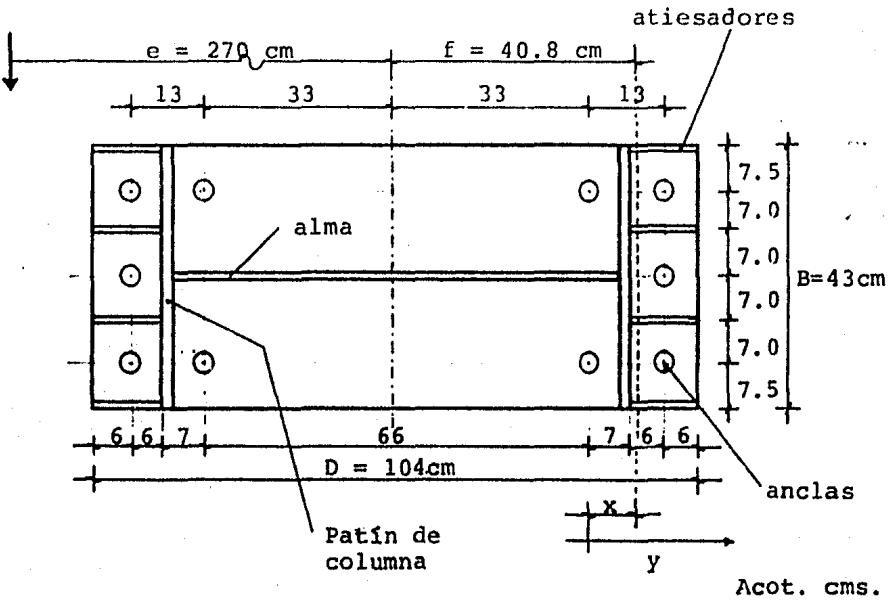
$$e = \frac{78.91 \text{ ton-m}}{29.26 \text{ ton}}$$

$$V = 8.97 \text{ ton}$$

$$e = 270 \text{ cm}$$

Se propone lo siguiente:

PLACA BASE



Anclas de $\phi = 1 \frac{1}{2}$ " con área = 11.4 cm^2

Atiesadores de $\frac{1}{2}$ " de espesor.

$$x = \frac{\sum A \times y}{\sum A}$$

$$x = \frac{2(11.4 \times 0.0) + 3(11.4 \times 13.0)}{5 \times 11.4}; \quad x = 7.8 \text{ cm}$$

$$f = 33 \text{ cm} + x = 40.8 \text{ cm}$$

Revisión del esfuerzo de aplastamiento en el dado de concreto:

Se propone un dado de concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y de $120 \times 60 \text{ cm}$ de sección.

$$E_c = 10,000 \sqrt{f'c}$$

$$E_c = 10,000 \sqrt{250} = 158,114 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

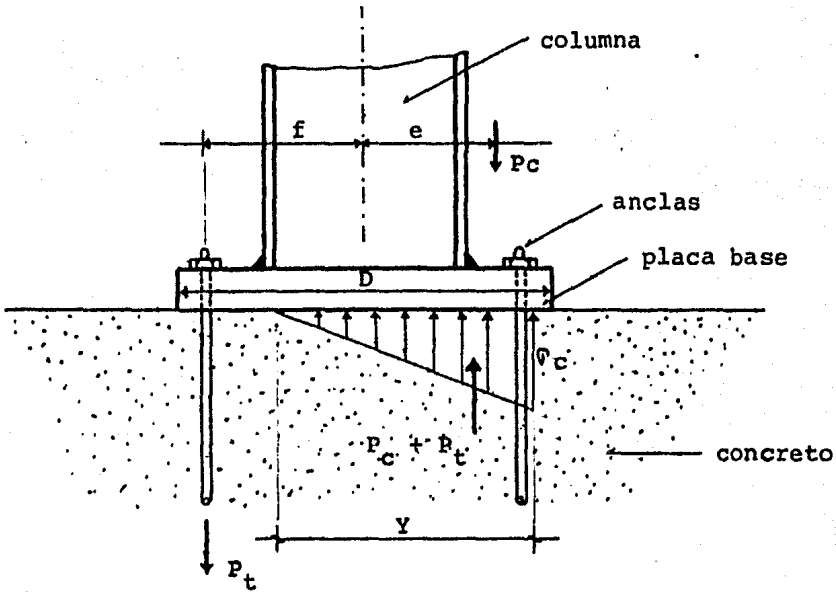
$$n = E_s/E_c = 2.1 \times 10^6 / 158114 \approx 13$$

Area de las anclas a tensión: $A_{st} = 5 \times 11.4 \text{ cm}^2 = 57.0 \text{ cm}^2$

$$P_c = 29,260 \text{ kg.}$$

Para la porción de la placa base que se encuentra a compresión se resolverá la siguiente ecuación cúbica en Y :

$$Y^3 + K_1 Y^2 + K_2 Y + K_3 = 0$$



Placa Base. Corte

Para la ecuación anterior:

$$K_1 = 3 (e - D/2) = 3 (270 - 104/2) = 654$$

$$K_2 = \frac{6 n A_s}{B} (f + e) = \frac{6 \times 13 \times 57}{43} (40.8 + 270) = 32135.27$$

$$K_3 = - K_2 (D/2 + f) = -32135.27 (104/2 + 40.8) = - 2982153.4$$

Sustituyendo valores y resolviendo para Y :

$$Y = 46.23 \text{ cm}$$

$$P_t = - P_c \left[\frac{D/2 - Y/3 - e}{D/2 - Y/3 + f} \right]$$

$$P_t = - 29260 \left[\frac{104/2 - 46.23/3 - 270}{104/2 - 46.23/3 + 40.8} \right]$$

$$P_t = 88,248.83 \text{ kgs.}$$

El esfuerzo actuante de aplastamiento en el concreto es:

$$\sigma_c = \frac{2 (P_c + P_t)}{Y \times B}$$

$$\sigma_c = \frac{2 (29260 + 88248.83)}{46.23 \times 43} = 118.2 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo permisible de aplastamiento en el concreto _
está dado por:

$$F_p = 0.35 f'c \sqrt{A_2/A_1} \leq 0.7 f'c$$

A₂ : Area de concreto del dado.

A₁ : Area de la placa base

$$A_2 = 120\text{cm} \times 60\text{cm} = 7200 \text{ cm}^2$$

$$A_1 = 104\text{cm} \times 43\text{cm} = 4472 \text{ cm}^2$$

$$F_p = 0.35 \times 250 \text{ kg/cm}^2 \times \sqrt{\frac{7200}{4472}}$$

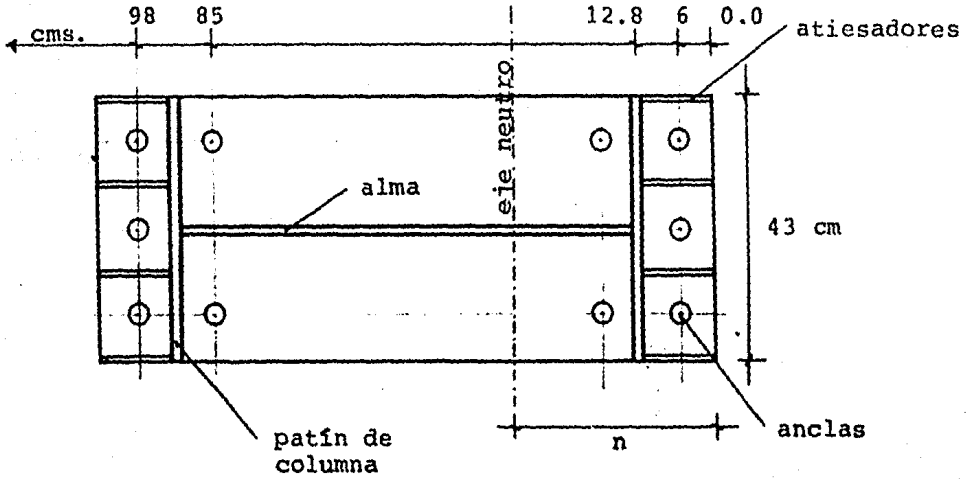
$$F_p = 111.03 \text{ kg/cm}^2 < 0.7 f'c$$

Incrementando F_p un 33% por tratarse de una condición --
de carga accidental:

$$F_p = 1.33 \times 111.03 = 147.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_p > \sigma_c \quad (\text{correcto}).$$

Determinación del eje neutro de la placa base:



	d	área	momento
3 anclas	98.0	34.2	3351.6
2 anclas	85.0	22.8	1938.0
Patín	12.8	68.37	875.14
4 atiesadores	6.0	60.96	365.76
Alma	$\frac{13.59 + n}{2}$	$(n-13.59)0.95$	$0.48 n^2 - 87.72$
SUMA:		$173.42 + 0.95n$	$6442.78 + 0.48n^2$

$$n = \frac{6442.78 + 0.48 n^2}{173.42 + 0.95n} ; \quad \text{Resolviendo: } n = 34.02 \text{ cm}$$

$$A_t = 173.42 + 0.95 \times 34.02 = 205.74 \text{ cm}^2$$

$$I = 34.2(98 - 34.02)^2 + 22.8(85 - 34.02)^2 + 68.37(34.02 - 12.8)^2 + 4 \times \frac{1.27 \times 12^3}{12} + 60.96(34.02 - 6)^2 + \left[0.95 \times (34.02 - 13.59)^3 \right] / 3$$

$$I = 281,330.87 \text{ cm}^4$$

Esfuerzos actuantes:

$$\sigma = \frac{M}{I} c \pm \frac{Pc}{A}$$

$$\sigma = \frac{7891 \text{ ton-cm}}{281330.87 \text{ cm}^4} \times c \pm \frac{29.26 \text{ ton}}{205.74 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = 0.0281 \times c \pm 0.1422$$

Esfuerzo de compresión en atiesadores:

$$\sigma_c = 0.0281 \times 34.02 + 0.1422 = 1.10 \text{ ton/cm}^2$$

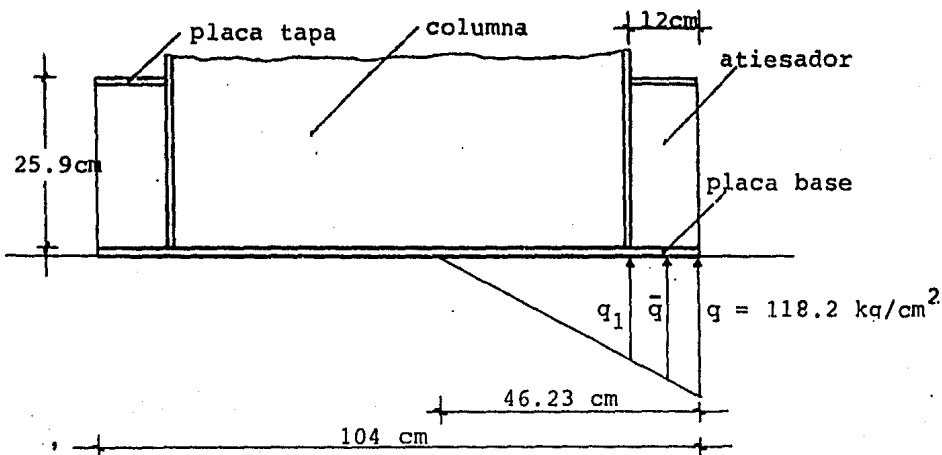
$$1.10 \text{ ton/cm}^2 < 2.02 \text{ ton/cm}^2 \quad (\text{correcto}).$$

Esfuerzo de tensión en la primera línea de anclas:

$$\sigma_t = 0.0281 \times (98 - 34.02) - 0.1422 = 1.66 \text{ ton/cm}^2$$

$$1.66 \text{ ton/cm}^2 < 2.02 \text{ ton/cm}^2 \quad (\text{correcto}).$$

Espesor de la Placa Base:



$$q_1 = 87.52 \text{ kg/cm}^2$$

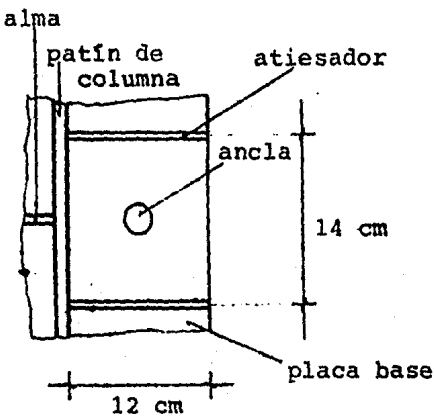
$$\bar{q} \text{ (promedio)} \approx 103.0 \text{ kg/cm}^2$$

El momento al que está sujeta la placa base se puede obtener de acuerdo a la siguiente expresión:

$$M = c q a^2$$

tomada del libro: " Tablas para el cálculo de placas y vigas pares "; Richard Bareš, Editorial Gustavo Gili, S.A. , Segunda edición, Barcelona 1981.

En planta tenemos:



Usando la tabla 1.35 del libro mencionado:

$$a = 12 \text{ cm}$$

$$b = 14 \text{ cm}$$

$$\gamma = a/b = 0.86 \Rightarrow$$

$$c = 0.0691$$

$$M = 0.0691 \times 103.0 \times 12^2 = 1025 \text{ kg-cm}$$

Espesor t de la placa base:

$$t = \sqrt{\frac{6 M}{0.75 F_y}} = \sqrt{\frac{6 \times 1025 \text{ kg-cm}}{0.75 \times 2530 \text{ kg/cm}^2}} = 1.80 \text{ cm}$$

Sea placa de $7/8" = 2.22 \text{ cm} > 1.80 \text{ cm}$ (correcto).

Revisión de Atiesadores:

$$\text{Esfuerzo de compresión en atiesadores: } \gamma_c = 1.10 \text{ ton/cm}^2$$

Area en un atiesador: $12\text{cm} \times 1.27\text{cm} = 15.24 \text{ cm}^2$

$$I_x = \frac{1.27 \times 12^3}{12} = 182.88 \text{ cm}^4$$

$$I_y = \frac{12 \times 1.27^3}{12} = 2.05 \text{ cm}^4$$

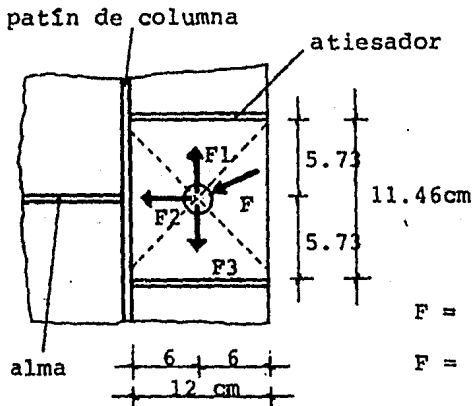
$$r_x = \sqrt{\frac{182.88}{15.24}} = 3.46 \text{ cm} ; \quad r_y = \sqrt{\frac{2.05}{15.24}} = 0.37 \text{ cm}$$

$$\frac{k \times L_y}{r_y} = \frac{0.75 \times 25.9 \text{ cm}}{0.37 \text{ cm}} = 53 \quad \Rightarrow$$

$$F_a = 1.2738 \text{ ton/cm}^2 > 1.10 \text{ ton/cm}^2 \quad (\text{correcto}).$$

∴ Se ACEPTAN atiesadores de 1/2" x 12cm x 25.9cm

Espesor de la Placa Tapa:



$$F = 1.66 \text{ ton/cm}^2 \times 11.4 \text{ cm}^2$$

$$F = 18.924 \text{ ton}$$

$$F1 = F3 = 18.924 \text{ ton} \times \left[\frac{1}{\left(\frac{5.73}{5.73}\right)^3 + \left(\frac{5.73}{6.00}\right)^3 + \left(\frac{5.73}{5.73}\right)^3} \right]$$

$$F1 = F3 = 6.591 \text{ ton}$$

$$F2 = 18.924 \text{ ton} \times \left[\frac{1}{\left(\frac{6.00}{5.73}\right)^3 + \left(\frac{6.00}{6.00}\right)^3 + \left(\frac{6.00}{5.73}\right)^3} \right]$$

$$F2 = 5.741 \text{ ton}$$

$$M1 = M3 = 6591 \text{ kg} \times (5.73\text{cm} - 3.89\text{cm}_{\text{(rondana)}}) / 2$$

$$M1 = M3 = 6,063.72 \text{ kg-cm}$$

$$M2 = 5,741 \text{ kg} \times (6.00\text{cm} - 3.89\text{cm}_{\text{(rondana)}}) / 2$$

$$M2 = 6,056.76 \text{ kg-cm}$$

$$t_1 = t_3 = \sqrt{\frac{6 M1}{b \cdot 0.75 Fy}} = \sqrt{\frac{6 \times 6063.72}{12 \times 0.75 \times 2530}} = 1.26 \text{ cm}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{6 M2}{b \cdot 0.75 Fy}} = \sqrt{\frac{6 \times 6056.76}{11.46 \times 0.75 \times 2530}} = 1.29 \text{ cm}$$

Se usará placa de 5/8" \Rightarrow 1.588 cm $>$ 1.29 cm (correcto).

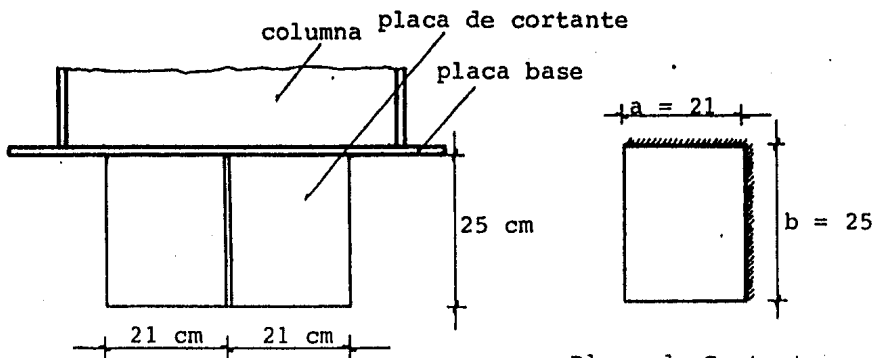
Revisión de anclas:

$$Ft = 0.6 Fy \times 1.33 = 0.6 \times 2.53 \text{ ton/cm}^2 \times 1.33$$

$$Ft = 2.02 \text{ ton/cm}^2$$

$$ft = 1.66 \text{ ton/cm}^2 < 2.02 \text{ ton/cm}^2 \quad (\text{correcto}).$$

Placa para absorber fuerza cortante en la base de la col. :



Placa de Cortante

El momento al que está sujeta la placa se obtiene con la siguiente expresión:

$$M = c_a q a^2 \quad \text{o} \quad M = c_b q b^2$$

tal como se hizo para la placa base.

$$\gamma = a/b = 21/25 = 0.84$$

Del libro: " Tablas para el cálculo de placas y vigas - pares ", tabla 1.40

$$c_a = - 0.306 \quad \text{y} \quad c_b = - 0.180$$

Tomando el cortante máximo que es el que se presenta en el marco No. 5 para la condición de CM + CV reducida + sismo, se tiene lo siguiente:

$$q = V/A = 10,120 \text{ kg} / (42\text{cm} \times 25\text{cm}) = 9.64 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_a = 0.306 \times 21^2 \times 9.64 = 1,300.9 \text{ kg}$$

Reducción por tratarse de una condición accidental:

$$M_a = 0.75 \times 1,300.9 \text{ kg} = 976.7 \text{ kg}$$

$$M_b = 0.180 \times 25^2 \times 9.64 = 1,084.5 \text{ kg}$$

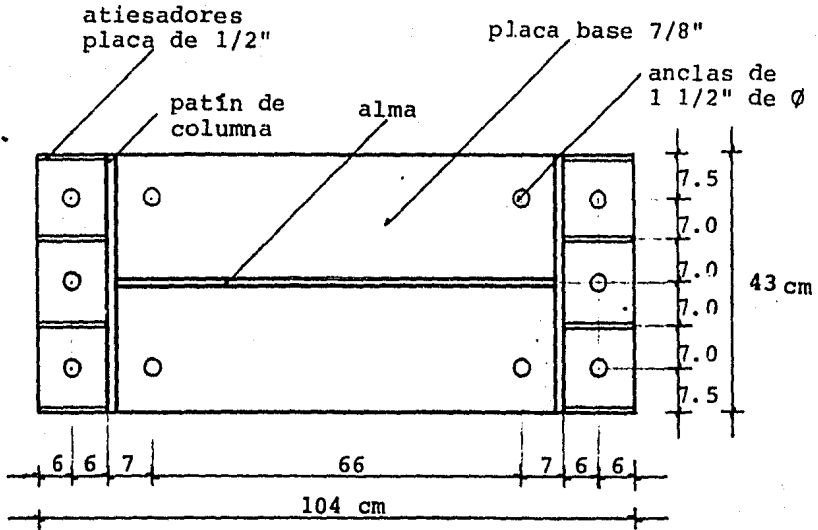
$$\text{Reducción: } M_b = 0.75 \times 1084.5 \text{ kg} = 813.4 \text{ kg}$$

Espesor t de la placa de cortante:

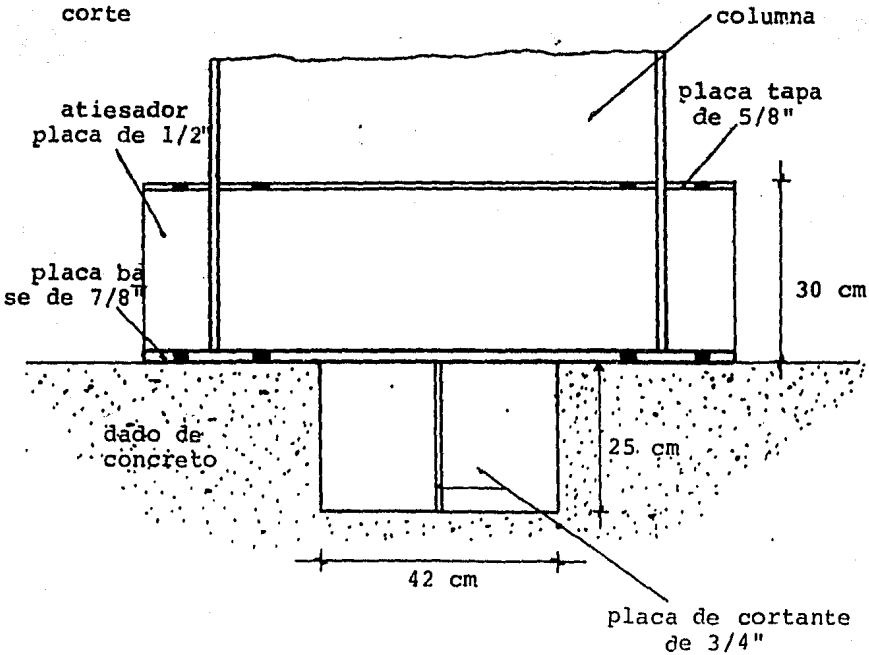
$$t = \sqrt{\frac{6 M}{0.75 F_y}} = \sqrt{\frac{6 \times 976.7 \text{ kg}}{0.75 \times 2530 \text{ kg/cm}^2}} = 1.76 \text{ cm}$$

Se usará placa de 3/4" \Rightarrow 1.9 cm $>$ 1.76 cm (correcto).

Placa Base
planta

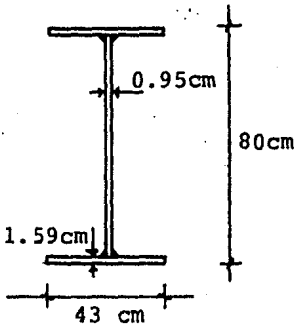


Placa Base
corte

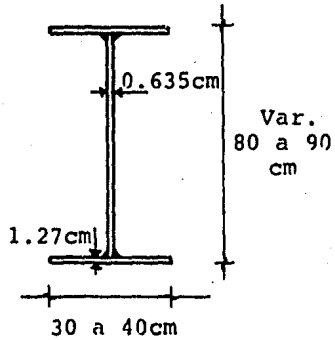


III-f. Cubicación de materiales de la cubierta y del sistema estructural definitivo.

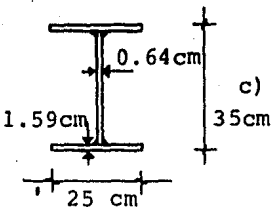
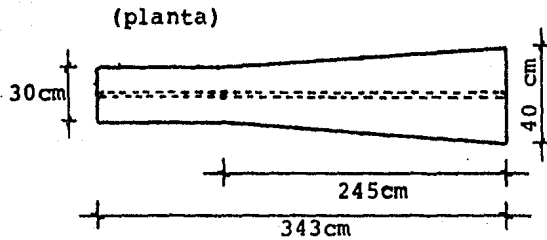
Una vez realizada la revisión de elementos dentro del diseño definitivo de la estructura, se puede resumir que aquellos que sufren cambios son los siguientes:



a) Columna.



b) Trabe I



c) Anillo de compresión

Figura III-20

Con base en las secciones mostradas en las figuras anteriores, se realiza nuevamente la cubicación de esos elementos.

- Columnas:

Long. de cada columna = 9.00 m ; 9.00m x 16 = 144 m

Patines: 0.43m x 124.49 kg/m² x 2 x 144m = 15,416.84 kgs.

Alma: 8,262.27 kgs. Placa 3/8"

Placa de 5/8"

- Trabes Principales I:

$(0.40m + 0.30m) / 2 \times 2.45m \times 2 \times 16 = 27.44 \text{ m}^2$

$(3.43m - 2.45m) \times 16 \times 0.30m \times 2 = \frac{9.41 \text{ m}^2}{36.85 \text{ m}^2}$

Patines: 36.85m² x 99.59 kg/m² = 3,669.89 kg. Placa 1/2"

Alma:

$\frac{(0.90m - 2 \times 0.0127) + (0.80m - 2 \times 0.0127)}{2} \times 3.43m \times 16 =$

$= 45.25 \text{ m}^2$

45.25 m² x 49.76 kg/m² = 2,251.64 kgs. Placa 1/4"

- Anillo de Compresión:

Longitud de cada tramo = 1.86 m.

1.86 m x 16 tramos = 29.76 m

Patines: 1,852.41 kgs. Placa de 5/8"

Alma:

$(0.35m - 2 \times 0.0159) \times 29.76 \text{ m} = 9.47 \text{ m}^2$

9.47 m² x 49.76 kg/m² = 471.23 kgs. Placa de 1/4"

Así, la tabla II-10 elaborada para la cubicación preliminar de acero estructural, debe modificarse de acuerdo a los pesos obtenidos para los miembros que sufren cambios en sus secciones. La cubicación definitiva de la parte metálica del sistema queda resumida a continuación.

Elemento Estructural	Espesor de Placa				
	4.8mm 3/16"	6.4mm 1/4"	9.5mm 3/8"	12.7mm 1/2"	15.9mm 5/8"
Anillo de Compresión		471.23			1,852.41
Trabes I		2,251.64		3,669.89	
" II		2,047.46		3,174.13	
" III		2,047.46		3,174.13	
" IV		1,915.30		3,174.13	
" V		1,662.87	2,373.35		
" VI		1,390.88	2,359.01		
Columnas			8,262.27		15,416.84
Trabes A	3,388.43		3,470.40		
" B	2,725.68		2,791.61		
" C	2,202.94		2,256.24		
" D	1,740.89		1,783.00		
" E	1,352.17		1,391.03		
" F	1,064.13		1,089.88		
SUMA:	12,480.24	11,786.84	25,776.79	13,192.28	17,269.25

Total = 80,505.40 kgs.

Tabla III-13

Puesto que la losa de concreto de la cubierta no tiene cambios en sus espesores previamente señalados, la cubicación preliminar de ésta podrá ser considerada como definitiva. Por otra parte, en este inciso es necesario incluir los volúmenes de concreto requeridos para el anillo de tensión y para la cimentación. Los cálculos realizados para obtener dichos volúmenes son los siguientes.

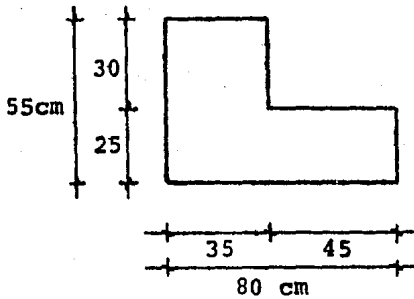
- Anillo de Tensión:

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

$$\text{Peso volumétrico} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Longitud total del anillo} = 7.26 \text{ m} \times 16 = 116.16 \text{ m}$$

Area de la sección transversal:



$$0.35 \times 0.55 + 0.45 \times 0.25 = 0.305 \text{ m}^2$$

Volumen de concreto para el anillo de tensión:

$$0.305 \times 116.16 = 35.43 \text{ m}^3$$

- Cimentación:

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

$$\text{Peso volumétrico} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Losa	$4.00 \times 4.00 \times 0.40 =$	6.40 m^3
Contra- trabes	$(2 \times 1.20 + 2 \times 1.50) \times 0.30 \times 1.10 =$	1.78 m^3
Muros	$(2 \times 3.60 + 2 \times 4.00) \times 0.20 \times 1.10 =$	3.34 m^3
Dado	$1.20 \times 0.60 \times 1.10 =$	0.79 m^3
		12.31 m^3

Volumen total de concreto para cimentación:

$$12.31 \text{ m}^3 \times 16 = 196.96 \text{ m}^3$$

Las características y volúmenes de los concretos a utilizar para la construcción de esta estructura son:

$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Peso volumétrico $\text{(kg/m}^3\text{)}$	Volumen $\text{(m}^3\text{)}$
200.00	1600	135.25
200.00	2400	35.43
250.00	2400	196.96

III-g. Diseño de cimentaciones.

Como cimentación para esta estructura se proponen en -- primer lugar zapatas aisladas; pero como los esfuerzos --- transmitidos al suelo resultan ser mucho mayores que los -- permisibles, se opta en diseñar para cada columna una cimen tación en cajón con contratrabes de concreto reforzado.

Con el fin de reducir los esfuerzos recibidos por el suelo, la fuerza cortante que se presente en la base de cada -columna, será tomada por varillas de atraque las cuales ---irán ahogadas en la losa del piso.

Dentro de este inciso se muestran los cálculos realiza--dos para obtener:

- Los esfuerzos producidos en el suelo, tanto por la zapa--ta aislada que en primera instancia se propone, como por el cajón con contratrabes.
- Los armados de la losa inferior, contratrabes y dado.
- La longitud, diámetro y número necesario de varillas de atraque capaces de absorber la fuerza cortante que se -- presente.

- Zapata Aislada:

Solicitaciones: Carga muerta más viento

Condición de carga No. 4

Marco No. 1 del Modelo Matemático.

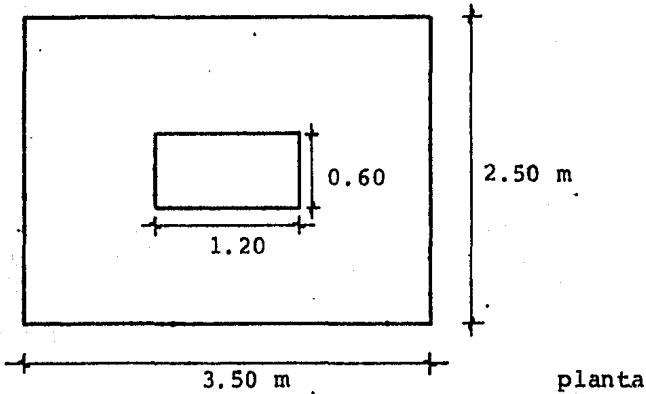
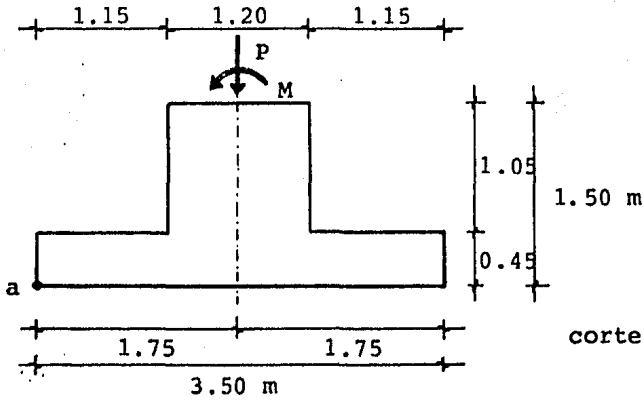
M = 78.91 ton-m

P = 29.26 ton

V = - 8.97 ton

Nota: El cortante será tomado por varillas de atraque aho--gadas en la losa del piso.

Zapata aislada:



Para el suelo: $\sigma_t = 8 \text{ ton/m}^2$
 $\gamma_t = 1.3 \text{ ton/m}^3$

ΣF_v :	Dado	$1.2 \times 0.6 \times 1.05 \times 2.4$	=	1.814 ton
	Zapata	$3.5 \times 2.5 \times 0.45 \times 2.4$	=	9.450 ton
	Relleno	$(3.5 \times 2.5 \times 1.05 -$		
		$- 1.2 \times 0.6 \times 1.05) \times 1.3$	=	10.961 ton
	P		=	29.260 ton

N = 51.485 ton

$$\Sigma Ma = 1.75m \times 51.485 \text{ ton} - 78.91 \text{ ton-m} = 11.189 \text{ ton-m}$$

$$\bar{x} = \frac{11.189 \text{ ton-m}}{51.485 \text{ ton}} = 0.217 \text{ m}$$

$$e = 1.75m - 0.217m = 1.533m$$

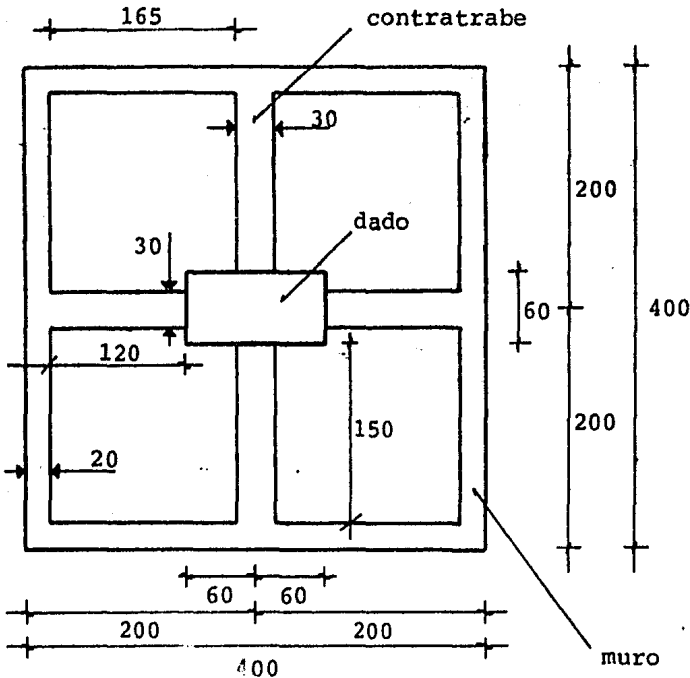
$$B/6 = 2.50/6 = 0.42 \text{ m} ; \quad e > B/6 \quad \Rightarrow$$

$$\sigma_{\text{max.}} = \frac{2 N}{3(L/2 - e) B}$$

$$\sigma_{\text{max.}} = \frac{2 \times 51.485 \text{ ton}}{3(3.50/2 - 1.533) 2.50} = 63.27 \text{ ton/m}^2$$

$$63.27 \text{ ton/m}^2 \gg 8 \text{ ton/m}^2$$

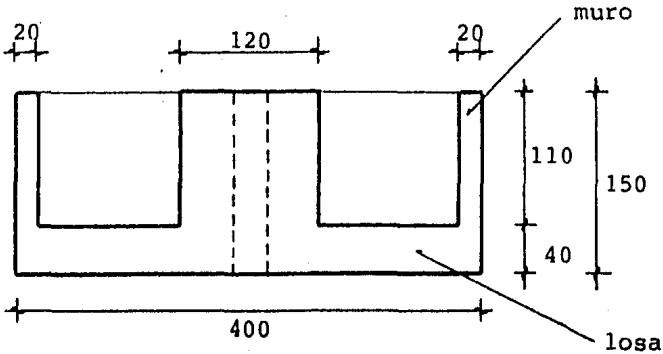
∴ se opta por hacer una cimentación en cajón con contratraveses de concreto reforzado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$



Cajón de cimentación

Acot. cms.

Planta



Cajón de cimentación
Corte

acot. cms.

$$\begin{aligned}
 \Sigma F_v : \text{Losa} &: 4.00 \times 4.00 \times 0.40 \times 2.40 = 15.360 \text{ ton} \\
 \text{Dado} &: 1.20 \times 0.60 \times 1.10 \times 2.40 = 1.901 \text{ ton} \\
 \text{Contratraves} &: (2 \times 1.20 + 2 \times 1.50) \times 0.30 \\
 &\quad \times 1.10 \times 2.40 = 4.277 \text{ ton} \\
 \text{Muros} &: (2 \times 3.60 + 2 \times 4.00) \times 0.20 \\
 &\quad \times 1.10 \times 2.40 = 8.026 \text{ ton} \\
 \text{Suelo despla.} &: 4.00 \times 4.00 \times 1.50 \times 1.30 = -31.200 \text{ ton} \\
 &\quad \text{zado} \\
 \text{Fuerza P} &: = 29.260 \text{ ton} \\
 P_t &= 27.624 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Esfuerzos en el suelo:

$$\sigma = \frac{P}{A \times B} \pm \frac{6 \times M}{A^2 \times B} > 0.00$$

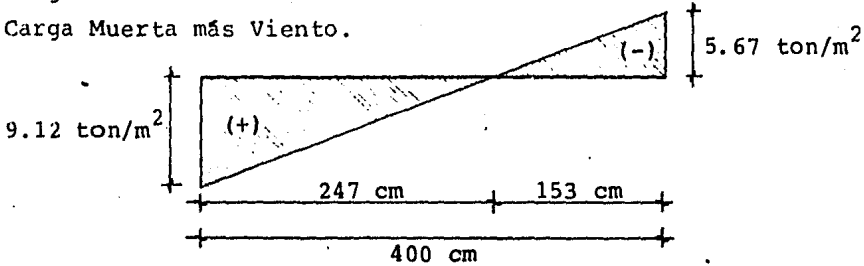
$$\sigma_{\max.} = \frac{27.624}{(4.00)^2} + \frac{6 \times 78.91}{(4.00)^3} = 9.12 \text{ ton/m}^2 < 8.0 \times 1.33$$

$$9.12 \text{ ton/m}^2 < 10.64 \text{ ton/m}^2 \quad (\text{correcto}).$$

$$\sigma_{\text{Min.}} = \frac{27.624}{(4.00)^2} - \frac{6 \times 78.91}{(4.00)^3} = - 5.67 \text{ ton/m}^2$$

Diagrama de esfuerzos en el suelo.

Carga Muerta más Viento.



Revisión de esfuerzos en el suelo para CM + CV :

Solicitaciones: $M = 24.02 \text{ ton-m}$

$P = 53.15 \text{ ton}$

$V = 8.124 \text{ ton}$

$$P_t = 15.36 + 1.901 + 4.277 + 8.026 - 31.200 + 53.15 \text{ ton}$$

$$P_t = 51.514 \text{ ton.}$$

$$\sigma_{\text{Max.}} = \frac{51.514}{(4.00)^2} + \frac{6 \times 24.02}{(4.00)^3} = 5.472 \text{ ton/m}^2 < 8.0 \text{ ton/m}^2$$

(correcto).

$$\sigma_{\text{Min.}} = \frac{51.514}{(4.00)^2} - \frac{6 \times 24.02}{(4.00)^3} = 0.968 \text{ ton/m}^2$$

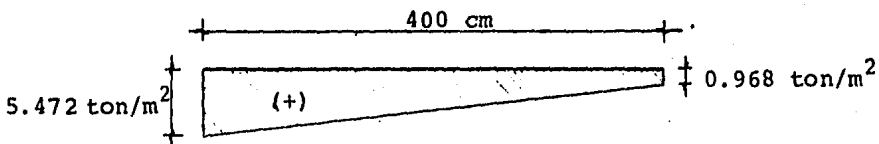
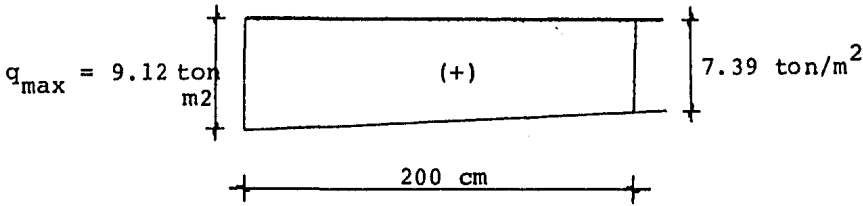


Diagrama de esfuerzos en el suelo.

Carga Muerta más Carga Viva.

Armado de la Losa Inferior:

Para Carga Muerta + Viento se tiene:



$$\text{Tomando una } q \text{ promedio} = \frac{9.12 + 7.39}{2} = 8.26 \text{ ton/m}^2$$

Reducción por tratarse de una condición accidental:

$$q_{\text{prom.}} = 0.75 \times 8.26 = 6.20 \text{ ton/m}^2$$

Utilizando una vez más el libro: " Tablas para el cálculo de placas y vigas pares ", tabla 1.12 :

$$\gamma = 2.0/2.0 = 1.0 \quad ; \quad M = c q a^2$$

$$M_{\text{max.}} = 0.0515 \times 6.20 \times 2.00^2 = 1.2772 \text{ ton-m}$$

$$\therefore Mu = 1.4 \times 127720 \text{ kg-cm} = 178,808 \text{ kg-cm}$$

$$k = \frac{178,808}{0.9 \times 100 \times 35^2 \times 250} = 0.0065 \quad \Rightarrow \quad q = 0.0065$$

$$\rho = \frac{0.0065 \times 250}{4200} = 0.0004$$

$$\text{Pero } \rho_{\text{min.}} = 0.0026 \quad ; \quad \text{así :}$$

$$As = \rho b d = 0.0026 \times 100 \times 35 = 9.1 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Se colocarán varillas del #5 a cada 20 centímetros en ambos sentidos y lechos.

$$\Rightarrow 5 \times 1.98 \text{ cm}^2 = 9.9 \text{ cm}^2/\text{ml} > 9.1 \quad (\text{correcto}).$$

Revisión por cortante:

$$q_u = 1.4 \times 6.20 \text{ ton/m}^2 = 8.68 \text{ ton/m}^2$$

$$V_u = (a_1/2 - d) w / [1 + (a_1/a_2)^6] \quad \text{Reglamento D.D.F.}$$

$$V_u = \frac{(0.5 \times 2.00 - 0.35) \times 8.68 \text{ ton/m}^2}{1 + (2/2)^6} = 2.821 \text{ ton}$$

$$V_{cr} = FR. \times b \times d \times (0.2 + 30 \rho) \times \sqrt{f \cdot c}$$

$$V_{cr} = 0.8 \times 100 \times 35 (0.2 + 30 \times 0.0026) \sqrt{200}$$

$$V_{cr} = 11,008 \text{ kgs.} \gg 2,821 \text{ kgs. (} V_u \text{) (correcto).}$$

Armado de la Contratrabe:

Ya que la losa inferior es capaz de soportar flexión la contratrabe se revisará únicamente por el cortante que le es transmitido por la losa.

$$V_{tu} = 2.821 \text{ ton} \times 2 = 5.642 \text{ ton}$$

$$V_{cr} = FR. \times b \times d \times (0.2 + 30 \rho) \times \sqrt{f \cdot c}$$

$$\text{Utilizando } \rho_{\min.} = 0.0026$$

$$V_{cr} = 0.8 \times 0.8 \times 145 \times 30 (0.2 + 30 \times 0.0026) \sqrt{200}$$

$$V_{cr} = 10.945 \text{ ton} > 5.642 \text{ ton (correcto).}$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0026 \times 30 \times 145 = 11.31 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando 4 varillas del } \#6 \Rightarrow 11.40 \text{ cm}^2 > 11.31 \text{ cm}^2$$

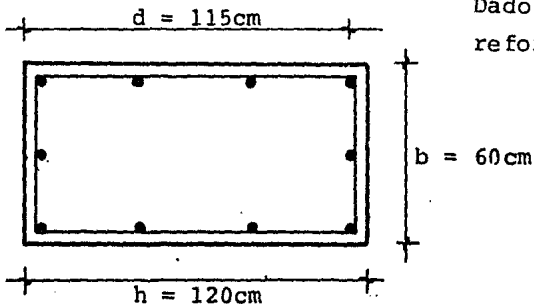
(correcto).

Armado del Dado:

Se revisará como columna corta para CM + Viento.

Para CM + Viento:

$$\begin{aligned} M &= 78.91 \text{ ton-m} & e &= M/P = 78.91/29.26 = 2.70 \text{ m} \\ P &= 29.26 \text{ ton} & d/h &= 115/120 \approx 0.95 \\ V &= 8.97 \text{ ton} & e/h &= 270/120 = 2.25 \end{aligned}$$



Dado de concreto reforzado.

$$k = \frac{P_u}{FR. \times b \times h \times f''c} = \frac{1.4 \times 29260}{0.75 \times 60 \times 120 \times 170} = 0.045$$

$$\Rightarrow q = 0.1$$

Para CM + CV :

$$\begin{aligned} M &= 24.02 \text{ ton-m} & e &= M/P = 24.02/53.15 = 0.452 \text{ m} \\ P &= 53.15 \text{ ton} & d/h &= 115/120 \approx 0.95 \\ V &= 8.124 \text{ ton} & e/h &= 45.2/120 \approx 0.4 \end{aligned}$$

$$k = \frac{1.4 \times 53150}{0.75 \times 60 \times 120 \times 170} = 0.08 \quad \Rightarrow \quad q = 0.1$$

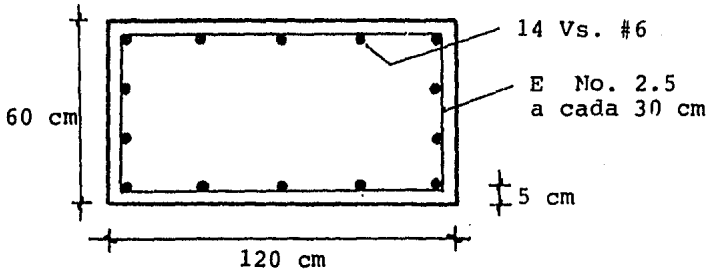
$$\rho = \frac{q \times f''c}{f_y} = \frac{0.1 \times 170}{4200} = 0.004 \quad ; \quad \text{pero } \rho_{\min.} = 0.005$$

$$A_s = \rho \times b \times h = 0.005 \times 60 \times 120 = 36.0 \text{ cm}^2$$

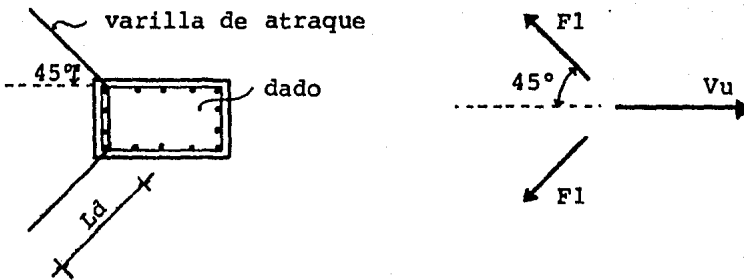
$$\text{Usando 14 varillas de } \#6 \Rightarrow 39.9 \text{ cm}^2 > 36.0 \text{ cm}^2$$

(correcto).

Sección definitiva para el Dado de concreto reforzado.



Varillas de Atraque:



$$V = 8.97 \text{ ton} ; \quad V_u = 1.4 \times 8.97 \text{ ton} = 12.558 \text{ ton}$$

$$F_1 = \frac{12,558 \text{ kgs}}{2 \cos 45^\circ} = 8,880 \text{ kgs.}$$

$$F_s = 0.6 F_y = 0.6 \times 4200 \text{ kg/cm}^2 = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Area de acero necesaria} = \frac{8880 \text{ kg}}{2520 \text{ kg/cm}^2} = 3.5 \text{ cm}^2$$

Sea una varilla del No. 8 $\Rightarrow 5.07 \text{ cm}^2 > 3.5 \text{ cm}^2$ (correcto).

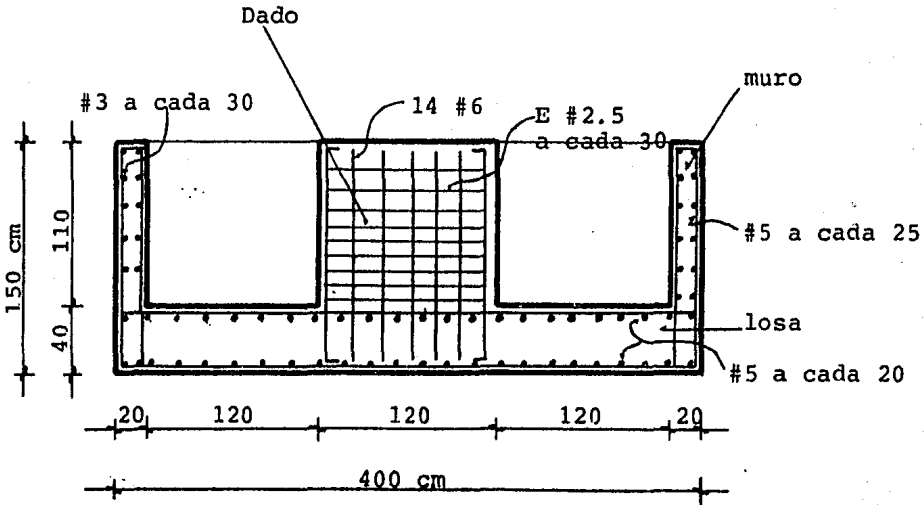
$$L_{db} = 0.06 \times \frac{a_s \times f_y}{\sqrt{f'_c}} \geq 0.006 \times (\phi \text{ Vr.}) \times f_y$$

$$0.006 \times 2.54 \times 4200 = 64 \text{ cm}$$

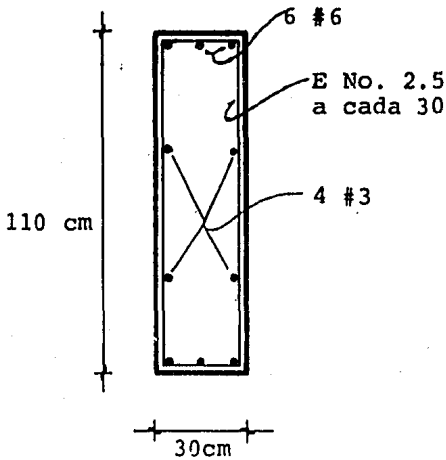
$$L_{db} = 0.06 \times \frac{5.07 \times 4200}{\sqrt{250}} = 81 \text{ cms} > 64 \text{ cms}$$

$L_d = 1.2 \times 81 \text{ cm} = 97 \text{ cm} ; \quad \text{sean } 100 \text{ cms. de longitud.}$

Cajón de cimentación



Detalle.
Contratrabe

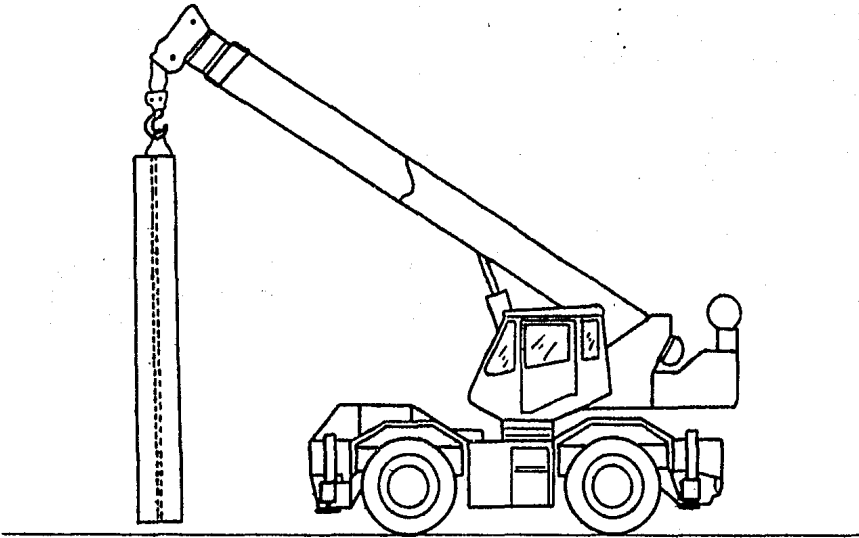


CAPITULO IV

RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA

Para la construcción de esta estructura se sugiere lo siguiente:

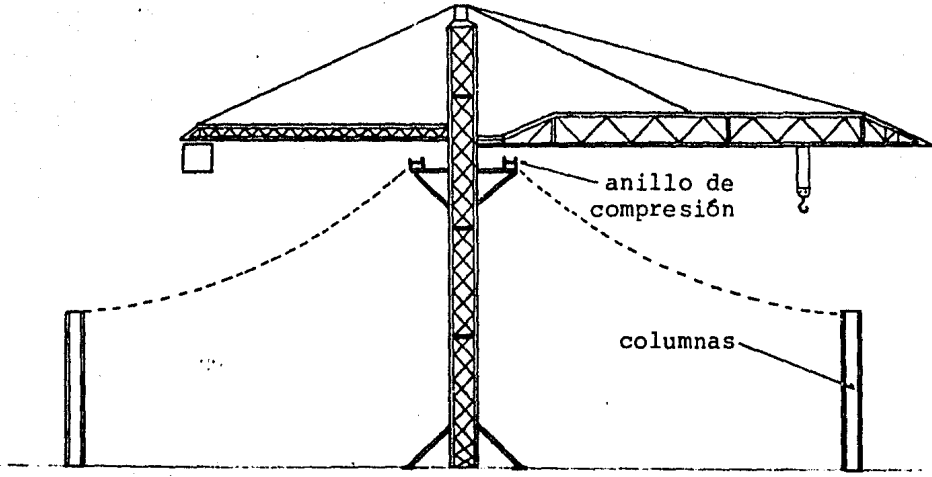
Con la cimentación terminada se procederá al montaje de las 16 columnas perimetrales, cuidando en ello una colocación precisa en cuanto a su alineamiento, plomeo y fijación se refiere.



Montaje de Columnas

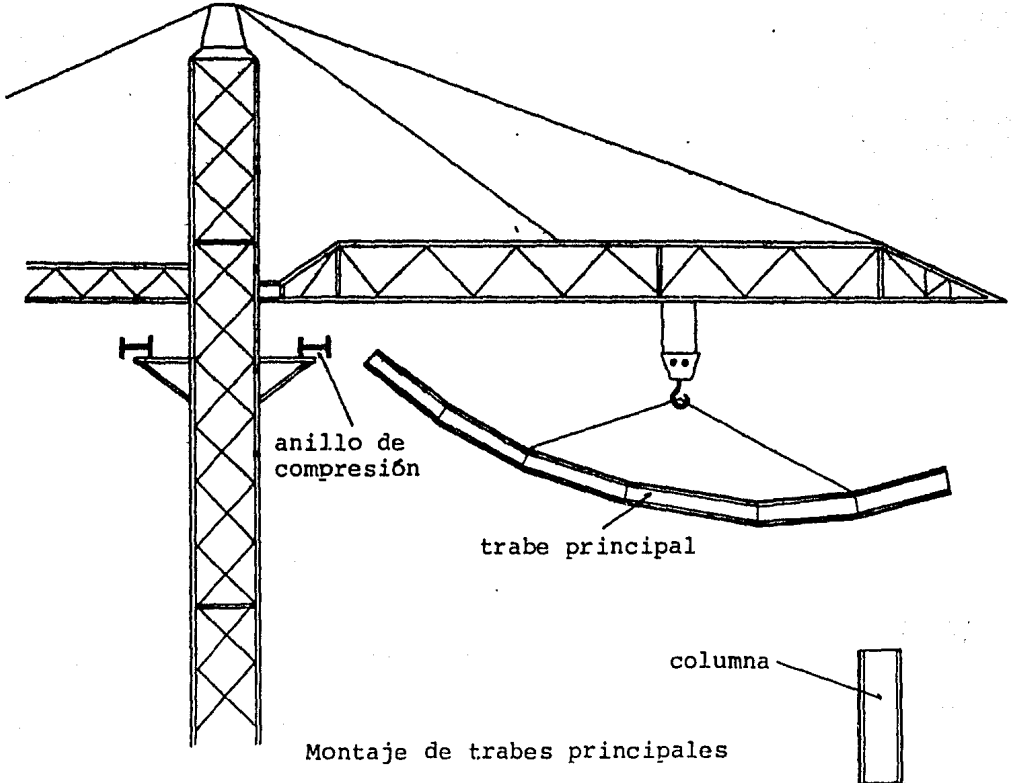
Figura IV-1

A continuación se montará en el centro del círculo descrito por las columnas una " Grúa-torre fija "; a cuya estructura se fijarán provisionalmente, a la altura correspondiente, las traveses que constituirán el anillo de compresión de la cubierta (figura IV-2).



Grúa-torre fija

Figura IV-2

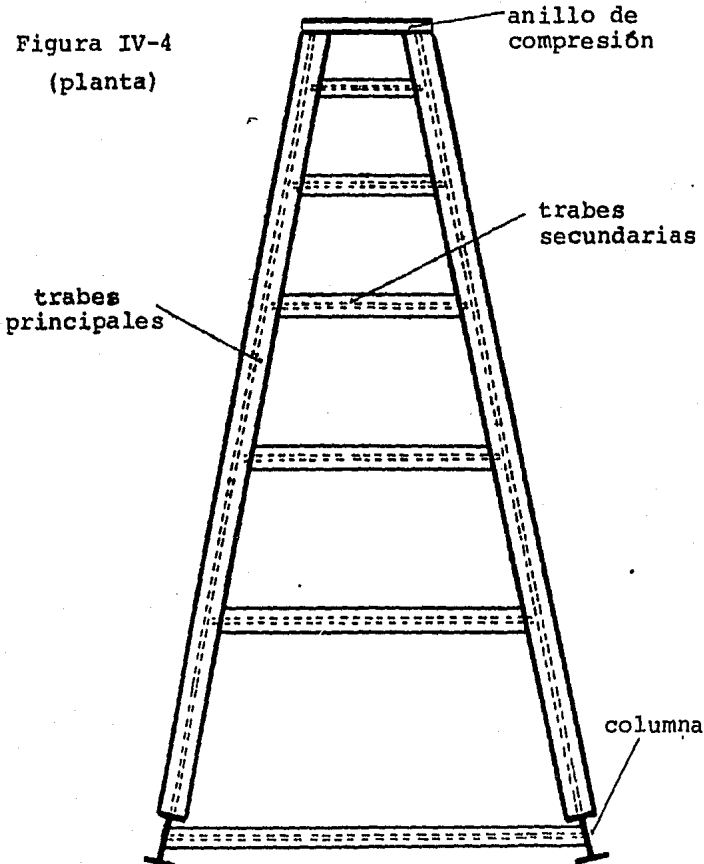


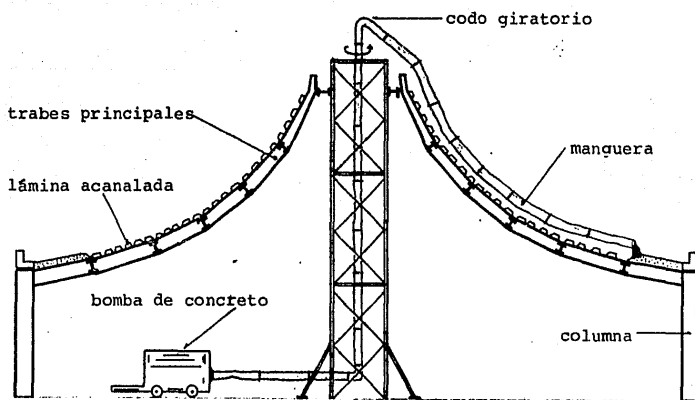
Montaje de traves principales

Figura IV-3

Por otra parte, deberán tenerse terminadas las traves de los marcos principales, las cuales serán íntegramente izadas y colocadas por la grúa, teniendo preparadas para su fijación en su extremo inferior a la columna, y en el superior al anillo de compresión (figura IV-3).

Una vez colocada la segunda trabe principal, y antes de proseguir montando éstas, se deberán colocar las traves secundarias que les corresponden; esto con el fin de ir logrando una rigidización en la retícula metálica.





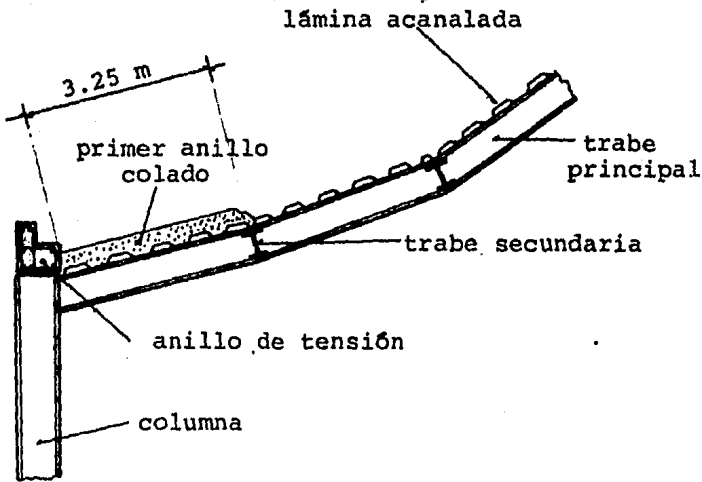
Colado de la losa de la cubierta

Figura IV-5

De esta forma se seguirán montando tanto traves principales como secundarias, hasta integrar totalmente la parte metálica de la estructura (ver figura I-4).

Sobre las traves principales y secundarias se colocarán tramos rectos de lámina acanalada QL-99 cal. 24 (ver figuras I-5 y I-6), que funcionarán como cimbra no recuperable para el colado de la losa de la cubierta, para el cual se seguirá el siguiente procedimiento:

En la base de la torre de la grúa se colocará una bomba de concreto, el cual impulsará éste hasta la parte más alta de la estructura, donde por medio de un codo giratorio y una manguera será dirigido.



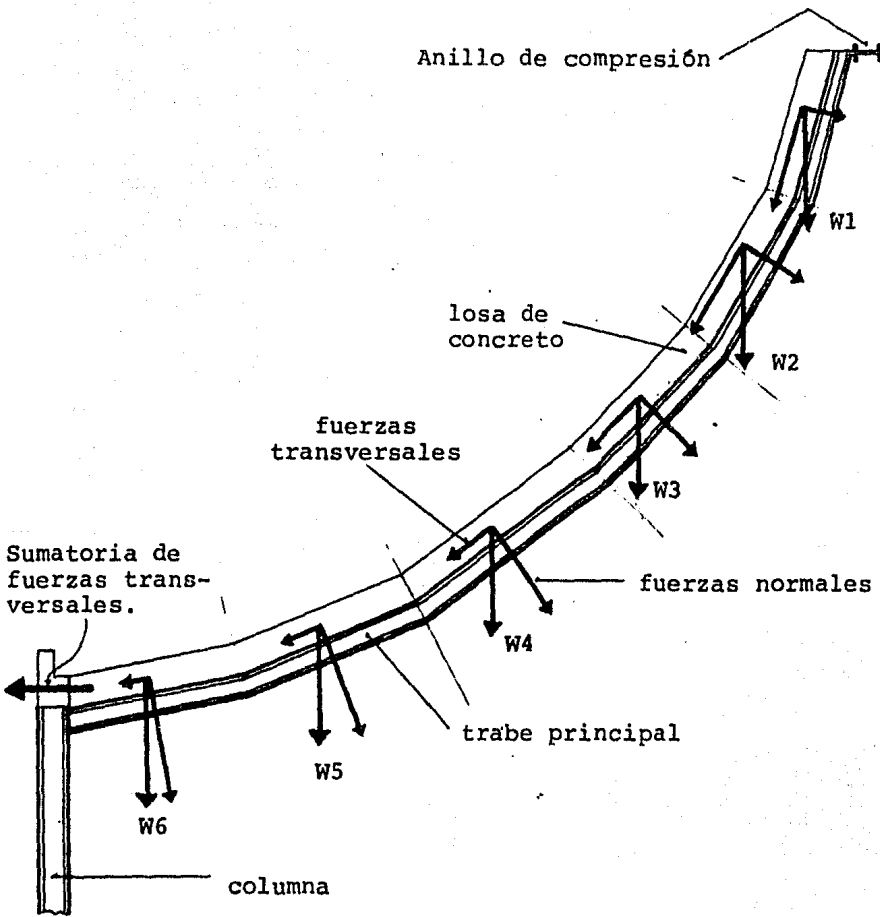
Detalle: Colado del primer anillo de la losa

El primer colado será el del anillo de tensión, el cual estará apoyado sobre las columnas y las trabes secundarias que unen a éstas. Una vez fraguado ese elemento estructural se realizará el colado de la primera sección de la losa; esta sección consistirá en un anillo con un ancho de 3.25 m, longitud del primer tramo recto de la trabe principal (figura IV-6).

Ya fraguado ese primer anillo se colará un segundo de 3.25m de ancho también. Esto se hará repetidamente hasta terminar con un sexto anillo en la parte superior de la estructura; pero siempre teniendo al anterior previamente fraguado.

Este procedimiento de colado de la losa se llevará a cabo con el fin de no provocar cargas asimétricas en la estructura, para las cuales no se ha previsto un análisis.

Las cargas generadas por cada anillo de concreto se dividen en dos componentes: una normal a la superficie de la losa, que será tomada por las trabes secundarias, y otra transversal, la cual será transmitida al anillo anterior previamente fraguado, y que se sumará a las componentes transversales de los otros anillos, para que el total de estas cargas recaiga finalmente en el anillo de tensión. Todo esto fue explicado ampliamente en el inciso c) del capítulo II de esta tesis.



Acumulación de fuerzas debidas al peso de la losa de concreto

Figura IV-7

Deberá tenerse cuidado en verificar que el espesor de la losa de concreto sea de 5 centímetros en el centro de cada tramo recto de las trabes principales, y de 7.3 centímetros en los cambios de inclinación de dichas trabes; esto con el fin de lograr una curvatura suave y continua en la losa.

C O N C L U S I O N E S

El análisis preliminar empleado para la estructura descrita a lo largo de esta tesis, se realizó con base en un modelo matemático simplificado el cual consta de 18 nudos , mientras el modelo definitivo contiene 193. El hecho de haber utilizado primeramente un modelo " pequeño ", se hizo con la finalidad de poder correr dicho análisis preliminar por medio del programa E A S I (Engineering Analysis Software) en un computador que cuenta con poca capacidad de memoria (32 k). Ahora bien, a pesar de que el modelo matemático simplificado, sujeto a Carga Muerta sólo contiene la décima parte de los nudos del modelo final, no implica que el análisis y el diseño preliminar se encuentren lejos de la realidad; por el contrario, los resultados que se tienen por ese primer análisis son muy cercanos a los obtenidos por el análisis definitivo. Prueba de ello es que en el diseño final, ningún elemento tiene que sufrir cambios en su sección transversal debido a la condición de carga número uno (Carga Muerta).

Dicho lo anterior de otra forma, para el análisis y diseño preliminar se proponen unas determinadas secciones transversales para los elementos, se encuentra que éstas son satisfactorias de acuerdo a las normas del manual A I S C ; por lo tanto, con estas mismas secciones se realiza el análisis y diseño definitivo, hallando que algunas secciones deben ser modificadas por la condición de carga No. 4 (Car-

ga Muerta más Viento) y no por la No. 1. Así, se muestra - que el análisis y el diseño preliminar de este trabajo cumplen con su objetivo, que es el de dar una idea a priori de los elementos mecánicos que actuarán en los miembros de la estructura y de las secciones transversales que estos necesitan.

El modelo matemático tridimensional implica para su realización una labor mayor que la del modelo plano; pero es necesario conformarlo con el fin de " observar " el comportamiento de la estructura en el espacio sujeta a diferentes condiciones de carga. Así, también es en el análisis tridimensional, ejecutado por el programa SAP V-2, donde se encuentra que algunos elementos requieren un aumento en su sección transversal, que previamente fue satisfactoria en el diseño preliminar.

Al mismo tiempo el modelo matemático tridimensional es indispensable, ya que contempla la interacción conjunta de todos y cada uno de los elementos que contendrá la estructura real. De esta forma es posible conocer los elementos mecánicos que obran sobre las traveses secundarias y en los anillos de tensión y compresión, datos que se desconocían en el análisis preliminar y que son indispensables para el diseño de esos miembros estructurales.

Ya que el análisis en el espacio incluye a todos los elementos futuros de la retícula, en el momento de la revisión de secciones dentro del diseño definitivo, se puede hacer -

una elección de aquellos que se encuentren más fatigados, asegurando de esta forma que la estructura se encuentra diseñada para las situaciones de trabajo más críticas.

Es importante hacer notar que la cubicación preliminar de acero estructural A-36 es de 78.829 Ton., y la definitiva de 80.505 Ton.; es decir, se tiene una diferencia de 1.676 Ton.; o sea un 2.13% del tonelaje preliminar, porcentaje realmente mínimo. Se hace hincapié en que el análisis y diseño preliminar de la estructura cumplen con su cometido.

Se recordará que el diseño definitivo de las traveses de la estructura se hizo sin considerar la sección compuesta acero-concreto; es decir, únicamente se usaron las propiedades de la parte metálica de esos elementos para su revisión. Lo anterior se realizó de esa manera tomando como base que la carga viva de la cubierta es pequeña (40 kg/m^2). El haber hecho el diseño de traveses de esa forma, no es razón para pensar que se tiene una estructura "sobrada", y que por lo tanto implicaría un costo más alto del necesario; por el contrario, así se logra un margen de seguridad que es conveniente guardado dado lo siguiente:

En el inciso b) del capítulo II se calculó la sobrecarga aportada por 2.3 cms. de espesor promedio adicional de concreto, empleado para dar una curvatura suave y continua en la cubierta. El resultado de esa sobrecarga fue de 37.3 kilogramos por metro cuadrado, aproximadamente 40 kg/m^2 , va--

lor de la carga viva; es decir que errores pequeños en la medición del espesor del concreto durante los colados de la losa, pueden ocasionar sobrecargas de cierta consideración. Aquí se ve la necesidad de revisar las trabes por su parte metálica exclusivamente, con el fin de garantizar una mayor resistencia de ellas al trabajar la sección compuesta en el momento del fraguado del concreto.

Para la realización de esta tesis la computadora es una herramienta de gran utilidad en la obtención de los análisis estructurales. Por medio de ella es factible representar a la futura estructura por medio de un modelo tal que pueda ser sometido a diferentes condiciones de trabajo. Gracias a lo anterior se puede lograr una optimización en el diseño de los diferentes elementos que constituirán a dicha estructura, así como una reducción en los tiempos de ejecución de su análisis al evitar la elaboración de tediosos y repetitivos cálculos numéricos. Sin embargo, los resultados arrojados por un programa no deben ser tomados en una forma dogmática. El ingeniero encargado del análisis y diseño estructural nunca debe perder de vista el entendimiento físico del problema, y siempre tener una idea aproximada de los posibles resultados que se deben obtener, todo ello haciendo uso de su juicio ingenieril basado en las ciencias físicas y matemáticas así como en su experiencia.

Ya para finalizar, cabe mencionar que con el desarrollo de este trabajo se muestra como a base de trabes metálicas

rectas en conjunción con una losa de concreto, se logran obtener las características pedidas por el proyecto arquitectónico descrito en el capítulo I.

ANEXO No. 1

RESULTADOS DE LA CORRIDA DEL PROGRAMA EASI

ANALISIS PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA

ENGINEERING ANALYSIS SOFTWARE
EASI Finite Element Program
PRELIMINAR CM.
12/8/85

FILE SPEC: PRE1
NODE COORDINATES:

NODE #	X COORD.	Y COORD.	Z COORD.
1	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	1.80000E+02	0.00000E+00
3	0.00000E+00	3.60000E+02	0.00000E+00
4	0.00000E+00	5.40000E+02	0.00000E+00
5	0.00000E+00	7.20000E+02	0.00000E+00
6	0.00000E+00	8.42870E+02	0.00000E+00
7	1.81370E+02	9.08890E+02	0.00000E+00
8	3.62740E+02	9.74900E+02	0.00000E+00
9	5.06670E+02	1.05800E+03	0.00000E+00
10	6.50610E+02	1.14110E+03	0.00000E+00
11	7.77930E+02	1.24793E+03	0.00000E+00
12	9.05240E+02	1.35476E+03	0.00000E+00
13	1.01016E+03	1.48368E+03	0.00000E+00
14	1.11468E+03	1.61234E+03	0.00000E+00
15	1.19551E+03	1.75707E+03	0.00000E+00
16	1.27590E+03	1.90154E+03	0.00000E+00
17	1.33020E+03	2.05770E+03	0.00000E+00
18	1.38415E+03	2.21353E+03	0.00000E+00

MATERIAL PROPERTIES:

MAT #	AREA	E	G	J	IY	IZ
1	2.00180E+02	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.31427E+05
2	1.25390E+02	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.42684E+05
3	1.22210E+02	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.23700E+05
4	1.19040E+02	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.06244E+05
5	9.70700E+01	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	7.17580E+04
6	9.38900E+01	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	6.00710E+04
7	9.07200E+01	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.95570E+04
8	8.75400E+01	2.10000E+06	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.01770E+04

PROBLEM GEOMETRY:

ELEMENT #	MAT #	NODE #1	NODE #2	NODE #3	NODE #4	ANGLE OF ROLL
1	1	1	2	0	0	0.00000E+00
2	1	1	3	0	0	0.00000E+00
3	1	3	4	0	0	0.00000E+00
4	1	4	5	0	0	0.00000E+00
5	1	5	6	0	0	0.00000E+00
6	2	2	7	0	0	0.00000E+00
7	2	7	8	0	0	0.00000E+00

8	2	8	9	0	0	0.00000E+00
9	2	9	10	0	0	0.00000E+00
10	2	10	11	0	0	0.00000E+00
11	2	11	12	0	0	0.00000E+00
12	3	12	13	0	0	0.00000E+00
13	4	13	14	0	0	0.00000E+00
14	5	14	15	0	0	0.00000E+00
15	6	15	16	0	0	0.00000E+00
16	7	16	17	0	0	0.00000E+00
17	8	17	18	0	0	0.00000E+00

NODE LOADS:

NODE #	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
6	0.00000E+00	-2.91200E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
8	0.00000E+00	-4.66000E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
12	0.00000E+00	-3.49400E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
13	0.00000E+00	-2.78100E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
14	0.00000E+00	-2.21000E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
16	0.00000E+00	-1.74400E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
18	0.00000E+00	-7.36000E+02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

NODE RESTRAINTS:

NODE #	X	Y	Z	RX	RY	RZ	VALUE
1	1	1	0	0	0	1	0.00000E+00
18	1	0	0	0	0	0	0.00000E+00

ELEMENT FORCES:

ELEM #	NODE #	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	1	1.85389E+04	-5.45133E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.22439E+05
	2	-1.85389E+04	5.45133E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.10368E+06
2	2	1.85389E+04	-5.45133E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.10368E+06
	3	-1.85389E+04	5.45133E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.08492E+06
3	3	1.85389E+04	-5.45134E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.08492E+06
	4	-1.85389E+04	5.45134E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-3.06617E+06
4	4	1.85389E+04	-5.45131E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	3.06617E+06
	5	-1.85389E+04	5.45131E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.04744E+06
5	5	1.85389E+04	-5.45137E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.04744E+06
	6	-1.85389E+04	5.45137E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.71724E+06
6	6	1.04677E+04	1.28192E+04	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.71724E+06
	7	-1.04677E+04	-1.28192E+04	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.24300E+06
7	7	1.04669E+04	1.28196E+04	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.24300E+06
	8	-1.04669E+04	-1.28196E+04	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.31292E+05
8	8	1.02048E+04	6.77113E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.31292E+05
	9	-1.02048E+04	-6.77113E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.35662E+06
9	9	1.02048E+04	6.77143E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.35662E+06
	10	-1.02048E+04	-6.77143E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.48215E+06

10	10	8.98052E+03	2.22117E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.48219E+06
	11	-8.98052E+03	-2.22117E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.85126E+06
11	11	8.98041E+03	2.21965E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.85128E+06
	12	-8.98041E+03	-2.21965E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	3.22028E+06
12	12	7.08068E+03	-1.26755E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-3.22032E+06
	13	-7.08068E+03	1.26755E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	3.00966E+06
13	13	7.08027E+03	-1.27392E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-3.00966E+06
	14	-7.08027E+03	1.27392E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.79852E+06
14	14	4.82618E+03	-3.55025E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.79853E+06
	15	-4.82618E+03	3.55025E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.20995E+06
15	15	4.82065E+03	-3.55804E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.20996E+06
	16	-4.82065E+03	3.55804E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.62165E+06
16	16	2.48614E+03	-4.90894E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.62167E+06
	17	-2.48614E+03	4.90894E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	8.10064E+05
17	17	2.47947E+03	-4.91230E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-8.10066E+05
	18	-2.47947E+03	4.91230E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.00000E+00

NODE DISPLACEMENTS:

NODE #	X	Y	Z	RX	RY	RZ
1	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
2	1.49841E-02	-7.93792E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.27060E-04
3	1.03547E-01	-1.38758E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-8.17546E-04
4	3.31106E-01	-2.38138E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.77146E-03
5	7.63078E-01	-3.17517E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-3.06880E-03
6	1.20893E+00	-3.71702E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.19674E-03
7	1.56156E+00	-1.02834E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-6.43848E-03
8	2.00950E+00	-2.28156E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-7.08640E-03
9	2.57883E+00	-3.28052E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-6.64601E-03
10	3.08562E+00	-4.17123E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-5.58134E-03
11	3.60045E+00	-4.79350E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.10216E-03
12	3.94612E+00	-5.21437E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-2.41835E-03
13	4.12507E+00	-5.36592E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.25181E-04
14	4.03633E+00	-5.29988E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.73244E-03
15	3.57632E+00	-5.04758E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.48729E-03
16	2.73562E+00	-4.58429E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	6.99813E-03
17	1.47449E+00	-4.14805E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	8.92973E-03
18	0.00000E+00	-3.63992E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	9.72138E-03

NODE REACTIONS:

NODE #	X	Y	Z	MX	MY	MZ
1	5.45133E+03	1.85385E+04	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.22439E+05
18	-5.45316E+03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

197

ANEXO No. 2

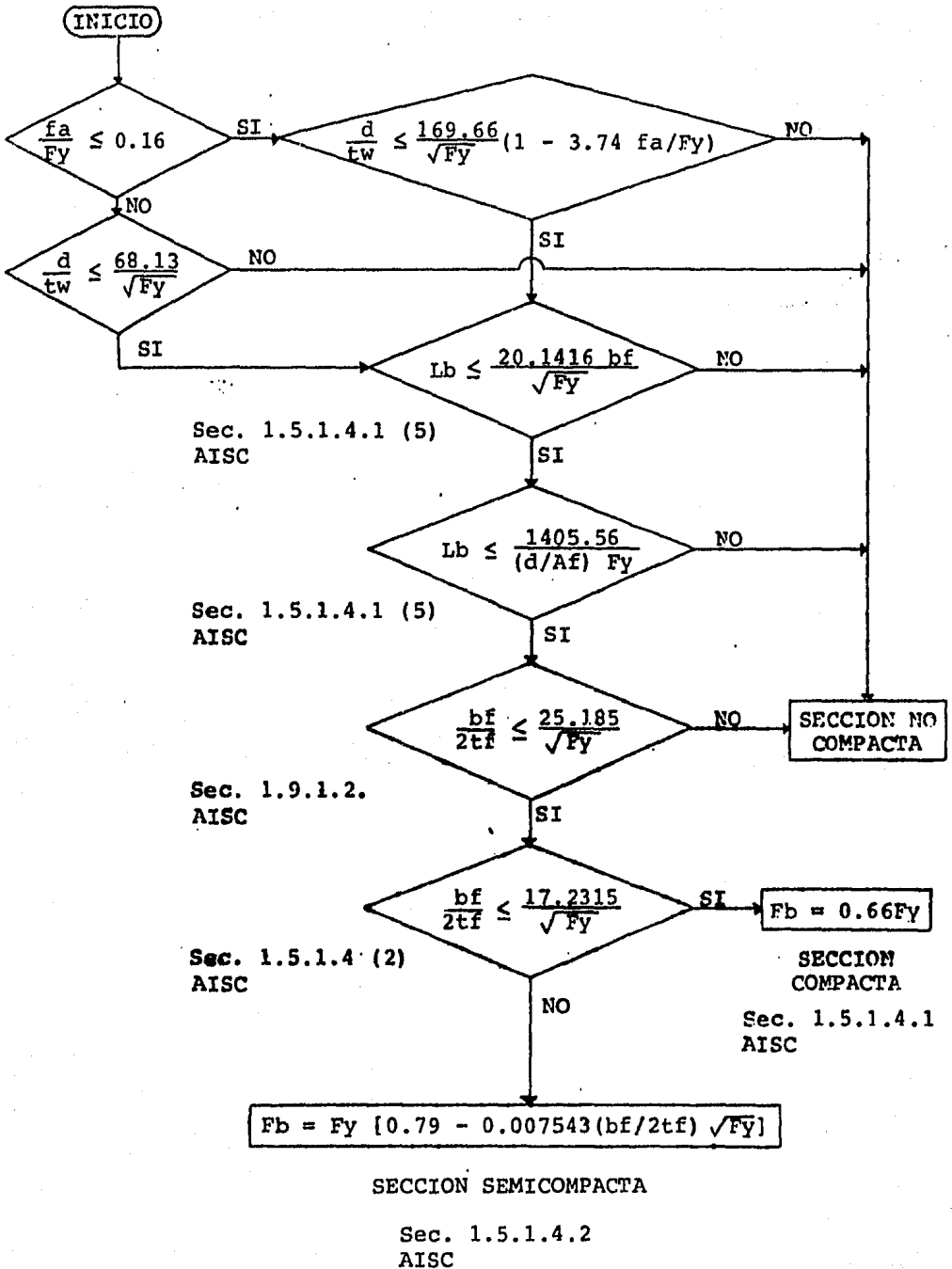
DIAGRAMAS DE FLUJO PARA REVISION DE SECCIONES "I"

BASADO EN ESPECIFICACIONES DEL MANUAL AISC

La nomenclatura que se empleará en los siguientes diagramas de flujo es:

- Lb Longitud de la trabe sin arriostrar.
- bf Ancho del patín en compresión.
- d Peralte de la trabe.
- Af Area de la sección del patín en compresión.
- tf Espesor del patín.
- tw Espesor del alma.
- fa Esfuerzo actuante de compresión en la sección.
- Cb = $1.75 + 1.05 (M1/M2) + 0.3 (M1/M2)^2$
M1 < M2

Nota: Las unidades que se deben usar para seguir los diagramas son Toneladas y Centímetros.



SECCION NO
COMPACTA

VER APENDICE
" C " DEL MA
NUAL AISC

NO $\frac{bf}{2tf} < \frac{25,185}{\sqrt{F_y}}$ Sec. 1.9.1.2 AISC

SI

NO CARGADA EN EL PLANO DEL EJE MENOR

SI $\frac{L_b}{bf} \leq \frac{20,1476}{\sqrt{F_y}}$ Sec. 1.5.4.5(2) AISC

$$F_b' = \frac{843.68 \times C_b}{L_b \times d / A_f}$$

Sec. 1.5.1.4.5(2) AISC

SI $F_b' \geq 0.6 F_y$

$F_b = 0.6 F_y$

Sec. 1.5.1.4.5(2) AISC

NO $\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{35841.67 \times C_b}{F_y}}$ Sec. 1.5.1.4.5(2) AISC

SI $\frac{L_b}{rt} \geq \sqrt{\frac{7168.33 \times C_b}{F_y}}$ Sec. 1.5.1.4.5(2) AISC

$$F_b'' = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L_b/rt)^2}{107525 \times C_b} \right] F_y \leq 0.6 F_y$$

Sec. 1.5.1.4.5(2) AISC

$$F_b'' = \frac{11952.7 \times C_b}{(L_b/rt)^2} \leq 0.6 F_y$$

Sec. 1.5.1.4.5(2) AISC

Fb = EL MAYOR VALOR DE Fb' y Fb''

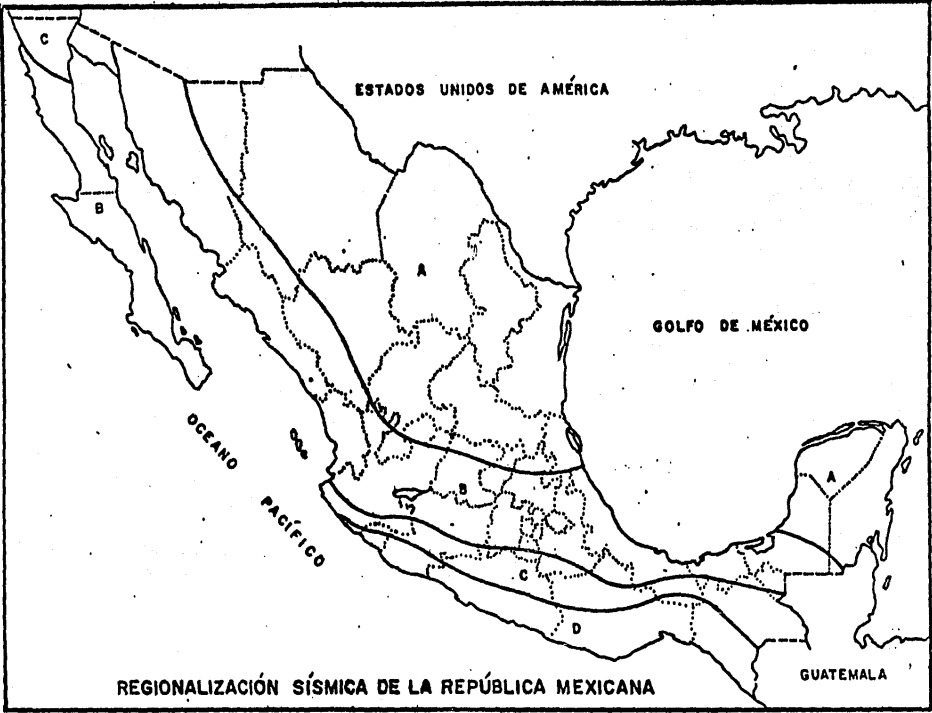
(A)

(A)

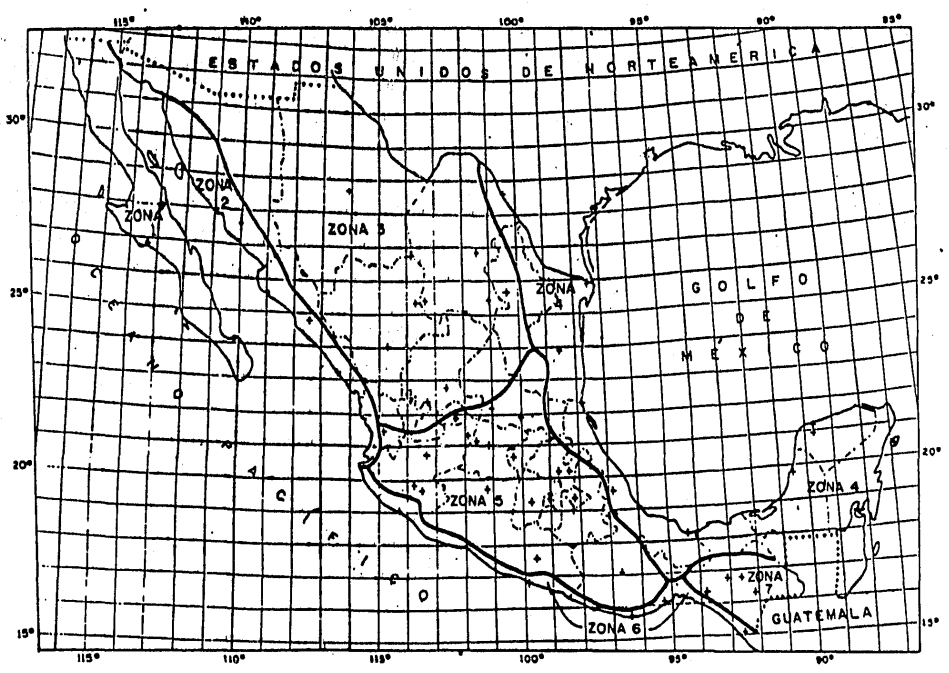
ANEXO No. 3

REGIONALIZACION SISMICA Y EOLICA

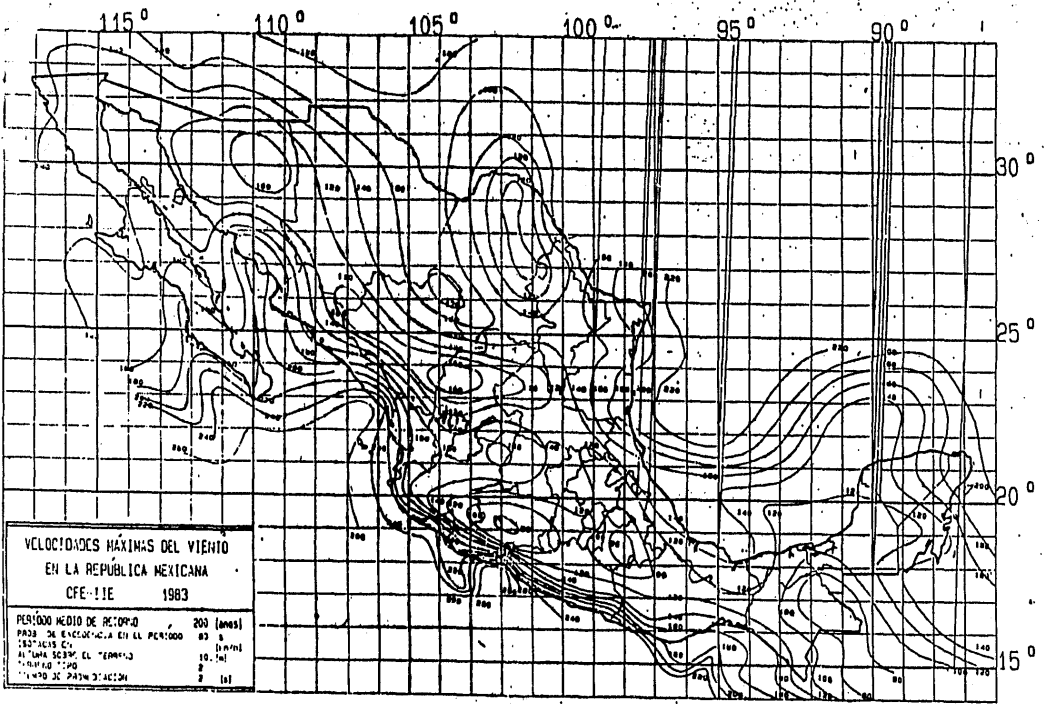
DE LA REPUBLICA MEXICANA



REGIONALIZACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA



Regionalización Eólica de la República Mexicana



**VELOCIDADES MÁXIMAS DEL VIENTO
EN LA REPÚBLICA MEXICANA
CFE-11E 1983**

PERÍODO MEDIO DE RETORNO	200 (años)
PROB. DE EXCESIVIDAD EN EL PERÍODO	0.5 %
ESTADÍST. C.	III (normal)
AL TAMAÑO DEL TERMINO	10.0 m
TIPO DE VIENTO	0
TIPO DE PROYECCIÓN	0

ANEXO No. 4

DATOS PARA EL

PROGRAMA SAP V-2

CONTROL INFORMATION

NUMBER OF NODAL POINTS = 193
 NUMBER OF ELEMENT TYPES = 2
 NUMBER OF LOAD CASES = 4
 NUMBER OF FREQUENCIES = 0
 ANALYSIS CODE (NDYN) = 0
 EQ.0, STATIC
 EQ.1, MODAL EXTRACTION
 EQ.2, FORCED RESPONSE
 EQ.3, RESPONSE SPECTRUM
 EQ.4, DIRECT INTEGRATION
 EQ.5, FREQUENCY RESPONSE
 EQ.6, BUCKLING ANALYSIS
 SOLUTION MODE (MODEX) = 0
 EQ.0, EXECUTION
 EQ.1, DATA CHECK
 NUMBER OF SUBSPACE
 ITERATION VECTORS (NAD) = 0
 EQUATIONS PER BLOCK = 0
 TAPEIO SAVE FLAG (NIOSV) = 0
 GRAVITATIONAL CONSTANT = 981.00
 TOTAL BLANK COMMON (MTOT)=40001

REQUIRED BLANK COMMON FOR THIS STEP= 2317

NODAL POINT INPUT DATA

NODE NUMBER	BOUNDARY CONDITION CODES						NODAL POINT COORDINATES			T	
	X	Y	Z	XX	YY	ZZ	X	Y	Z		
D 1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1862.690	0.0	3.077	0	0.0
D 16	0	0	0	0	0	0	1862.690	0.0	340.577	1	0.0
D 17	0	0	0	0	0	0	1860.000	-100.000	0.0	0	0.0
D 32	0	0	0	0	0	0	1860.000	-100.000	337.500	1	0.0
D 33	0	0	0	0	0	0	1960.000	0.0	0.0	0	0.0
D 48	1	1	1	1	1	1	1960.000	0.0	337.500	1	0.0
D 49	0	0	0	0	0	0	1860.000	0.0	0.0	0	0.0
D 64	0	0	0	0	0	0	1860.000	0.0	337.500	1	0.0
D 65	0	0	0	0	0	0	1860.000	864.160	0.0	0	0.0
D 80	0	0	0	0	0	0	1860.000	864.160	337.500	1	0.0
D 81	0	0	0	0	0	0	1497.260	974.900	0.0	0	0.0
D 96	0	0	0	0	0	0	1497.260	974.900	337.500	1	0.0
D 97	0	0	0	0	0	0	1209.390	1141.100	0.0	0	0.0
D 112	0	0	0	0	0	0	1209.390	1141.100	337.500	1	0.0
D 113	0	0	0	0	0	0	954.760	1354.560	0.0	0	0.0
D 128	0	0	0	0	0	0	954.760	1354.560	337.500	1	0.0
D 129	0	0	0	0	0	0	745.210	1612.270	0.0	0	0.0
D 144	0	0	0	0	0	0	745.210	1612.270	337.500	1	0.0
D 145	0	0	0	0	0	0	584.000	1901.500	0.0	0	0.0
D 160	0	0	0	0	0	0	584.000	1901.500	337.500	1	0.0
D 161	0	0	0	0	0	0	475.000	2220.000	0.0	0	0.0
D 176	0	0	0	0	0	0	475.000	2220.000	337.500	1	0.0
D 177	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2303.150	2703.150	0.0	0	0.0
D 192	0	0	0	0	0	0	2303.150	2703.150	337.500	1	0.0
193	1	1	1	1	1	1	0.0	2220.000	0.0	0	0.0

3 / D B E A M E L E M E N T S

NUMBER OF BEAMS = 224
 NUMBER OF GEOMETRIC PROPERTY SETS = 10
 NUMBER OF FIXED END FORCE SETS = 0
 NUMBER OF MATERIALS = 2
 NUMBER OF INTERMEDIATE LOAD SETS = 61

MATERIAL PROPERTIES

MATERIAL NUMBER	YOUNG'S MODULUS	POISSON'S RATIO	MASS DENSITY	WEIGHT DENSITY	THERMAL EXPANSION X	Y	COEFFICIENT Z	REFERENCE TEMPERATURE
1	0.2100D 07	0.3300	0.8012D-05	0.7860D-02	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.1414D 06	0.1800	0.2446D-05	0.2400D-02	0.0	0.0	0.0	0.0

BEAM GEOMETRIC PROPERTIES

SECTION NUMBER	AXIAL AREA A(1)	SHEAR AREA A(2)	SHEAR AREA A(3)	TORSION J(1)	INERTIA I(2)	INERTIA I(3)	SECTION MODULUS S(2)	S(3)
1	0.2002D 03	0.7317D 02	0.1272D 03	0.1296D 03	0.1697D 05	0.2314D 06	0.8480D 03	0.5186D 04
2	0.1254D 03	0.4919D 02	0.7620D 02	0.4770D 02	0.5717D 04	0.1427D 06	0.3810D 03	0.3567D 04
3	0.1222D 03	0.4601D 02	0.7620D 02	0.4730D 02	0.5717D 04	0.1237D 06	0.3810D 03	0.3299D 04
4	0.9707D 02	0.4006D 02	0.5720D 02	0.2260D 02	0.4276D 04	0.7172D 05	0.2830D 03	0.2002D 04
5	0.9072D 02	0.3372D 02	0.5720D 02	0.2180D 02	0.4276D 04	0.7172D 05	0.2850D 03	0.1802D 04
6	0.9653D 02	0.1703D 02	0.7950D 02	0.6710D 02	0.7155D 04	0.1066D 05	0.5724D 03	0.7110D 03
7	0.1700D 04	0.7650D 03	0.6800D 03	0.7514D 05	0.9743D 06	0.1897D 06	0.1996D 05	0.7128D 04
8	0.7549D 02	0.3749D 02	0.3800D 02	0.1435D 02	0.1267D 04	0.7842D 05	0.1270D 03	0.1961D 04
9	0.7069D 02	0.3269D 02	0.3800D 02	0.1398D 02	0.1267D 04	0.5793D 05	0.1270D 03	0.1655D 04
10	0.6589D 02	0.2789D 02	0.3800D 02	0.1361D 02	0.1267D 04	0.4094D 05	0.1270D 03	0.1366D 04

ELEMENT LOAD MULTIPLIERS

	A	B	C	D
X-DIR	0.0	0.0	0.0	0.0
Y-DIR	0.0	0.0	0.0	0.0
Z-DIR	0.0	0.0	0.0	0.0

INTERMEDIATE LOADS ON BEAMS IN LOCAL COORDINATES

SET NUMBER	TYPE	INPUT PARAMETERS (SEE MANUAL)							
		A	B	C	D	F	G	H	
1	DL	0.0	0.0	-0.300	0.500	0.940	0.0	0.0	
2	DL	0.0	0.0	-0.500	0.500	-0.500	-0.850	0.0	
3	DL	0.0	0.0	-0.630	-0.630	-0.750	-0.750	0.0	
4	DL	0.0	0.0	-0.730	-0.730	-0.620	-0.620	0.0	
5	DL	0.0	0.0	-0.660	-0.660	-0.380	-0.380	0.0	
6	DL	0.0	0.0	-0.670	-0.670	-0.240	-0.240	0.0	
7	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-16.490	-16.490	0.0	
8	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.840	-11.840	0.0	
9	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.790	-9.790	0.0	
10	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.950	-7.950	0.0	
11	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.590	-6.590	0.0	
12	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.520	-5.520	0.0	
13	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.940	-6.940	0.0	
14	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.950	-4.950	0.0	
15	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.120	-4.120	0.0	
16	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.350	-3.350	0.0	
17	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.770	-2.770	0.0	
18	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.230	-2.230	0.0	
19	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	10.410	10.410	0.0	
20	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	7.480	7.480	0.0	
21	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	6.180	6.180	0.0	
22	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	5.020	5.020	0.0	
23	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	4.160	4.160	0.0	
24	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	3.340	3.340	0.0	
25	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	19.960	19.960	0.0	
26	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	14.340	14.340	0.0	
27	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	11.850	11.850	0.0	
28	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	9.630	9.630	0.0	
29	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	7.980	7.980	0.0	
30	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	6.400	6.400	0.0	
31	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	18.220	18.220	0.0	
32	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	13.090	13.090	0.0	
33	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	10.820	10.820	0.0	
34	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	8.790	8.790	0.0	
35	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	7.280	7.280	0.0	
36	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	5.850	5.850	0.0	
37	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	7.810	7.810	0.0	
38	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	5.610	5.610	0.0	
39	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	4.640	4.640	0.0	
40	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	3.770	3.770	0.0	
41	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	3.120	3.120	0.0	
42	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	1.180	1.180	0.0	
43	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.740	-1.740	0.0	
44	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.250	-1.250	0.0	
45	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.030	-1.030	0.0	
46	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.840	-0.840	0.0	
47	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.690	-0.690	0.0	
48	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.560	-0.560	0.0	
49	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.550	-5.550	0.0	
50	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.000	-4.000	0.0	
51	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.300	-3.300	0.0	
52	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.680	-2.680	0.0	
53	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.220	-2.220	0.0	
54	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.780	-1.780	0.0	
55	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.450	
56	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.080	-36.080	-26.660	

57	- DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-16.560	-16.560	0.0	0.0
58	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.420	-14.420	0.0	0.0
59	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.420	-12.420	0.0	0.0
60	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.820	-9.820	0.0	0.0
61	DL	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.270	-7.270	0.0	0.0

3/D BEAM ELEMENT DATA

BEAM NUMBER	NODE -I	NODE -J	NODE -K	MATERIAL NUMBER	SECTION NUMBER	ELEMENT END LOADS				END CODES		BAND
						A	B	C	D	-I	-J	
1	59	65	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
2	50	66	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
3	51	67	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
4	52	68	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
5	53	69	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
6	54	70	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
7	55	71	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
8	56	72	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
9	57	73	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
10	58	74	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
11	59	75	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
12	60	76	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
13	61	77	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
14	62	78	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
15	63	79	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
16	64	80	193	1	1	0	0	0	0	0	0	102
17	65	81	177	1	1	0	0	0	0	0	0	102
18	66	82	178	1	1	-1	-25	0	0	0	0	102
19	67	83	179	1	1	-1	-31	0	0	0	0	102
20	68	84	180	1	1	-1	-37	0	0	0	0	102
21	69	85	181	1	1	-1	-43	0	0	0	0	102
22	70	86	182	1	1	-1	-49	0	0	0	0	102
23	71	87	183	1	1	-1	-49	0	0	0	0	102
24	72	88	184	1	1	-1	-43	0	0	0	0	102
25	73	89	185	1	1	-1	-37	0	0	0	0	102
26	74	90	186	1	1	-1	-31	0	0	0	0	102
27	75	91	187	1	1	-1	-25	0	0	0	0	102
28	76	92	188	1	1	-1	-19	0	0	0	0	102
29	77	93	189	1	1	-1	-13	0	0	0	0	102
30	78	94	190	1	1	-1	-7	0	0	0	0	102
31	79	95	191	1	1	-1	-1	0	0	0	0	102
32	80	96	192	1	1	-1	-13	0	0	0	0	102
33	81	97	177	1	1	-1	-19	0	0	0	0	102
34	82	98	178	1	1	-2	-26	0	0	0	0	102
35	83	99	179	1	1	-2	-32	0	0	0	0	102
36	84	100	180	1	1	-2	-38	0	0	0	0	102
37	85	101	181	1	1	-2	-44	0	0	0	0	102
38	86	102	182	1	1	-2	-50	0	0	0	0	102
39	87	103	183	1	1	-2	-50	0	0	0	0	102
40	88	104	184	1	1	-2	-44	0	0	0	0	102
41	89	105	185	1	1	-2	-38	0	0	0	0	102
42	90	106	186	1	1	-2	-32	0	0	0	0	102
43	91	107	187	1	1	-2	-26	0	0	0	0	102
44	92	108	188	1	1	-2	-20	0	0	0	0	102
45	93	109	189	1	1	-2	-14	0	0	0	0	102
46	94	110	190	1	1	-2	-8	0	0	0	0	102
47	95	111	191	1	1	-2	-2	0	0	0	0	102
48	96	112	192	1	1	-2	-14	0	0	0	0	102
49	97	113	177	1	1	-3	-20	0	0	0	0	102
50	98	114	178	1	1	-3	-27	0	0	0	0	102
51	99	115	179	1	1	-3	-33	0	0	0	0	102
52	100	116	180	1	1	-3	-39	0	0	0	0	102
53	101	117	181	1	1	-3	-45	0	0	0	0	102
54	102	118	182	1	1	-3	-51	0	0	0	0	102

55	103	119	183	1	0	-3	-45	0	0	0	0	0	102
56	104	120	184	1	0	-3	-39	0	0	0	0	0	102
57	105	121	185	1	2	-3	-33	0	0	0	0	0	102
58	106	122	186	1	2	-3	-27	0	0	0	0	0	102
59	107	123	187	1	2	-3	-21	0	0	0	0	0	102
60	108	124	188	1	2	-3	-15	0	0	0	0	0	102
61	109	125	189	1	2	-3	-9	0	0	0	0	0	102
62	110	126	190	1	2	-3	-9	0	0	0	0	0	102
63	111	127	191	1	2	-3	-15	0	0	0	0	0	102
64	112	128	192	1	2	-3	-21	0	0	0	0	0	102
65	113	129	177	1	3	-4	-28	0	0	0	0	0	102
66	114	130	178	1	3	-4	-34	0	0	0	0	0	102
67	115	131	179	1	3	-4	-40	0	0	0	0	0	102
68	116	132	180	1	3	-4	-46	0	0	0	0	0	102
69	117	133	181	1	3	-4	-52	0	0	0	0	0	102
70	118	134	182	1	3	-4	-52	0	0	0	0	0	102
71	119	135	183	1	3	-4	-46	0	0	0	0	0	102
72	120	136	184	1	3	-4	-40	0	0	0	0	0	102
73	121	137	185	1	3	-4	-34	0	0	0	0	0	102
74	122	138	186	1	3	-4	-28	0	0	0	0	0	102
75	123	139	187	1	3	-4	-22	0	0	0	0	0	102
76	124	140	188	1	3	-4	-16	0	0	0	0	0	102
77	125	141	189	1	3	-4	-10	0	0	0	0	0	102
78	126	142	190	1	3	-4	-10	0	0	0	0	0	102
79	127	143	191	1	3	-4	-16	0	0	0	0	0	102
80	128	144	192	1	3	-4	-22	0	0	0	0	0	102
81	129	145	177	1	4	-5	-29	0	0	0	0	0	102
82	130	146	178	1	4	-5	-35	0	0	0	0	0	102
83	131	147	179	1	4	-5	-41	0	0	0	0	0	102
84	132	148	180	1	4	-5	-47	0	0	0	0	0	102
85	133	149	181	1	4	-5	-53	0	0	0	0	0	102
86	134	150	182	1	4	-5	-53	0	0	0	0	0	102
87	135	151	183	1	4	-5	-47	0	0	0	0	0	102
88	136	152	184	1	4	-5	-41	0	0	0	0	0	102
89	137	153	185	1	4	-5	-35	0	0	0	0	0	102
90	138	154	186	1	4	-5	-29	0	0	0	0	0	102
91	139	155	187	1	4	-5	-23	0	0	0	0	0	102
92	140	156	188	1	4	-5	-17	0	0	0	0	0	102
93	141	157	189	1	4	-5	-11	0	0	0	0	0	102
94	142	158	190	1	4	-5	-11	0	0	0	0	0	102
95	143	159	191	1	4	-5	-17	0	0	0	0	0	102
96	144	160	192	1	4	-5	-23	0	0	0	0	0	102
97	145	161	177	1	5	-6	-30	0	0	0	0	111	102
98	146	162	178	1	5	-6	-36	0	0	0	0	111	102
99	147	163	179	1	5	-6	-42	0	0	0	0	111	102
100	148	164	180	1	5	-6	-48	0	0	0	0	111	102
101	149	165	181	1	5	-6	-54	0	0	0	0	111	102
102	150	166	182	1	5	-6	-54	0	0	0	0	111	102
103	151	167	183	1	5	-6	-48	0	0	0	0	111	102
104	152	168	184	1	5	-6	-42	0	0	0	0	111	102
105	153	169	185	1	5	-6	-36	0	0	0	0	111	102
106	154	170	186	1	5	-6	-30	0	0	0	0	111	102
107	155	171	187	1	5	-6	-24	0	0	0	0	111	102
108	156	172	188	1	5	-6	-18	0	0	0	0	111	102
109	157	173	189	1	5	-6	-12	0	0	0	0	111	102
110	158	174	190	1	5	-6	-12	0	0	0	0	111	102
111	159	175	191	1	5	-6	-18	0	0	0	0	111	102
112	160	176	192	1	5	-6	-24	0	0	0	0	111	102
113	161	192	193	1	6	-55	0	0	0	0	0	0	12
114	162	163	193	1	6	-55	0	0	0	0	0	0	12

175	111	112	191	1	8	0	0	-58	0	11	11	12
176	112	97	192	1	8	0	0	-58	0	11	11	96
177	113	114	177	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
178	114	115	178	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
179	115	116	179	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
180	116	117	180	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
181	117	118	181	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
182	118	119	182	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
183	119	120	183	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
184	120	121	184	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
185	121	122	185	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
186	122	123	186	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
187	123	124	187	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
188	124	125	188	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
189	125	126	189	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
190	126	127	190	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
191	127	128	191	1	8	0	0	-59	0	11	11	12
192	128	113	192	1	8	0	0	-59	0	11	11	96
193	129	130	177	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
194	130	131	178	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
195	131	132	179	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
196	132	133	180	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
197	133	134	181	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
198	134	135	182	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
199	135	136	183	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
200	136	137	184	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
201	137	138	185	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
202	138	139	186	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
203	139	140	187	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
204	140	141	188	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
205	141	142	189	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
206	142	143	190	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
207	143	144	191	1	9	0	0	-60	0	11	11	12
208	144	129	192	1	9	0	0	-60	0	11	11	96
209	145	146	177	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
210	146	147	178	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
211	147	148	179	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
212	148	149	180	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
213	149	150	181	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
214	150	151	182	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
215	151	152	183	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
216	152	153	184	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
217	153	154	185	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
218	154	155	186	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
219	155	156	187	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
220	156	157	188	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
221	157	158	189	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
222	158	159	190	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
223	159	160	191	1	10	0	0	-61	0	11	11	12
224	160	145	192	1	10	0	0	-61	0	11	11	96

BOUNDARY ELEMENTS

ELEMENT TYPE = 7
 NUMBER OF ELEMENTS = 48

ELEMENT LOAD CASE MULTIPLIERS

CASE(A) CASE(B) CASE(C) CASE(D)
 0.0 0.0 0.0 0.0

ELEMENT NUMBER	NODE (N)	NODES DEFINING (NI)	CONSTRAINT (NJ)	DIRECTION (NK)	CONSTR (NL)	CODE KD	CODE KR	GENERATION CODE (KN)	SPECIFIED DISPLACEMENT	SPECIFIED ROTATION	SPRING RATE
1	49	1	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
2	49	17	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
3	49	33	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
4	50	2	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
5	50	18	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
6	50	34	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
7	51	3	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
8	51	19	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
9	51	35	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
10	52	4	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
11	52	20	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
12	52	36	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
13	53	5	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
14	53	21	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
15	53	37	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
16	54	6	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
17	54	22	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
18	54	38	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
19	55	7	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
20	55	23	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
21	55	39	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
22	56	8	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
23	56	24	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
24	56	40	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
25	57	9	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
26	57	25	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
27	57	41	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
28	58	10	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
29	58	26	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
30	58	42	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
31	59	11	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
32	59	27	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
33	59	43	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
34	60	12	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
35	60	28	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
36	60	44	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
37	61	13	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
38	61	29	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
39	61	45	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
40	62	14	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
41	62	30	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
42	62	46	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11

43	63	15	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
44	63	31	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
45	63	47	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
46	64	16	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
47	64	32	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11
48	64	48	0	0	0	1	1	0	0.0	0.0	0.1000D 11

REQUIRED BLANK COMMON FOR THIS STEP= 6388

NO DAL LOADS (STATIC) OR MASSES (DYNAMIC)

NODE NUMBER	LOAD CASE	X-AXIS FORCE	Y-AXIS FORCE	Z-AXIS FORCE	X-AXIS MOMENT	Y-AXIS MOMENT	Z-AXIS MOMENT
65	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
66	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
67	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
75	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
76	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
77	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
78	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
79	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	3	2.35000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
81	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
82	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
83	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
84	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
85	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
86	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
88	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
89	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
91	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
93	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
95	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	3	4.07000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
98	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
99	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
101	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
102	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
103	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
104	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
105	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
106	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
107	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
108	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
109	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
111	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
112	3	3.58000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
113	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
114	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
115	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
116	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
117	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
118	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

119	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
120	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
121	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
122	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
123	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
124	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
125	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
126	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
127	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
128	3	3.38000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
129	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
130	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
131	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
132	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
133	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
134	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
135	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
136	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
137	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
138	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
139	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
140	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
141	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
142	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
143	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
144	3	3.19000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
145	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
146	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
147	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
148	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
149	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
150	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
151	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
152	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
153	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
154	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
155	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
156	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
157	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
158	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
159	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
160	3	2.98000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
162	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
164	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
165	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
166	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
167	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
169	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
170	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
171	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
173	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
174	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
176	3	1.46000D 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ALL EQUATIONS HAVE STIFFNESS ATTACHED

STRUCTURE LOAD CASE	ELEMENT		LOAD	MULTIPLIERS	
	A	B	C	D	
1	1.000	0.0	0.864	0.0	
2	1.000	0.0	1.000	0.0	
3	1.000	0.0	0.932	0.0	
4	1.000	1.000	0.864	0.0	

STIFFNESS MATRIX PARAMETERS

MINIMUM NON-ZERO DIAGONAL ELEMENT = 2.031D 05
 MAXIMUM DIAGONAL ELEMENT = 1.205D 10
 MAXIMUM/MINIMUM = 5.931D 04
 AVERAGE DIAGONAL ELEMENT = 1.894D 09
 DENSITY OF THE MATRIX = 9.8 PCT.

REQUIRED BLANK COMMON FOR THIS STEP= 5459

ANEXO No. 5

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL

(PROGRAMA SAP V-2)

STATIC ANALYSIS

LOAD CASE 2

DISPLACEMENTS/ROTATIONS OF UNRESTRAINED NODES

NODE NUMBER	X-TRANSLATION	Y-TRANSLATION	Z-TRANSLATION	X-ROTATION	Y-ROTATION	Z-ROTATION
49	-3.05006D-11	-5.31499D-06	8.12435D-07	2.40230D-04	2.21347D-14	-8.98343D-09
50	3.10877D-07	-5.31499D-06	7.50604D-07	2.21347D-14	-9.19404D-05	-2.21947D-04
51	5.74457D-07	-5.31499D-06	5.74500D-07	1.69862D-04	2.21347D-14	-1.69875D-04
52	7.50581D-07	-5.31499D-06	3.10934D-07	9.19238D-05	2.21347D-14	-2.21947D-04
53	8.12435D-07	-5.31499D-06	3.05006D-11	-8.98343D-09	2.21347D-14	-2.40230D-04
54	7.50604D-07	-5.31499D-06	-3.10877D-07	-9.19404D-05	2.21347D-14	-2.21947D-04
55	5.74500D-07	-5.31499D-06	-5.74457D-07	-1.69875D-04	2.21347D-14	-1.69862D-04
56	3.10934D-07	-5.31499D-06	-7.50581D-07	-2.21947D-04	2.21347D-14	-9.19238D-05
57	3.05006D-11	-5.31499D-06	-8.12435D-07	-2.40230D-04	2.21347D-14	8.98343D-09
58	-3.10877D-07	-5.31499D-06	-7.50604D-07	-2.21947D-04	2.21347D-14	9.19404D-05
59	-5.74457D-07	-5.31499D-06	-5.74500D-07	-1.69862D-04	2.21347D-14	1.69875D-04
60	-7.50581D-07	-5.31499D-06	-3.10934D-07	-9.19238D-05	2.21347D-14	2.21947D-04
61	-8.12435D-07	-5.31499D-06	-3.05006D-11	8.98343D-09	2.21347D-14	2.40230D-04
62	-7.50604D-07	-5.31499D-06	3.10877D-07	9.19404D-05	2.21347D-14	2.21947D-04
63	-5.74500D-07	-5.31499D-06	5.74457D-07	1.69875D-04	2.21347D-14	1.69862D-04
64	-3.10934D-07	-5.31499D-06	7.50581D-07	2.21947D-04	2.21347D-14	9.19238D-05
65	4.05860D-06	-1.09264D-01	3.76813D-01	-1.73005D-03	1.86952D-09	-4.10227D-10
66	1.44204D-01	-1.09264D-01	3.48128D-01	-1.59835D-03	1.86952D-09	6.62060D-04
67	2.66450D-01	-1.09264D-01	2.66444D-01	-1.22333D-03	1.86952D-09	1.22333D-03
68	3.48131D-01	-1.09264D-01	1.44196D-01	-6.62060D-04	1.86952D-09	1.59835D-03
69	3.76813D-01	-1.09264D-01	-4.05860D-06	-4.10227D-10	1.86952D-09	1.73005D-03
70	3.48128D-01	-1.09264D-01	-1.44204D-01	6.62060D-04	1.86952D-09	1.59835D-03
71	2.66444D-01	-1.09264D-01	-2.66450D-01	1.22333D-03	1.86952D-09	1.22333D-03
72	1.44196D-01	-1.09264D-01	-3.48131D-01	1.59835D-03	1.86952D-09	6.62060D-04
73	-4.05860D-06	-1.09264D-01	-3.76813D-01	-1.73005D-03	1.86952D-09	4.10227D-10
74	-1.44204D-01	-1.09264D-01	-3.48128D-01	1.59835D-03	1.86952D-09	-6.62060D-04
75	-2.66450D-01	-1.09264D-01	-2.66444D-01	1.22333D-03	1.86952D-09	-1.22333D-03
76	-3.48131D-01	-1.09264D-01	-1.44196D-01	-6.62060D-04	1.86952D-09	-1.59835D-03
77	-3.76813D-01	-1.09264D-01	4.05860D-06	-4.10227D-10	1.86952D-09	-1.73005D-03
78	-3.48128D-01	-1.09264D-01	1.44204D-01	6.62060D-04	1.86952D-09	-1.59835D-03
79	-2.66444D-01	-1.09264D-01	2.66450D-01	-1.22333D-03	1.86952D-09	-1.22333D-03
80	-1.44196D-01	-1.09264D-01	3.48131D-01	-1.59835D-03	1.86952D-09	-6.62060D-04
81	3.42586D-06	-1.33564D 00	3.76946D-02	-2.91833D-03	1.85007D-09	-3.46261D-10
82	1.44283D-02	-1.33564D 00	3.48240D-02	-2.69618D-03	1.85007D-09	1.11680D-03
83	2.66565D-02	-1.33564D 00	2.66517D-02	-2.06357D-03	1.85007D-09	2.06357D-03
84	3.48264D-02	-1.33564D 00	1.44219D-02	-1.11680D-03	1.85007D-09	2.69618D-03
85	3.76946D-02	-1.33564D 00	-3.42586D-06	-3.46262D-10	1.85007D-09	2.91833D-03
86	3.48240D-02	-1.33564D 00	-1.44283D-02	1.11680D-03	1.85007D-09	2.69618D-03
87	2.66517D-02	-1.33564D 00	-2.66565D-02	2.06357D-03	1.85007D-09	2.06357D-03
88	1.44219D-02	-1.33564D 00	-3.48264D-02	2.69618D-03	1.85007D-09	1.11680D-03
89	-3.42586D-06	-1.33564D 00	-3.76946D-02	2.91833D-03	1.85007D-09	3.46261D-10
90	-1.44283D-02	-1.33564D 00	-3.48240D-02	2.69618D-03	1.85007D-09	-1.11680D-03
91	-2.66565D-02	-1.33564D 00	-2.66517D-02	2.06357D-03	1.85007D-09	-2.06357D-03
92	-3.48264D-02	-1.33564D 00	-1.44219D-02	1.11680D-03	1.85007D-09	-2.69618D-03
93	-3.76946D-02	-1.33564D 00	3.42586D-06	3.46262D-10	1.85007D-09	-2.91833D-03
94	-3.48240D-02	-1.33564D 00	1.44283D-02	-1.11680D-03	1.85007D-09	-2.69618D-03
95	-2.66517D-02	-1.33564D 00	2.66565D-02	-2.06357D-03	1.85007D-09	-2.06357D-03
96	-1.44219D-02	-1.33564D 00	3.48264D-02	2.69618D-03	1.85007D-09	-1.11680D-03
97	2.95082D-06	-1.87603D 00	-2.35613D-01	-7.98564D-04	1.82761D-09	-3.07192D-10
98	-9.01624D-02	-1.87603D 00	-2.17679D-01	-7.37777D-04	1.82761D-09	3.05597D-04
99	-1.66605D-01	-1.87603D 00	-1.66605D-01	-5.64670D-04	1.82761D-09	5.64670D-04
100	-2.17677D-01	-1.87603D 00	-9.01678D-02	-3.05598D-04	1.82761D-09	7.37777D-04

101	-2.35613D-01	-1.87603D 00	-2.95082D-06	-3.07194D-10	1.82761D-09	7.98564D-06
102	-2.17679D-01	-1.87603D 00	9.01624D-02	3.05597D-04	1.82760D-09	7.37777D-04
103	-1.66605D-01	-1.87603D 00	1.66601D-01	5.64670D-04	1.82761D-09	5.64670D-04
104	-9.01678D-02	-1.87603D 00	2.17677D-01	7.37777D-04	1.82761D-09	3.05598D-04
105	-2.95082D-06	-1.87603D 00	2.35613D-01	7.98564D-04	1.82761D-09	3.07196D-10
106	9.01624D-02	-1.87603D 00	2.17679D-01	7.37777D-04	1.82761D-09	-3.05597D-04
107	1.66601D-01	-1.87603D 00	1.66603D-01	5.64670D-04	1.82761D-09	-5.64670D-04
108	2.17677D-01	-1.87603D 00	9.01678D-02	3.05598D-04	1.82761D-09	-7.37777D-04
109	2.35613D-01	-1.87603D 00	2.95082D-06	3.07194D-10	1.82761D-09	-7.98564D-04
110	2.17679D-01	-1.87603D 00	-9.01624D-02	-3.05597D-04	1.82760D-09	-7.37777D-04
111	1.66605D-01	-1.87603D 00	-1.66601D-01	-5.64670D-04	1.82761D-09	-5.64670D-04
112	9.01678D-02	-1.87603D 00	-2.17677D-01	-7.37777D-04	1.82761D-09	-3.05598D-04
113	2.95082D-06	-1.87999D 00	-2.12808D-01	3.58434D-04	1.80700D-09	-2.82479D-10
114	-8.14356D-02	-1.87999D 00	-1.96610D-01	3.31150D-04	1.80700D-09	-1.37167D-04
115	-1.50476D-01	-1.87999D 00	1.50476D-01	2.53451D-04	1.80700D-09	-2.53451D-04
116	-1.96608D-01	-1.87999D 00	-8.14403D-02	1.37166D-04	1.80701D-09	-3.31150D-04
117	-2.12808D-01	-1.87999D 00	-2.55101D-06	-2.82480D-10	1.80700D-09	-3.58434D-04
118	-1.96610D-01	-1.87999D 00	8.14356D-02	-1.37167D-04	1.80700D-09	-3.31150D-04
119	-1.50476D-01	-1.87999D 00	1.50476D-01	-2.53451D-04	1.80700D-09	-2.53451D-04
120	-8.14403D-02	-1.87999D 00	1.96608D-01	-3.31150D-04	1.80700D-09	-1.37166D-04
121	-2.55102D-06	-1.87999D 00	2.12808D-01	-3.58434D-04	1.80700D-09	-2.82482D-10
122	8.14356D-02	-1.87999D 00	1.96610D-01	-3.31150D-04	1.80700D-09	1.37167D-04
123	1.50476D-01	-1.87999D 00	1.50476D-01	-2.53451D-04	1.80700D-09	2.53451D-04
124	1.96608D-01	-1.87999D 00	8.14403D-02	-1.37166D-04	1.80701D-09	3.31150D-04
125	2.12808D-01	-1.87999D 00	2.55102D-06	2.82480D-10	1.80700D-09	3.58434D-04
126	1.96610D-01	-1.87999D 00	-8.14356D-02	1.37167D-04	1.80700D-09	3.31150D-04
127	1.50476D-01	-1.87999D 00	-1.50476D-01	2.53451D-04	1.80700D-09	2.53451D-04
128	8.14403D-02	-1.87999D 00	-1.96608D-01	3.31150D-04	1.80701D-09	1.37166D-04
129	2.42514D-06	-1.78461D 00	-8.48017D-02	4.13586D-04	1.79206D-09	-2.70229D-10
130	-3.24501D-02	-1.78461D 00	-7.83474D-02	3.82104D-04	1.79205D-09	-1.58273D-04
131	-5.99623D-02	-1.78461D 00	-5.99654D-02	2.92449D-04	1.79205D-09	-2.92449D-04
132	-7.83457D-02	-1.78461D 00	-3.24543D-02	1.58272D-04	1.79206D-09	-3.82104D-04
133	-8.48017D-02	-1.78461D 00	-2.24514D-06	-2.70232D-10	1.79206D-09	-4.13586D-04
134	-7.83474D-02	-1.78461D 00	3.24501D-02	-1.58273D-04	1.79206D-09	-3.82104D-04
135	-5.99654D-02	-1.78461D 00	5.99623D-02	-2.92450D-04	1.79206D-09	-2.92449D-04
136	-3.24543D-02	-1.78461D 00	7.83457D-02	-3.82104D-04	1.79206D-09	-1.58272D-04
137	-2.24514D-06	-1.78461D 00	8.48017D-02	-4.13586D-04	1.79206D-09	-2.70234D-10
138	3.24501D-02	-1.78461D 00	7.83474D-02	-3.82104D-04	1.79206D-09	1.58273D-04
139	5.99623D-02	-1.78461D 00	5.99654D-02	-2.92449D-04	1.79205D-09	2.92450D-04
140	7.83457D-02	-1.78461D 00	3.24543D-02	-1.58272D-04	1.79206D-09	3.82104D-04
141	8.48017D-02	-1.78461D 00	2.24514D-06	2.70232D-10	1.79206D-09	4.13586D-04
142	7.83474D-02	-1.78461D 00	-3.24501D-02	1.58273D-04	1.79206D-09	3.82104D-04
143	5.99654D-02	-1.78461D 00	-5.99623D-02	2.92450D-04	1.79206D-09	2.92449D-04
144	3.24543D-02	-1.78461D 00	-7.83457D-02	3.82104D-04	1.79206D-09	1.58272D-04
145	2.03439D-06	-1.74994D 00	-1.89923D-02	1.16241D-04	1.77727D-09	-2.61917D-10
146	-7.26615D-03	-1.74994D 00	-1.75474D-02	1.07393D-04	1.77726D-09	-4.44839D-05
147	-1.34281D-02	-1.74994D 00	-1.34310D-02	8.21949D-05	1.77726D-09	-8.21952D-05
148	-1.75458D-02	-1.74994D 00	-7.26991D-03	4.44834D-05	1.77727D-09	-1.07393D-04
149	-1.89923D-02	-1.74994D 00	-2.03439D-06	-2.61919D-10	1.77727D-09	-1.16241D-04
150	-1.75474D-02	-1.74994D 00	7.26615D-03	-4.44839D-05	1.77727D-09	-1.07393D-04
151	-1.34310D-02	-1.74994D 00	1.34281D-02	-8.21952D-05	1.77727D-09	-8.21949D-05
152	-7.26991D-03	-1.74994D 00	1.75458D-02	-1.07393D-04	1.77727D-09	-4.44834D-05
153	-2.03440D-06	-1.74994D 00	1.89923D-02	-1.16241D-04	1.77727D-09	-2.61921D-10
154	7.26615D-03	-1.74994D 00	1.75474D-02	-1.07393D-04	1.77726D-09	4.44839D-05
155	1.34281D-02	-1.74994D 00	1.34310D-02	-8.21949D-05	1.77726D-09	8.21952D-05
156	1.75458D-02	-1.74994D 00	7.26991D-03	4.44834D-05	1.77727D-09	1.07393D-04
157	1.89923D-02	-1.74994D 00	2.03440D-06	2.61919D-10	1.77727D-09	1.16241D-04
158	1.75474D-02	-1.74994D 00	-7.26615D-03	4.44839D-05	1.77727D-09	1.07393D-04
159	1.34310D-02	-1.74994D 00	-1.34281D-02	8.21952D-05	1.77727D-09	8.21949D-05
160	7.26991D-03	-1.74994D 00	-1.75458D-02	1.07393D-04	1.77727D-09	4.44834D-05

161	1.92409D-06	-1.74344D 00	8.22935D-04	-4.07206D-05	4.05072D-09	-3.63251D-15
162	5.16701D-04	-1.74344D 00	7.59557D-04	-3.76210D-05	4.05072D-09	1.55831D-05
163	5.83264D-04	-1.74344D 00	5.80543D-04	-2.87938D-05	4.05072D-09	2.87938D-05
164	7.61029D-04	-1.74344D 00	3.13146D-04	-1.55831D-05	4.05072D-09	3.76210D-05
165	8.22935D-04	-1.74344D 00	-1.92409D-06	-8.94122E-16	4.05073D-09	4.07206D-05
166	7.59557D-04	-1.74344D 00	-3.16701D-04	1.55831D-05	4.05073D-09	3.76210D-05
167	5.80543D-04	-1.74344D 00	-5.83264D-04	2.87938D-05	4.05073D-09	2.87938D-05
168	3.13146D-04	-1.74344D 00	-7.61029D-04	3.76210D-05	4.05073D-09	1.55831D-05
169	-1.92410D-06	-1.74344D 00	-8.22935D-04	4.07206D-05	4.05072D-09	-4.74589D-15
170	-3.16701D-04	-1.74344D 00	-7.59557D-04	3.76210D-05	4.05072D-09	-1.55831D-05
171	-5.83264D-04	-1.74344D 00	-5.80543D-04	2.87938D-05	4.05072D-09	-2.87938D-05
172	-7.61029D-04	-1.74344D 00	-3.13146D-04	1.55831D-05	4.05072D-09	-3.76210D-05
173	-8.22935D-04	-1.74344D 00	1.92409D-06	1.79726D-15	4.05073D-09	-4.07206D-05
174	-7.59557D-04	-1.74344D 00	3.16701D-04	-1.55831D-05	4.05073D-09	-3.76210D-05
175	-5.80543D-04	-1.74344D 00	5.83264D-04	-2.87938D-05	4.05073D-09	-2.87938D-05
176	-3.13146D-04	-1.74344D 00	7.61029D-04	-3.76210D-05	4.05073D-09	-1.55831D-05

BEAM ELEMENT FORCES AND MOMENTS

BEAM NO.	LOAD NO.	AXIAL R1	SHEAR R2	SHEAR R3	TORSION M1	BENDING M2	BENDING M3	P/A+M2/S2	P/A-M2/S2	P/A+M3/S3	P/A-M3/S3
1	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.041D-07 1.041D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	-2.308D 02 -2.308D 02	-2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
1	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.192D-07 1.192D-07	2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
1	3	4.968D 04 -4.968D 04	7.609D 03 -7.609D 03	1.696D 03 -1.696D 03	1.000D 02 -1.000D 02	-7.636D 05 -7.021D 05	2.250D 06 4.325D 06	-6.523D 02 -1.076D 03	1.149D 03 5.798D 02	6.821D 02 5.859D 02	-1.858D 02 -1.082D 03
1	4	2.926D 04 -2.926D 04	8.966D 03 -8.966D 03	1.997D 03 -1.997D 03	2.220D 02 -2.220D 02	-8.929D 05 -8.331D 05	7.891D 06 -1.425D 05	-9.068D 02 -1.129D 03	1.199D 03 8.363D 02	1.668D 03 -1.736D 02	-1.375D 03 -1.187D 02
2	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.040D-07 1.040D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	-2.308D 02 -2.308D 02	-2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
2	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.190D-07 1.190D-07	2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
2	3	4.986D 04 -4.986D 04	8.568D 03 -8.568D 03	1.567D 03 -1.567D 03	9.243D 01 -9.243D 01	-7.055D 05 -6.487D 05	3.820D 06 3.585D 06	-5.829D 02 -1.014D 03	1.081D 03 5.159D 02	9.856D 02 4.422D 02	-6.875D 02 -9.403D 02
2	4	3.092D 04 -3.092D 04	8.919D 03 -8.919D 03	7.652D 02 -7.652D 02	-2.093D 02 2.093D 02	-3.632D 05 -2.981D 05	8.281D 06 -5.733D 05	-2.738D 02 -5.060D 02	1.928D 02 1.970D 02	1.751D 03 -2.650D 02	-1.442D 03 -4.392D 03
3	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.039D-07 1.039D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	-2.308D 02 -2.308D 02	-2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
3	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.190D-07 1.190D-07	2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
3	3	5.001D 04 -5.001D 04	9.381D 03 -9.381D 03	1.199D 03 -1.199D 03	7.074D 01 -7.074D 01	-5.399D 05 -4.965D 05	5.150D 06 2.957D 06	-3.869D 02 -8.353D 02	8.866D 02 3.356D 02	1.243D 03 3.204D 02	-7.432D 02 -8.200D 02
3	4	3.922D 04 -3.922D 04	7.552D 03 -7.552D 03	-1.497D 02 1.497D 02	-3.972D 02 3.972D 02	5.973D 04 8.967D 04	5.293D 06 1.233D 06	-2.428D 02 -9.017D 01	1.491D 02 -3.016D 02	1.216D 03 4.189D 01	-8.246D 02 -4.337D 02
4	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.040D-07 1.040D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	-2.308D 02 -2.308D 02	-2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
4	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.191D-07 1.191D-07	2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
4	3	5.011D 04 -5.011D 04	9.925D 03 -9.925D 03	6.491D 02 -6.491D 02	3.828D 01 -3.828D 01	-2.922D 05 -2.687D 05	6.039D 06 2.538D 06	-9.425D 01 -5.672D 02	5.949D 02 6.651D 01	1.415D 03 2.390D 02	-9.141D 02 -7.396D 02
4	4	4.729D 04 -4.729D 04	5.851D 03 -5.851D 03	-4.012D 02 4.012D 02	-2.898D 02 2.898D 02	1.624D 05 1.844D 05	1.854D 06 3.203D 06	4.277D 02 -1.881D 01	4.479D 01 -4.537D 02	5.937D 02 3.813D 02	-1.212D 02 -8.538D 02

220

5	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.041D-07 1.041D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	2.308D 02 -2.308D 02	2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
5	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.192D-07 1.192D-07	-2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
5	3	5.015D 04 -5.015D 04	1.012D 04 -1.012D 04	-4.111D-03 4.111D-03	-3.083D-04 3.083D-04	2.782D 00 7.712D-01	6.351D 06 2.390D 06	2.505D 02 -2.505D 02	2.505D 02 -2.505D 02	1.475D 03 2.104D 02	-9.741D 02 -7.114D 02
5	4	5.106D 04 -5.106D 04	4.802D 03 -4.802D 03	-1.813D 02 1.813D 02	-9.186D 01 9.186D 01	7.626D 04 8.040D 04	-8.915D 03 4.158D 06	3.450D 02 -1.602D 02	1.651D 02 -3.499D 02	2.533D 02 5.468D 02	2.568D 02 -1.057D 03
6	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.042D-07 1.042D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	2.308D 02 -2.308D 02	2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
6	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.193D-07 1.193D-07	-2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
6	3	5.011D 04 -5.011D 04	9.925D 03 -9.925D 03	-6.491D 02 6.491D 02	-3.828D 01 3.828D 01	2.922D 05 2.687D 05	6.039D 06 2.538D 06	5.949D 02 -6.652D 01	-9.426D 01 -5.672D 02	1.415D 03 2.390D 02	-9.141D 02 -7.396D 02
6	4	5.106D 04 -5.106D 04	4.802D 03 -4.802D 03	1.813D 02 -1.813D 02	9.186D 01 -9.186D 01	-7.626D 04 -8.040D 04	-8.915D 03 4.158D 06	1.651D 02 -3.499D 02	3.450D 02 -1.602D 02	2.533D 02 5.468D 02	2.568D 02 -1.057D 03
7	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.043D-07 1.043D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	2.308D 02 -2.308D 02	2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
7	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.194D-07 1.194D-07	-2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
7	3	5.001D 04 -5.001D 04	9.381D 03 -9.381D 03	-1.199D 03 1.199D 03	7.074D 01 7.074D 01	5.399D 05 4.965D 05	5.150D 06 2.957D 06	8.866D 02 3.356D 02	-3.869D 02 -8.353D 02	1.243D 03 3.204D 02	-7.432D 02 -8.200D 02
7	4	4.729D 04 -4.729D 04	5.851D 03 -5.851D 03	4.012D 02 -4.012D 02	2.898D 02 -2.898D 02	-1.624D 05 -1.844D 05	1.854D 06 3.203D 06	4.479D 01 -4.537D 02	4.277D 02 -1.681D 01	5.937D 02 3.813D 02	-1.212D 02 -8.538D 02
8	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.042D-07 1.042D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	2.308D 02 -2.308D 02	2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
8	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.192D-07 1.192D-07	-2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
8	3	4.986D 04 -4.986D 04	8.568D 03 -8.568D 03	-1.567D 03 1.567D 03	-9.243D 01 9.243D 01	7.055D 05 6.487D 05	3.820D 06 3.585D 06	1.081D 03 5.159D 02	-5.829D 02 -1.014D 03	9.856D 02 4.422D 02	-4.875D 02 -9.403D 02
8	4	3.922D 04 -3.922D 04	7.552D 03 -7.552D 03	1.497D 02 -1.497D 02	3.972D 02 -3.972D 02	-3.973D 04 -8.966D 04	5.293D 06 1.233D 06	1.491D 02 -3.016D 02	2.428D 02 -9.017D 01	1.216D 03 4.189D 01	-8.246D 02 -4.337D 02
9	1	4.620D 04	7.095D 03	-1.039D-07	-1.934D-04	3.088D-01	2.099D 06	2.308D 02	2.308D 02	6.355D 02	-1.739D 02

		-4.620D 04	-7.095D 03	1.039D-07	1.934D-04	-3.087D-01	4.032D 06	-2.308D 02	-2.308D 02	5.467D 02	-1.008D 03
9	2	5.315D 04	8.124D 03	-1.189D-07	-2.213D-04	3.535D-01	2.402D 06	2.655D 02	2.655D 02	7.287D 02	-1.977D 02
		-5.315D 04	-8.124D 03	1.189D-07	2.213D-04	-3.534D-01	4.618D 06	-2.655D 02	-2.655D 02	6.250D 02	-1.156D 03
9	3	4.968D 04	7.609D 03	-1.696D 03	-1.000D 02	7.638D 05	2.250D 06	1.149D 03	-6.523D 02	6.821D 02	-1.858D 02
		-4.968D 04	-7.609D 03	1.696D 03	1.000D 02	7.021D 05	4.325D 06	5.798D 02	-1.076D 03	5.859D 02	-1.082D 03
9	4	3.092D 04	8.919D 03	-7.652D 02	2.093D 02	3.632D 05	8.281D 06	5.828D 02	-2.738D 02	1.751D 03	-1.442D 03
		-3.092D 04	-8.919D 03	7.652D 02	-2.093D 02	2.981D 05	-5.733D 05	1.970D 02	-5.060D 02	-2.650D 02	-4.392D 01
	1	4.620D 04	7.095D 03	-1.037D-07	-1.934D-04	3.088D-01	2.099D 06	2.308D 02	2.308D 02	6.355D 02	-1.739D 02
		-4.620D 04	-7.095D 03	1.037D-07	1.934D-04	-3.087D-01	4.032D 06	-2.308D 02	-2.308D 02	5.467D 02	-1.008D 03
10	2	5.315D 04	8.124D 03	-1.187D-07	-2.213D-04	3.535D-01	2.402D 06	2.655D 02	2.655D 02	7.287D 02	-1.977D 02
		-5.315D 04	-8.124D 03	1.187D-07	2.213D-04	-3.534D-01	4.618D 06	-2.655D 02	-2.655D 02	6.250D 02	-1.156D 03
10	3	4.950D 04	6.651D 03	-1.567D 03	-9.243D 01	7.055D 05	6.812D 05	1.079D 03	-5.847D 02	3.786D 02	1.159D 02
		-4.950D 04	-6.651D 03	1.567D 03	9.243D 01	6.487D 05	5.066D 06	5.177D 02	-1.012D 03	7.296D 02	-1.224D 03
10	4	2.926D 04	8.966D 03	-1.997D 03	-2.220D 02	8.929D 05	7.891D 06	1.199D 03	-9.068D 02	1.668D 03	-1.375D 03
		-2.926D 04	-8.966D 03	1.997D 03	2.220D 02	8.331D 05	-1.425D 05	8.363D 02	-1.129D 03	-1.736D 02	-1.187D 02
11	1	4.620D 04	7.095D 03	-1.036D-07	-1.934D-04	3.088D-01	2.099D 06	2.308D 02	2.308D 02	6.355D 02	-1.739D 02
		-4.620D 04	-7.095D 03	1.036D-07	1.934D-04	-3.087D-01	4.032D 06	-2.308D 02	-2.308D 02	5.467D 02	-1.008D 03
11	2	5.315D 04	8.124D 03	-1.186D-07	-2.213D-04	3.535D-01	2.402D 06	2.655D 02	2.655D 02	7.287D 02	-1.977D 02
		-5.315D 04	-8.124D 03	1.186D-07	2.213D-04	-3.534D-01	4.618D 06	-2.655D 02	-2.655D 02	6.250D 02	-1.156D 03
11	3	4.934D 04	5.838D 03	-1.199D 03	-7.074D 01	5.399D 05	-6.491D 05	8.832D 02	-3.902D 02	1.213D 02	3.717D 02
		-4.934D 04	-5.838D 03	1.199D 03	7.074D 01	4.965D 05	5.694D 06	3.390D 02	-8.320D 02	8.514D 02	-1.344D 03
11	4	3.767D 04	7.231D 03	-2.775D 03	-6.058D 02	1.219D 06	3.224D 06	1.626D 03	-1.249D 03	8.098D 02	-4.334D 02
		-3.767D 04	-7.231D 03	2.775D 03	6.058D 02	1.179D 06	3.025D 06	1.202D 03	-1.579D 03	3.950D 02	-7.714D 02
12	1	4.620D 04	7.095D 03	-1.037D-07	-1.934D-04	3.088D-01	2.099D 06	2.308D 02	2.308D 02	6.355D 02	-1.739D 02
		-4.620D 04	-7.095D 03	1.037D-07	1.934D-04	-3.087D-01	4.032D 06	-2.308D 02	-2.308D 02	5.467D 02	-1.008D 03
12	2	5.315D 04	8.124D 03	-1.187D-07	-2.213D-04	3.535D-01	2.402D 06	2.655D 02	2.655D 02	7.287D 02	-1.977D 02
		-5.315D 04	-8.124D 03	1.187D-07	2.213D-04	-3.534D-01	4.618D 06	-2.655D 02	-2.655D 02	6.250D 02	-1.156D 03
12	3	4.924D 04	5.294D 03	-6.491D 02	-3.828D 01	2.922D 05	-1.538D 06	5.906D 02	-9.861D 01	-5.059D 01	5.426D 02
		-4.924D 04	-5.294D 03	6.491D 02	3.828D 01	2.687D 05	6.113D 06	7.087D 01	-5.628D 02	9.328D 02	-1.425D 03
12	4	5.090D 04	4.763D 03	-2.406D 03	-5.966D 02	1.052D 06	-3.510D 06	1.495D 03	-9.861D 02	-4.225D 02	9.311D 02
		-5.090D 04	-4.763D 03	2.406D 03	5.966D 02	1.027D 06	7.626D 06	9.571D 02	-1.466D 03	1.216D 03	-1.725D 03
13	1	4.620D 04	7.095D 03	-1.040D-07	-1.934D-04	3.088D-01	2.099D 06	2.308D 02	2.308D 02	6.355D 02	-1.739D 02
		-4.620D 04	-7.095D 03	1.040D-07	1.934D-04	-3.087D-01	4.032D 06	-2.308D 02	-2.308D 02	5.467D 02	-1.008D 03
13	2	5.315D 04	8.124D 03	-1.190D-07	-2.213D-04	3.535D-01	2.402D 06	2.655D 02	2.655D 02	7.287D 02	-1.977D 02
		-5.315D 04	-8.124D 03	1.190D-07	2.213D-04	-3.534D-01	4.618D 06	-2.655D 02	-2.655D 02	6.250D 02	-1.156D 03

1
2
3

13	3	4.920D 04 -4.920D 04	5.104D 03 -5.104D 03	4.111D-03 -4.111D-03	-1.064D-04 1.064D-04	-2.119D 00 -1.433D 00	-1.850D 06 6.260D 06	2.458D 02 -2.458D 02	2.458D 02 -2.458D 02	-1.110D 02 9.614D 02	6.026D 02 -1.453D 03
13	4	5.981D 04 -5.981D 04	2.888D 03 -2.888D 03	-9.331D 02 9.331D 02	-2.227D 02 2.227D 02	4.090D 05 3.973D 05	-7.903D 06 1.040D 07	7.811D 02 1.698D 02	-1.835D 02 -7.674D 02	-1.225D 03 1.706D 03	1.823D 03 -2.304D 03
14	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.043D-07 1.043D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	2.308D 02 -2.308D 02	2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
14	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.193D-07 1.193D-07	-2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
14	3	4.924D 04 -4.924D 04	5.294D 03 -5.294D 03	6.491D 02 -6.491D 02	3.828D 01 -3.828D 01	-2.922D 05 -2.687D 05	-1.538D 06 6.113D 06	-9.862D 01 -5.628D 02	5.906D 02 7.088D 01	5.059D 01 9.328D 02	5.426D 02 -1.425D 03
14	4	5.981D 04 -5.981D 04	2.888D 03 -2.888D 03	9.331D 02 -9.331D 02	2.227D 02 -2.227D 02	-4.090D 05 -3.974D 05	-7.903D 06 1.040D 07	-1.835D 02 -7.674D 02	7.811D 02 1.698D 02	-1.225D 03 1.706D 03	1.823D 03 -2.304D 03
15	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.044D-07 1.044D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	2.308D 02 -2.308D 02	2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
15	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.195D-07 1.195D-07	-2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
15	3	4.934D 04 -4.934D 04	5.838D 03 -5.838D 03	1.199D 03 -1.199D 03	7.074D 01 -7.074D 01	-5.399D 05 -4.965D 05	-6.491D 05 5.694D 06	-3.902D 02 -8.320D 02	8.832D 02 3.390D 02	1.213D 02 8.514D 02	3.717D 02 -1.344D 03
15	4	5.090D 04 -5.090D 04	4.763D 03 -4.763D 03	2.406D 03 -2.406D 03	5.966D 02 -5.966D 02	-1.052D 06 -1.027D 06	-3.510D 06 7.626D 06	-9.861D 02 -1.466D 03	1.495D 03 9.571D 02	-4.225D 02 1.216D 03	9.311D 02 -1.725D 03
16	1	4.620D 04 -4.620D 04	7.095D 03 -7.095D 03	-1.044D-07 1.044D-07	-1.934D-04 1.934D-04	3.088D-01 -3.087D-01	2.099D 06 4.032D 06	2.308D 02 -2.308D 02	2.308D 02 -2.308D 02	6.355D 02 5.467D 02	-1.739D 02 -1.008D 03
16	2	5.315D 04 -5.315D 04	8.124D 03 -8.124D 03	-1.194D-07 1.194D-07	-2.213D-04 2.213D-04	3.535D-01 -3.534D-01	2.402D 06 4.618D 06	2.655D 02 -2.655D 02	2.655D 02 -2.655D 02	7.287D 02 6.250D 02	-1.977D 02 -1.156D 03
16	3	4.950D 04 -4.950D 04	6.651D 03 -6.651D 03	1.567D 03 -1.567D 03	9.243D 01 -9.243D 01	-7.055D 05 -6.487D 05	6.812D 05 5.066D 06	-5.847D 02 -1.012D 03	1.079D 03 5.177D 02	3.786D 02 7.296D 02	1.159D 02 -1.224D 03
16	4	3.767D 04 -3.767D 04	7.231D 03 -7.231D 03	2.775D 03 -2.775D 03	6.058D 02 -6.058D 02	-1.219D 06 -1.179D 06	3.224D 06 3.025D 06	-1.249D 03 -1.579D 03	1.626D 03 1.202D 03	8.098D 02 3.950D 02	-4.334D 02 -7.714D 02
17	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	2.604D-10 -2.604D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.949D-06 1.850D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
17	2	2.368D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.568D 04	2.970D-10 -2.970D-10	6.639D-06 -6.639D-06	-2.230D-06 2.117D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
17	3	2.286D 04 -2.195D 04	1.485D 04 -1.449D 04	-2.686D 02 2.686D 02	-7.853D 02 7.853D 02	1.029D 05 -1.029D 05	3.674D 06 1.889D 06	4.460D 02 -1.777D 02	-9.417D 01 -1.723D 02	1.206D 03 3.547D 02	-8.539D 02 -7.047D 02

1
2
3
4

17	4	1.710D 04 -1.698D 04	-4.254D 03 -2.960D 03	-1.594D 02 1.594D 02	-1.115D 03 1.115D 03	6.439D 04 -3.932D 03	-1.151D 06 9.055D 05	3.053D 02 -1.457D 02	-3.266D 01 -1.251D 02	-1.863D 02 1.184D 02	4.590D 02 -3.893D 02
18	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	3.158D-10 -3.158D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.965D-06 1.845D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
18	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	3.566D-10 -3.566D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.247D-06 2.112D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
18	3	2.333D 04 -2.321D 04	1.446D 04 -1.410D 04	-2.482D 02 2.482D 02	-7.255D 02 7.255D 02	9.507D 04 -9.510D 02	2.877D 06 2.539D 06	4.356D 02 -1.876D 02	-6.350D 01 -1.826D 02	9.927D 02 5.266D 02	-6.204D 02 -8.969D 02
18	4	1.778D 04 -1.767D 04	-2.666D 03 -3.886D 03	-7.131D 02 7.131D 02	-1.986D 02 1.986D 02	2.667D 05 3.778D 03	-1.557D 06 1.789D 06	8.417D 02 -1.310D 02	-5.582D 02 -1.508D 02	-2.947D 02 3.607D 02	5.783D 02 -6.424D 02
19	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	2.595D-10 -2.595D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.952D-06 1.853D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
19	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	2.932D-10 -2.932D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.233D-06 2.122D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
19	3	2.440D 04 -2.429D 04	1.413D 04 -1.377D 04	-1.899D 02 1.899D 02	-5.553D 02 5.553D 02	7.277D 04 -7.278D 02	2.202D 06 3.089D 06	3.856D 02 -1.956D 02	3.621D 00 -1.918D 02	8.120D 02 6.724D 02	-4.228D 02 -1.060D 03
19	4	1.823D 04 -1.812D 04	7.078D 03 -9.684D 03	-8.397D 02 8.397D 02	3.238D 02 -3.238D 02	3.113D 05 7.227D 03	5.038D 05 2.675D 06	9.624D 02 -1.250D 02	-6.715D 02 -1.635D 02	2.867D 02 6.094D 02	4.158D 00 -8.944D 02
20	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	1.597D-10 -1.597D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.914D-06 1.853D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
20	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	1.811D-10 -1.811D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.190D-06 2.121D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
20	3	2.512D 04 -2.501D 04	1.391D 04 -1.356D 04	-1.028D 02 1.028D 02	-3.005D 02 3.005D 02	3.938D 04 -3.939D 02	1.751D 06 3.457D 06	3.037D 02 -2.005D 02	9.697D 01 -1.984D 02	6.913D 02 7.698D 02	-2.907D 02 -1.169D 03
20	4	1.860D 04 -1.849D 04	1.606D 04 -1.505D 04	-5.289D 02 5.289D 02	2.996D 02 -2.996D 02	1.952D 05 5.409D 03	2.672D 06 3.227D 06	6.606D 02 -1.332D 02	-3.639D 02 -1.616D 02	8.976D 02 7.572D 02	-6.009D 02 -1.052D 03
21	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	1.832D-10 -1.832D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.919D-06 1.850D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
21	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	2.059D-10 -2.059D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.195D-06 2.117D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
21	3	2.537D 04 -2.526D 04	1.383D 04 -1.348D 04	-2.725D-04 2.725D-04	-4.351D-05 4.351D-05	1.030D-01 3.233D-04	1.593D 06 3.586D 06	2.023D 02 -2.014D 02	2.023D 02 -2.014D 02	6.489D 02 8.040D 02	-2.442D 02 -1.207D 03
21	4	1.883D 04 -1.872D 04	1.981D 04 -1.735D 04	-1.541D 02 1.541D 02	9.340D 01 -9.340D 01	5.670D 04 1.767D 03	3.678D 06 3.370D 06	-2.990D 02 -1.446D 02	1.363D 00 -1.539D 02	1.181D 03 7.956D 02	-8.809D 02 -1.094D 03

26	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	2.023D-10 -2.023D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.198D-06 2.122D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
26	3	2.079D 04 -2.068D 04	1.523D 04 -1.488D 04	2.482D 02 -2.482D 02	7.255D 02 -7.255D 02	-9.507D 04 9.510D 02	4.470D 06 1.240D 06	-8.372D 01 -1.624D 02	4.154D 02 -1.674D 02	1.419D 03 1.827D 02	-1.087D 03 -5.125D 02
26	4	1.710D 04 -1.698D 04	-4.254D 03 -2.960D 03	1.594D 02 -1.594D 02	1.115D 03 -1.115D 03	-6.439D 04 3.932D 03	-1.151D 06 9.055D 05	-3.265D 01 -1.251D 02	3.053D 02 -1.457D 02	-1.863D 02 1.184D 02	4.590D 02 -3.893D 02
27	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	1.922D-10 -1.922D-10	5.798D-06 -5.798D-06	-1.936D-06 1.863D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
27	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	2.172D-10 -2.172D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.215D-06 2.133D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
27	3	1.972D 04 -1.960D 04	1.566D 04 -1.520D 04	1.899D 02 -1.899D 02	5.553D 02 -5.553D 02	-7.277D 04 7.278D 02	5.145D 06 6.894D 05	-3.374D 01 -1.544D 02	3.482D 02 -1.583D 02	1.600D 03 3.693D 01	-1.285D 03 -3.496D 02
27	4	1.712D 04 -1.700D 04	5.161D 03 -8.752D 03	-4.321D 02 4.321D 02	1.815D 03 -1.815D 03	1.532D 05 1.073D 04	2.262D 06 3.761D 05	5.385D 02 -1.074D 02	-2.655D 02 -1.638D 02	7.707D 02 -3.017D 01	-4.977D 02 -2.410D 02
28	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	1.951D-10 -1.951D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.924D-06 1.850D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
28	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	2.241D-10 -2.241D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.202D-06 2.117D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
28	3	1.900D 04 -1.889D 04	1.578D 04 -1.542D 04	1.028D 02 -1.028D 02	3.005D 02 -3.005D 02	-3.938D 04 3.939D 02	5.596D 06 3.215D 05	4.816D 01 -1.496D 02	2.549D 02 -1.516D 02	1.720D 03 -6.048D 01	-1.417D 03 -2.408D 02
28	4	1.668D 04 -1.657D 04	2.142D 04 -1.843D 04	-5.345D 02 5.345D 02	1.616D 03 -1.616D 03	1.921D 05 1.062D 04	7.338D 06 2.194D 05	6.372D 02 -1.042D 02	-3.712D 02 -1.600D 02	2.190D 03 -7.060D 01	-1.924D 03 -1.936D 02
29	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	1.694D-10 -1.694D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.914D-06 1.850D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
29	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	1.921D-10 -1.921D-10	6.638D-06 -6.638D-06	-2.190D-06 2.117D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
29	3	1.875D 04 -1.863D 04	1.586D 04 -1.550D 04	2.725D-04 -2.725D-04	2.683D-05 -2.683D-05	-1.030D-01 -3.774D-04	5.754D 06 1.923D 05	1.495D 02 -1.486D 02	1.495D 02 -1.486D 02	1.763D 03 -9.468D 01	-1.464D 03 -2.025D 02
29	4	1.712D 04 -1.701D 04	3.088D 04 -2.427D 04	-1.911D 02 1.911D 02	5.992D 02 -5.992D 02	6.846D 04 4.012D 03	1.032D 07 1.389D 05	3.163D 02 -1.251D 02	-4.313D 01 -1.462D 02	3.030D 03 -9.672D 01	-2.757D 03 -1.746D 02
30	1	2.064D 04 -2.052D 04	1.386D 04 -1.350D 04	1.132D-10 -1.132D-10	5.799D-06 -5.799D-06	-1.890D-06 1.847D-06	3.428D 06 1.760D 06	1.646D 02 -1.637D 02	1.646D 02 -1.637D 02	1.126D 03 3.297D 02	-7.965D 02 -6.570D 02
30	2	2.348D 04 -2.337D 04	1.583D 04 -1.548D 04	1.240D-10 -1.240D-10	6.639D-06 -6.639D-06	-2.162D-06 2.115D-06	3.919D 06 2.019D 06	1.873D 02 -1.864D 02	1.873D 02 -1.864D 02	1.286D 03 3.796D 02	-9.114D 02 -7.524D 02
30	3	1.900D 04	1.578D 04	-1.028D 02	-3.005D 02	3.938D 04	5.596D 06	2.549D 02	4.816D 01	1.720D 03	-1.417D 03

35	1	2.339D 04 -2.323D 04	-4.585D 02 7.411D 02	8.312D-11 -8.312D-11	4.460D-06 -4.460D-06	-2.668D-06 2.640D-06	-1.760D 06 1.560D 06	1.866D 02 -1.852D 02	1.866D 02 -1.852D 02	-3.068D 02 2.522D 02	6.799D 02 -6.227D 02
35	2	2.662D 04 -2.646D 04	-5.567D 02 8.392D 02	8.494D-11 -8.494D-11	5.105D-06 -5.105D-06	-3.051D-06 3.023D-06	-2.019D 06 1.787D 06	2.123D 02 -2.110D 02	2.123D 02 -2.110D 02	-3.537D 02 2.900D 02	7.783D 02 -7.120D 02
35	3	2.680D 04 -2.663D 04	-1.541D 03 1.824D 03	3.856D 00 -3.856D 00	-3.782D 02 3.782D 02	8.349D 02 -2.117D 03	-3.089D 06 2.530D 06	2.159D 02 -2.180D 02	2.115D 02 -2.066D 02	-6.524D 02 4.969D 02	1.080D 03 -2.217D 02
35	4	2.036D 04 -2.020D 04	-3.735D 03 2.153D 03	3.777D 01 -3.777D 01	-1.349D 03 1.349D 03	-7.093D 03 -5.463D 03	-2.675D 06 1.696D 06	1.438D 02 -1.754D 02	1.810D 02 -1.467D 02	-5.875D 02 3.145D 02	9.123D 02 -6.366D 02
36	1	2.339D 04 -2.323D 04	-4.585D 02 7.411D 02	-3.053D-11 3.053D-11	4.459D-06 -4.459D-06	-2.663D-06 2.673D-06	-1.760D 06 1.560D 06	1.866D 02 -1.852D 02	1.866D 02 -1.852D 02	-3.068D 02 2.522D 02	6.799D 02 -6.227D 02
36	2	2.662D 04 -2.646D 04	-5.567D 02 8.392D 02	-3.470D-11 3.470D-11	5.105D-06 -5.105D-06	-3.049D-06 3.061D-06	-2.019D 06 1.787D 06	2.123D 02 -2.110D 02	2.123D 02 -2.110D 02	-3.537D 02 2.900D 02	7.783D 02 -7.120D 02
36	3	2.735D 04 -2.718D 04	-1.858D 03 2.141D 03	2.087D 00 -2.087D 00	-2.047D 02 2.047D 02	4.519D 02 -1.146D 03	-3.457D 06 2.793D 06	2.193D 02 -2.198D 02	2.169D 02 -2.138D 02	-7.511D 02 5.662D 02	1.187D 03 -9.997D 02
36	4	2.218D 04 -2.201D 04	1.264D 03 -5.658D 02	2.651D 01 -2.651D 01	-9.533D 02 9.533D 02	-5.323D 03 -3.489D 03	-3.227D 06 3.531D 06	1.629D 02 -1.847D 02	1.909D 02 -1.664D 02	-7.278D 02 8.144D 02	1.082D 03 -1.165D 03
37	1	2.339D 04 -2.323D 04	-4.585D 02 7.411D 02	1.065D-10 -1.065D-10	4.459D-06 -4.459D-06	-2.662D-06 2.627D-06	-1.760D 06 1.560D 06	1.866D 02 -1.852D 02	1.866D 02 -1.852D 02	-3.068D 02 2.522D 02	6.799D 02 -6.227D 02
37	2	2.662D 04 -2.646D 04	-5.567D 02 8.392D 02	1.163D-10 -1.163D-10	5.105D-06 -5.105D-06	-3.047D-06 3.009D-06	-2.019D 06 1.787D 06	2.123D 02 -2.110D 02	2.123D 02 -2.110D 02	-3.537D 02 2.900D 02	7.783D 02 -7.120D 02
37	3	2.754D 04 -2.737D 04	-1.969D 03 2.252D 03	2.567D-06 -2.567D-06	-1.140D-04 1.140D-04	-3.059D-04 -5.476D-04	-3.586D 06 2.885D 06	2.196D 02 -2.183D 02	2.196D 02 -2.183D 02	-7.858D 02 5.905D 02	1.225D 03 -1.027D 02
37	4	2.305D 04 -2.288D 04	3.388D 03 -1.776D 03	8.422D 00 -8.422D 00	-3.158D 02 3.158D 02	-1.737D 03 -1.062D 03	-3.370D 06 4.228D 06	1.792D 02 -1.852D 02	1.883D 02 -1.797D 02	-7.610D 02 1.003D 03	1.129D 03 -1.368D 03
38	1	2.339D 04 -2.323D 04	-4.585D 02 7.411D 02	2.880D-10 -2.880D-10	4.460D-06 -4.460D-06	-2.664D-06 2.568D-06	-1.760D 06 1.560D 06	1.866D 02 -1.852D 02	1.866D 02 -1.852D 02	-3.068D 02 2.522D 02	6.799D 02 -6.227D 02
38	2	2.662D 04 -2.646D 04	-5.567D 02 8.392D 02	3.189D-10 -3.189D-10	5.106D-06 -5.106D-06	-3.049D-06 2.943D-06	-2.019D 06 1.787D 06	2.123D 02 -2.110D 02	2.123D 02 -2.110D 02	-3.537D 02 2.900D 02	7.783D 02 -7.120D 02
38	3	2.735D 04 -2.718D 04	-1.858D 03 2.141D 03	-2.087D 00 2.087D 00	-2.047D 02 2.047D 02	-4.519D 02 1.146D 03	-3.457D 06 2.793D 06	2.193D 02 -2.198D 02	2.193D 02 -2.198D 02	-7.511D 02 5.662D 02	1.187D 03 -9.997D 02
38	4	2.305D 04 -2.288D 04	3.388D 03 -1.776D 03	-8.422D 00 8.422D 00	3.158D 02 -3.158D 02	1.737D 03 1.062D 03	-3.370D 06 4.228D 06	1.883D 02 -1.797D 02	1.792D 02 -1.852D 02	-7.610D 02 1.003D 03	1.129D 03 -1.368D 03
39	1	2.339D 04	-4.585D 02	1.374D-10	4.459D-06	-2.667D-06	-1.760D 06	1.866D 02	1.866D 02	-3.068D 02	6.799D 02

52	1	1.408D 04 -1.388D 04	-3.817D 03 4.067D 03	1.941D-10 -1.941D-10	3.186D-06 -3.186D-06	-2.781D-06 2.716D-06	-1.560D 06 2.507D 05	1.123D 02 -1.107D 02	1.123D 02 -1.107D 02	-3.251D 02 -4.039D 01	5.498D 02 -1.809D 02
52	2	1.597D 04 -1.576D 04	-4.393D 03 4.642D 03	2.207D-10 -2.207D-10	3.647D-06 -3.647D-06	-3.183D-06 3.110D-06	-1.787D 06 2.860D 05	1.274D 02 -1.257D 02	1.274D 02 -1.257D 02	-3.736D 02 -4.551D 01	6.283D 02 -2.059D 02
52	3	1.658D 04 -1.637D 04	-5.407D 03 5.656D 03	-3.371D 00 3.371D 00	-6.498D 00 6.498D 00	1.166D 03 -4.630D 01	-2.793D 06 9.548D 05	1.353D 02 -1.307D 02	1.292D 02 -1.304D 02	-6.507D 02 1.371D 02	9.151D 02 -3.982D 02
52	4	1.415D 04 -1.394D 04	-3.186D 03 3.777D 03	-1.288D 01 1.288D 01	-3.758D 02 3.758D 02	3.636D 03 6.434D 02	-3.531D 06 2.374D 06	1.224D 02 -1.095D 02	1.033D 02 -1.129D 02	-8.771D 02 5.544D 02	1.103D 03 -7.767D 02
53	1	1.408D 04 -1.388D 04	-3.817D 03 4.067D 03	1.103D-10 -1.103D-10	3.186D-06 -3.186D-06	-2.730D-06 2.693D-06	-1.560D 06 2.507D 05	1.123D 02 -1.107D 02	1.123D 02 -1.107D 02	-3.251D 02 -4.039D 01	5.498D 02 -1.809D 02
53	2	1.597D 04 -1.576D 04	-4.393D 03 4.642D 03	1.287D-10 -1.287D-10	3.647D-06 -3.647D-06	-3.126D-06 3.083D-06	-1.787D 06 2.860D 05	1.274D 02 -1.257D 02	1.274D 02 -1.257D 02	-3.736D 02 -4.551D 01	6.283D 02 -2.059D 02
53	3	1.671D 04 -1.650D 04	-5.514D 03 5.763D 03	-1.397D-06 1.397D-06	-1.844D-05 1.844D-05	5.599D-04 -9.565D-05	-2.885D 06 1.011D 06	1.332D 02 -1.316D 02	1.332D 02 -1.316D 02	-6.755D 02 1.519D 02	9.420D 02 -4.151D 02
53	4	1.520D 04 -1.499D 04	-2.138D 03 3.483D 03	-4.082D 00 4.082D 00	-1.417D 02 1.417D 02	1.113D 03 2.435D 02	-4.228D 06 3.294D 06	1.242D 02 -1.189D 02	1.183D 02 -1.202D 02	-1.064D 03 8.040D 02	1.307D 03 -1.043D 03
54	1	1.408D 04 -1.388D 04	-3.817D 03 4.067D 03	-3.408D-11 3.408D-11	3.185D-06 -3.185D-06	-2.664D-06 2.675D-06	-1.560D 06 2.507D 05	1.123D 02 -1.107D 02	1.123D 02 -1.107D 02	-3.251D 02 -4.039D 01	5.498D 02 -1.809D 02
54	2	1.597D 04 -1.576D 04	-4.393D 03 4.642D 03	-3.152D-11 3.152D-11	3.646D-06 -3.646D-06	-3.052D-06 3.063D-06	-1.787D 06 2.860D 05	1.274D 02 -1.257D 02	1.274D 02 -1.257D 02	-3.736D 02 -4.551D 01	6.283D 02 -2.059D 02
54	3	1.658D 04 -1.637D 04	-5.407D 03 5.656D 03	3.371D 00 -3.371D 00	6.498D 00 -6.498D 00	-1.166D 03 4.630D 01	-2.793D 06 9.548D 05	1.292D 02 -1.304D 02	1.353D 02 -1.307D 02	-6.507D 02 1.371D 02	9.151D 02 -3.982D 02
54	4	1.520D 04 -1.499D 04	-2.138D 03 3.483D 03	4.082D 00 -4.082D 00	1.417D 02 -1.417D 02	-1.113D 03 2.435D 02	-4.228D 06 3.294D 06	1.183D 02 -1.202D 02	1.242D 02 -1.189D 02	-1.064D 03 8.040D 02	1.307D 03 -1.043D 03
55	1	1.408D 04 -1.388D 04	-3.817D 03 4.067D 03	1.070D-10 -1.070D-10	3.185D-06 -3.185D-06	-2.725D-06 2.689D-06	-1.560D 06 2.507D 05	1.123D 02 -1.107D 02	1.123D 02 -1.107D 02	-3.251D 02 -4.039D 01	5.498D 02 -1.809D 02
55	2	1.597D 04 -1.576D 04	-4.393D 03 4.642D 03	1.240D-10 -1.240D-10	3.647D-06 -3.647D-06	-3.119D-06 3.078D-06	-1.787D 06 2.860D 05	1.274D 02 -1.257D 02	1.274D 02 -1.257D 02	-3.736D 02 -4.551D 01	6.283D 02 -2.059D 02
55	3	1.622D 04 -1.601D 04	-5.101D 03 5.351D 03	6.229D 00 -6.229D 00	1.201D 01 -1.201D 01	-2.195D 03 8.556D 01	-2.530D 06 7.937D 05	1.237D 02 -1.274D 02	1.350D 02 -1.279D 02	-5.800D 02 9.486D 01	8.366D 02 -3.502D 02
55	4	1.415D 04 -1.394D 04	-3.186D 03 3.777D 03	1.288D 01 -1.288D 01	-3.758D 02 3.758D 02	-3.636D 03 6.434D 02	-3.531D 06 2.374D 06	1.033D 02 -1.129D 02	1.224D 02 -1.095D 02	-8.771D 02 5.544D 02	1.103D 03 -7.767D 02
56	1	1.408D 04 -1.388D 04	-3.817D 03 4.067D 03	8.401D-11 -8.401D-11	3.185D-06 -3.185D-06	-2.728D-06 2.710D-06	-1.560D 06 2.507D 05	1.123D 02 -1.107D 02	1.123D 02 -1.107D 02	-3.251D 02 -4.039D 01	5.498D 02 -1.809D 02

65	1	4.773D 03	-1.207D 03	4.549D-11	1.898D-06	-2.358D-06	-2.507D 05	3.906D 01	3.906D 01	-3.692D 01	1.150D 02
		-4.531D 03	1.413D 03	-4.549D-11	-1.898D-06	2.343D-06	-1.844D 05	-3.708D 01	-3.708D 01	-9.299D 01	1.884D 01
65	2	5.339D 03	-1.394D 03	5.712D-11	2.173D-06	-2.700D-06	-2.860D 05	4.369D 01	4.369D 01	-4.299D 01	1.304D 02
		-5.097D 03	1.599D 03	-5.712D-11	-2.173D-06	2.681D-06	-2.111D 05	-4.171D 01	-4.171D 01	-1.057D 02	2.228D 01
65	3	5.056D 03	-1.300D 03	8.450D-01	-1.271D-01	1.298D 02	-2.683D 05	4.172D 01	4.103D 01	-3.996D 01	1.227D 02
		-4.814D 03	1.506D 03	-8.450D-01	1.271D-01	-4.105D 02	-1.978D 05	-4.047D 01	-3.831D 01	-9.934D 01	2.056D 01
65	4	5.109D 01	-1.692D 03	4.248D 00	2.434D 02	2.450D 02	3.694D 06	1.061D 00	-2.251D-01	1.120D 03	-1.119D 03
		1.914D 02	-1.301D 03	4.248D 00	-2.434D 02	1.166D 03	-3.759D 06	4.626D 00	-1.494D 00	-1.138D 03	1.141D 03
66	1	4.773D 03	-1.207D 03	2.854D-11	1.898D-06	-2.351D-06	-2.507D 05	3.906D 01	3.906D 01	-3.692D 01	1.150D 02
		-4.531D 03	1.413D 03	-2.854D-11	-1.898D-06	2.342D-06	-1.844D 05	-3.708D 01	-3.708D 01	-9.299D 01	1.884D 01
66	2	5.339D 03	-1.394D 03	4.015D-11	2.173D-06	-2.693D-06	-2.860D 05	4.369D 01	4.369D 01	-4.299D 01	1.304D 02
		-5.097D 03	1.599D 03	-4.015D-11	-2.173D-06	2.680D-06	-2.111D 05	-4.171D 01	-4.171D 01	-1.057D 02	2.228D 01
66	3	5.425D 03	-1.754D 03	7.807D-01	-1.174D-01	1.200D 02	-5.526D 05	4.471D 01	4.408D 01	-1.231D 02	2.119D 02
		-5.183D 03	1.960D 03	-7.807D-01	1.174D-01	-3.793D 02	-6.402D 04	-4.340D 01	-4.141D 01	-6.181D 01	-2.300D 01
66	4	1.034D 03	-2.163D 03	7.529D 00	-3.190D 02	-3.187D 02	2.694D 06	7.626D 00	9.299D 00	8.249D 02	-8.080D 02
		-7.917D 02	-5.511D 02	-7.529D 00	3.190D 02	-2.182D 03	-2.961D 06	-1.221D 01	-7.515D-01	-9.041D 02	8.911D 02
67	1	4.773D 03	-1.207D 03	4.070D-11	1.898D-06	-2.359D-06	-2.507D 05	3.906D 01	3.906D 01	-3.692D 01	1.150D 02
		-4.531D 03	1.413D 03	-4.070D-11	-1.898D-06	2.345D-06	-1.844D 05	-3.708D 01	-3.708D 01	-9.299D 01	1.884D 01
67	2	5.339D 03	-1.394D 03	6.041D-11	2.173D-06	-2.702D-06	-2.860D 05	4.369D 01	4.369D 01	-4.299D 01	1.304D 02
		-5.097D 03	1.599D 03	-6.041D-11	-2.173D-06	2.682D-06	-2.111D 05	-4.171D 01	-4.171D 01	-1.057D 02	2.228D 01
67	3	5.738D 03	-2.138D 03	5.975D-01	-8.987D-02	9.182D 01	-7.937D 05	4.719D 01	4.671D 01	-1.936D 02	2.875D 02
		-5.495D 03	2.364D 03	-5.975D-01	8.987D-02	-2.903D 02	4.937D 04	-4.573D 01	-4.420D 01	-3.000D 01	-5.993D 01
67	4	3.566D 03	-2.187D 03	1.367D 01	-6.144D 02	-6.040D 02	-6.313D 04	2.759D 01	3.076D 01	1.004D 01	4.831D 01
		-3.323D 03	1.141D 03	-1.367D 01	6.144D 02	-3.938D 03	-4.896D 03	-3.753D 01	-1.686D 01	-1.756D 02	1.212D 02
68	1	4.773D 03	-1.207D 03	3.799D-11	1.898D-06	-2.384D-06	-2.507D 05	3.906D 01	3.906D 01	-3.692D 01	1.150D 02
		-4.531D 03	1.413D 03	-3.799D-11	-1.898D-06	2.372D-06	-1.844D 05	-3.708D 01	-3.708D 01	-9.299D 01	1.884D 01
68	2	5.339D 03	-1.394D 03	4.527D-11	2.172D-06	-2.730D-06	-2.860D 05	4.369D 01	4.369D 01	-4.299D 01	1.304D 02
		-5.097D 03	1.599D 03	-4.527D-11	-2.172D-06	2.715D-06	-2.111D 05	-4.171D 01	-4.171D 01	-1.057D 02	2.228D 01
68	3	5.946D 03	-2.395D 03	3.234D-01	-4.864D-02	4.969D 01	-9.548D 05	4.879D 01	4.853D 01	-2.408D 02	3.381D 02
		-5.704D 03	2.601D 03	-3.234D-01	4.864D-02	-1.571D 02	1.251D 05	-4.708D 01	-4.626D 01	-8.740D 00	-8.461D 01
68	4	5.869D 03	-2.138D 03	1.172D 01	-5.284D 02	-5.144D 02	-2.374D 06	4.668D 01	4.938D 01	-6.716D 02	7.676D 02
		-5.627D 03	2.623D 03	-1.172D 01	5.284D 02	-3.379D 03	1.583D 06	-5.491D 01	-3.717D 01	4.339D 02	-5.260D 02
69	1	4.773D 03	-1.207D 03	5.121D-11	1.898D-06	-2.359D-06	-2.507D 05	3.906D 01	3.906D 01	-3.692D 01	1.150D 02

73	3	5.056D 03 -4.813D 03	-1.308D 03 1.306D 03	-8.450D-01 8.450D-01	1.271D-01 -1.271D-01	-1.298D 02 4.105D 02	-2.683D 05 -1.978D 05	4.103D 01 -3.831D 01	4.172D 01 -4.047D 01	-3.994D 01 -9.934D 01	1.227D 02 2.056D 02
73	4	1.034D 03 -7.917D 02	-2.163D 03 -5.511D 02	-7.529D 00 7.529D 00	3.190D 02 -3.190D 02	3.187D 02 2.182D 03	2.694D 06 -2.961D 06	9.299D 00 -7.515D-01	7.626D 00 -1.221D 01	8.249D 02 -9.841D 02	-8.080D 02 8.911D 02
74	1	4.773D 03 -4.531D 03	-1.207D 03 1.413D 03	5.869D-11 -5.869D-11	1.898D-06 -1.898D-06	-2.362D-06 2.343D-06	-2.507D 05 -1.844D 05	3.906D 01 -3.708D 01	3.906D 01 -3.708D 01	-3.692D 01 -9.299D 01	1.150D 02 1.884D 01
74	2	5.339D 03 -5.097D 03	-1.394D 03 1.599D 03	6.938D-11 -6.938D-11	2.173D-06 -2.173D-06	-2.705D-06 2.682D-06	-2.860D 05 -2.111D 05	4.369D 01 -4.171D 01	4.369D 01 -4.171D 01	-4.299D 01 -1.057D 02	1.304D 02 2.228D 01
74	3	4.688D 03 -4.445D 03	-8.469D 02 1.053D 03	-7.807D-01 7.807D-01	1.174D-01 -1.174D-01	-1.200D 02 3.793D 02	1.602D 04 -3.315D 05	3.804D 01 -3.538D 01	3.867D 01 -3.737D 01	4.321D 01 -1.369D 02	3.550D 01 6.412D 01
74	4	5.109D 01 1.914D 02	-1.692D 03 -1.301D 03	4.248D 00 -4.248D 00	-2.434D 02 2.434D 02	-2.450D 02 -1.166D 03	3.694D 06 -3.759D 06	-2.251D-01 -1.494D 00	1.061D 00 4.626D 00	1.120D 03 -1.138D 03	-1.119D 03 1.141D 03
75	1	4.773D 03 -4.531D 03	-1.207D 03 1.413D 03	6.995D-11 -6.995D-11	1.898D-06 -1.898D-06	-2.367D-06 2.344D-06	-2.507D 05 -1.844D 05	3.906D 01 -3.708D 01	3.906D 01 -3.708D 01	-3.692D 01 -9.299D 01	1.150D 02 1.884D 01
75	2	5.339D 03 -5.097D 03	-1.394D 03 1.599D 03	7.974D-11 -7.974D-11	2.173D-06 -2.173D-06	-2.710D-06 2.684D-06	-2.860D 05 -2.111D 05	4.369D 01 -4.171D 01	4.369D 01 -4.171D 01	-4.299D 01 -1.057D 02	1.304D 02 2.228D 01
75	3	4.375D 03 -4.133D 03	-4.626D 02 6.685D 02	-5.975D-01 5.975D-01	8.987D-02 -8.987D-02	-9.182D 01 2.903D 02	2.571D 05 -4.449D 05	3.556D 01 -3.306D 01	3.604D 01 -3.458D 01	1.137D 02 -1.687D 02	-4.212D 02 1.010D 02
75	4	2.168D 03 -1.925D 03	-9.217D 02 -5.397D 02	1.410D 01 -1.410D 01	-7.094D 02 7.094D 02	-7.139D 02 -3.969D 03	2.040D 06 -2.104D 06	1.586D 01 -2.617D 01	1.961D 01 -5.335D 00	6.362D 02 -6.535D 02	-6.008D 02 6.220D 02
76	1	4.773D 03 -4.531D 03	-1.207D 03 1.413D 03	7.449D-11 -7.449D-11	1.898D-06 -1.898D-06	-2.405D-06 2.380D-06	-2.507D 05 -1.844D 05	3.906D 01 -3.708D 01	3.906D 01 -3.708D 01	-3.692D 01 -9.299D 01	1.150D 02 1.884D 01
76	2	5.339D 03 -5.097D 03	-1.394D 03 1.599D 03	8.714D-11 -8.714D-11	2.172D-06 -2.172D-06	-2.753D-06 2.724D-06	-2.860D 05 -2.111D 05	4.369D 01 -4.171D 01	4.369D 01 -4.171D 01	-4.299D 01 -1.057D 02	1.304D 02 2.228D 01
76	3	4.166D 03 -3.924D 03	-2.058D 02 4.117D 02	-3.234D-01 3.234D-01	4.864D-02 -4.864D-02	-4.969D 01 1.571D 02	4.181D 05 -5.207D 05	3.596D 01 -3.170D 01	3.422D 01 -3.252D 01	1.608D 02 -1.899D 02	-9.265D 01 1.257D 02
76	4	5.209D 03 -4.967D 03	-1.861D 01 1.337D 03	1.488D 01 -1.488D 01	-7.339D 02 7.339D 02	-7.445D 02 -4.198D 03	-1.305D 06 1.080D 06	4.067D 01 -5.166D 01	4.458D 01 -2.962D 01	-3.531D 02 2.868D 02	4.383D 02 -3.681D 02
77	1	4.773D 03 -4.531D 03	-1.207D 03 1.413D 03	4.136D-11 -4.136D-11	1.898D-06 -1.898D-06	-2.359D-06 2.345D-06	-2.507D 05 -1.844D 05	3.906D 01 -3.708D 01	3.906D 01 -3.708D 01	-3.692D 01 -9.299D 01	1.150D 02 1.884D 01
77	2	5.339D 03 -5.097D 03	-1.394D 03 1.599D 03	5.077D-11 -5.077D-11	2.172D-06 -2.172D-06	-2.701D-06 2.684D-06	-2.860D 05 -2.111D 05	4.369D 01 -4.171D 01	4.369D 01 -4.171D 01	-4.299D 01 -1.057D 02	1.304D 02 2.228D 01
77	3	4.093D 03 -3.851D 03	-1.156D 02 3.216D 02	-1.995D-07 -1.995D-07	2.180D-06 -2.180D-06	-6.690D-05 6.333D-07	4.747D 05 -5.473D 05	3.349D 01 -3.151D 01	3.349D 01 -3.151D 01	1.774D 02 -1.974D 02	-1.104D 02 1.344D 02

77	4	7.756D 03 -7.513D 03	4.758D 02 2.371D 03	6.167D 00 -6.167D 00	-3.013D 02 3.013D 02	-3.102D 02 -1.736D 03	-3.312D 06 2.998D 06	6.265D 01 -6.604D 01	6.427D 01 -5.691D 01	-9.406D 02 8.472D 02	1.067D 03 -9.701D 02
78	1	4.773D 03 -4.531D 03	-1.207D 03 1.413D 03	-9.284D-11 9.284D-11	1.897D-06 -1.897D-06	-2.309D-06 2.340D-06	-2.507D 05 -1.844D 05	3.906D 01 -3.708D 01	3.906D 01 -3.708D 01	-3.692D 01 -9.299D 01	1.150D 02 1.884D 01
78	2	5.339D 03 -5.097D 03	-1.394D 03 1.599D 03	-1.004D-10 1.004D-10	-2.172D-06 -2.172D-06	-2.445D-06 2.678D-06	-2.860D 05 -2.111D 05	4.369D 01 -4.171D 01	4.369D 01 -4.171D 01	-4.299D 01 -1.057D 02	1.304D 02 2.228D 01
78	3	4.166D 03 -3.924D 03	-2.058D 02 4.117D 02	3.234D-01 -3.234D-01	-4.864D-02 4.864D-02	4.969D 01 -1.571D 02	4.181D 05 -5.207D 05	3.422D 01 -3.252D 01	3.396D 01 -3.170D 01	-1.608D 02 -1.899D 02	-9.245D 01 1.257D 02
78	4	7.756D 03 -7.513D 03	4.758D 02 2.371D 03	6.167D 00 6.167D 00	-3.013D 02 3.013D 02	3.102D 02 1.738D 03	-3.312D 06 2.998D 06	6.427D 01 -6.604D 01	6.265D 01 8.472D 02	-9.406D 02 8.472D 02	1.067D 03 -9.701D 02
79	1	4.773D 03 -4.531D 03	-1.207D 03 1.413D 03	-2.034D-11 2.034D-11	-1.897D-06 -1.897D-06	-2.338D-06 2.345D-06	-2.507D 05 -1.844D 05	3.906D 01 -3.708D 01	3.906D 01 -3.708D 01	-3.692D 01 -9.299D 01	1.150D 02 1.884D 01
79	2	5.339D 03 -5.097D 03	-1.394D 03 1.599D 03	-2.040D-11 2.040D-11	2.172D-06 -2.172D-06	-2.677D-06 2.684D-06	-2.860D 05 -2.111D 05	4.369D 01 -4.171D 01	4.369D 01 -4.171D 01	-4.299D 01 -1.057D 02	1.304D 02 2.228D 01
79	3	4.375D 03 -4.133D 03	-4.626D 02 6.685D 02	5.975D-01 -5.975D-01	-8.987D-02 8.987D-02	9.182D 01 -2.903D 02	2.571D 05 -4.449D 05	3.604D 01 -3.458D 01	3.556D 01 -3.306D 01	1.137D 02 -1.687D 02	-4.212D 01 1.010D 02
79	4	5.209D 03 -4.967D 03	-1.861D 01 1.337D 03	-1.468D 01 1.468D 01	7.339D 02 -7.339D 02	7.445D 02 4.196D 03	-1.305D 06 1.080D 06	4.458D 01 -2.962D 01	4.067D 01 -5.166D 01	-3.531D 02 2.868D 02	4.383D 02 -3.681D 02
80	1	4.773D 03 -4.531D 03	-1.207D 03 1.413D 03	-1.201D-10 -1.201D-10	1.898D-06 -1.898D-06	-2.390D-06 2.350D-06	-2.507D 05 -1.844D 05	3.906D 01 -3.708D 01	3.906D 01 -3.708D 01	-3.692D 01 -9.299D 01	1.150D 02 1.884D 01
80	2	5.339D 03 -5.097D 03	-1.394D 03 1.599D 03	1.535D-10 -1.535D-10	-2.173D-06 -2.173D-06	-2.739D-06 2.688D-06	-2.860D 05 -2.111D 05	4.369D 01 -4.171D 01	4.369D 01 -4.171D 01	-4.299D 01 -1.057D 02	1.304D 02 2.228D 01
80	3	4.688D 03 -4.445D 03	-8.469D 02 1.053D 03	7.807D-01 -7.807D-01	-1.174D-01 1.174D-01	1.200D 02 -3.793D 02	1.602D 04 -3.315D 05	3.867D 01 -3.538D 01	3.868D 01 -3.538D 01	4.321D 01 -1.369D 02	3.350D 01 6.412D 01
80	4	2.166D 03 -1.925D 03	-9.217D 02 -5.397D 02	-1.410D 01 1.410D 01	7.094D 02 -7.094D 02	7.139D 02 3.969D 03	2.040D 06 -2.104D 06	1.961D 01 -5.335D 00	1.586D 01 -2.617D 01	6.362D 02 -6.335D 02	-6.088D 02 6.220D 02
81	1	1.115D 03 -8.965D 02	4.437D 02 -3.178D 02	3.279D-11 -3.279D-11	7.986D-07 -7.986D-07	-1.442D-06 1.431D-06	1.844D 05 -5.837D 04	1.149D 01 -9.235D 00	-1.149D 01 -3.235D 00	1.036D 02 -3.839D 01	-8.065D 01 1.992D 01
81	2	1.194D 03 -9.755D 02	5.001D 02 -3.743D 02	4.292D-11 -4.292D-11	9.141D-07 -9.141D-07	-1.652D-06 1.637D-06	2.111D 05 -6.633D 04	1.230D 01 -1.005D 01	1.230D 01 -1.005D 01	1.177D 02 -4.318D 01	-9.314D 01 2.308D 01
81	3	1.155D 03 -9.360D 02	4.719D 02 -3.461D 02	-2.342D 00 2.342D 00	6.678D 01 -6.678D 01	4.120D 02 3.635D 02	1.978D 05 -6.235D 04	1.334D 01 -8.367D 00	1.045D 01 -1.092D 01	1.107D 02 -4.079D 01	-8.689D 01 2.150D 01
81	4	-2.634D 03 2.853D 03	3.161D 03 -5.677D 03	2.812D 00 -2.812D 00	4.636D 01 -4.636D 01	-1.206D 03 2.750D 02	3.759D 06 -2.296D 06	-3.137D 01 3.035D 01	-2.290D 01 2.842D 01	1.850D 03 -1.117D 03	-1.905D 03 1.176D 03

1
230

95	1	1.115D 03	4.437D 02	2.320D-11	7.986D-07	-1.441D-06	1.844D 05	1.149D 01	1.149D 01	1.036D 02	-8.065D 01
		-8.965D 02	-3.178D 02	-2.320D-11	-7.986D-07	1.434D-06	-5.837D 04	-9.235D 00	-9.235D 00	-3.839D 01	1.992D 01
95	2	1.194D 03	5.001D 02	3.641D-11	9.141D-07	-1.651D-06	2.111D 05	1.230D 01	1.230D 01	1.177D 02	-9.314D 01
		-9.755D 02	-3.743D 02	-3.641D-11	-9.141D-07	1.639D-06	-6.633D 04	-1.005D 01	-1.005D 01	-4.318D 01	2.308D 01
95	3	8.496D 02	1.019D 03	-1.656D 00	4.722D 01	2.913D 02	4.449D 05	9.775D 00	7.731D 00	2.310D 02	-2.135D 02
		-6.311D 02	-8.931D 02	1.656D 00	-4.722D 01	2.570D 02	-1.284D 05	-5.599D 00	-7.403D 00	-7.062D 01	5.762D 01
95	4	1.980D 03	-3.163D 02	1.278D 01	2.000D 01	-4.306D 03	-1.080D 06	5.291D 00	3.551D 01	-5.192D 02	5.600D 02
		-1.762D 03	1.359D 03	-1.278D 01	-2.000D 01	7.489D 01	8.028D 05	-1.789D 01	-1.841D 01	3.829D 02	-4.192D 02
96	1	1.115D 03	4.437D 02	-3.265D-11	7.985D-07	-1.436D-06	1.844D 05	1.149D 01	1.149D 01	1.036D 02	-8.065D 01
		-8.965D 02	-3.178D 02	3.265D-11	-7.985D-07	1.447D-06	-5.837D 04	-9.235D 00	-9.235D 00	-3.839D 01	1.992D 01
96	2	1.194D 03	5.001D 02	-1.667D-11	9.141D-07	-1.648D-06	2.111D 05	1.230D 01	1.230D 01	1.177D 02	-9.314D 01
		-9.755D 02	-3.743D 02	1.667D-11	-9.141D-07	1.653D-06	-6.633D 04	-1.005D 01	-1.005D 01	-4.318D 01	2.308D 01
96	3	9.895D 02	7.679D 02	-2.164D 00	6.169D 01	3.806D 02	3.315D 05	1.153D 01	8.858D 00	1.758D 02	-1.554D 02
		-7.710D 02	-6.421D 02	2.164D 00	-6.169D 01	3.358D 02	-9.808D 04	-4.764D 00	-9.121D 00	-5.693D 01	4.105D 01
96	4	-6.846D 02	2.050D 03	1.184D 01	3.396D 01	-4.074D 03	2.104D 06	-2.135D 01	7.241D 00	1.044D 03	-1.058D 03
		9.032D 02	-3.302D 03	-1.184D 01	-3.396D 01	1.538D 02	-1.218D 06	9.844D 00	8.765D 00	-5.990D 02	6.176D 02
97	1	2.682D 02	2.138D 02	-2.114D-11	0.0	7.115D-09	5.837D 04	2.956D 00	2.956D 00	3.535D 01	-2.944D 01
		-4.263D 01	-1.330D 02	2.114D-11	0.0	0.0	0.0	-4.700D-01	-4.700D-01	-4.700D-01	-4.700D-01
97	2	2.601D 02	2.374D 02	-2.402D-11	0.0	8.085D-09	6.633D 04	2.867D 00	2.867D 00	3.968D 01	-3.394D 01
		-3.454D 01	-1.567D 02	2.402D-11	0.0	0.0	0.0	-3.807D-01	-3.807D-01	-3.807D-01	-3.807D-01
97	3	2.641D 02	2.256D 02	1.089D 00	0.0	-3.645D 02	6.235D 04	1.624D 00	4.197D 00	3.751D 01	-3.169D 01
		-3.859D 01	-1.448D 02	-1.089D 00	0.0	0.0	0.0	-4.253D-01	-4.253D-01	-4.253D-01	-4.253D-01
97	4	-2.341D 03	5.783D 03	8.567D-01	0.0	-2.884D 02	2.296D 06	-2.682D 01	-2.479D 01	1.248D 03	-1.300D 03
		2.567D 03	-7.856D 03	-8.567D-01	0.0	0.0	0.0	2.829D 01	2.829D 01	2.829D 01	2.829D 01
98	1	2.682D 02	2.138D 02	-2.667D-11	0.0	8.978D-09	5.837D 04	2.956D 00	2.956D 00	3.535D 01	-2.944D 01
		-4.263D 01	-1.330D 02	2.667D-11	0.0	0.0	0.0	-4.700D-01	-4.700D-01	-4.700D-01	-4.700D-01
98	2	2.601D 02	2.374D 02	-3.047D-11	0.0	1.026D-08	6.633D 04	2.867D 00	2.867D 00	3.968D 01	-3.394D 01
		-3.454D 01	-1.567D 02	3.047D-11	0.0	0.0	0.0	-3.807D-01	-3.807D-01	-3.807D-01	-3.807D-01
98	3	3.004D 02	1.195D 02	1.006D 00	0.0	-3.386D 02	2.663D 04	2.124D 00	4.500D 00	1.809D 01	-1.147D 01
		-7.490D 01	-3.871D 01	-1.006D 00	0.0	0.0	0.0	-8.256D-01	-8.256D-01	-8.256D-01	-8.256D-01
98	4	-1.719D 03	4.512D 03	1.062D 00	0.0	-3.573D 02	1.837D 06	-2.020D 01	-1.769D 01	1.000D 03	-1.038D 03
		1.944D 03	-6.400D 03	-1.062D 00	0.0	0.0	0.0	2.143D 01	2.143D 01	2.143D 01	2.143D 01
99	1	2.682D 02	2.138D 02	-2.639D-11	0.0	8.884D-09	5.837D 04	2.956D 00	2.956D 00	3.535D 01	-2.944D 01

112	1	2.682D 02 -4.263D 01	2.138D 02 -1.330D 02	2.447D-11 -2.447D-11	0.0 0.0	-8.239D-09 0.0	5.637D 04 0.0	-2.956D 00 -4.760D-01	2.956D 00 -4.700D-01	3.535D 01 -4.700D-01	-2.944D 01 -4.700D-01
112	2	2.601D 02 -3.454D 01	2.374D 02 -1.567D 02	2.980D-11 -2.980D-11	0.0 0.0	-1.003D-08 0.0	6.633D 04 0.0	2.867D 00 -3.807D-01	2.867D 00 -3.807D-01	3.968D 01 -3.807D-01	-3.394D 01 -3.807D-01
112	3	2.276D 02 -2.270D 00	3.317D 02 -2.509D 02	1.006D 00 -1.006D 00	0.0 0.0	-3.386D 02 0.0	9.808D 04 0.0	1.323D 00 -2.502D-02	3.699D 00 -2.502D-02	5.694D 01 -2.502D-02	-5.191D 01 -2.502D-02
112	4	-8.442D 02 1.070D 03	3.096D 03 -4.139D 03	4.146D-01 -4.146D-01	0.0 0.0	-1.396D 02 0.0	1.218D 06 0.0	-9.795D 00 1.179D 01	-8.816D 00 1.179D 01	6.665D 02 1.179D 01	-6.851D 02 1.179D 01
113	1	-2.871D 02 2.871D 02	1.378D-09 -1.378D-09	4.170D 01 4.170D 01	4.931D-10 -4.931D-10	8.496D-09 -1.282D-08	6.272D-07 -3.718D-07	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00
113	2	-3.512D 02 3.512D 02	1.579D-09 -1.579D-09	4.170D 01 4.170D 01	3.734D-10 -3.734D-10	2.732D-09 -2.198D-08	7.229D-07 -4.303D-07	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00
113	3	-2.442D 02 2.442D 02	-1.879D-01 1.879D-01	4.170D 01 4.170D 01	1.609D-08 -1.609D-08	-1.155D-07 1.676D-08	5.772D-07 -3.482D 01	-2.530D 00 2.530D 00	-2.530D 00 2.530D 00	-2.530D 00 2.481D 00	-2.530D 00 2.579D 00
113	4	5.718D 03 -5.718D 03	-1.503D 03 1.503D 03	6.032D 01 2.308D 01	-3.386D 03 3.386D 03	-3.295D 04 2.950D 04	-3.059D 06 2.780D 06	1.668D 00 -7.697D 00	1.168D 02 -1.108D 02	-4.243D 03 3.851D 03	4.362D 03 -3.970D 03
114	1	-2.871D 02 2.871D 02	2.521D-09 -2.521D-09	4.170D 01 4.170D 01	6.557D-09 -6.557D-09	1.357D-08 1.651D-08	3.718D-07 9.543D-08	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00
114	2	-3.512D 02 3.512D 02	2.912D-09 -2.912D-09	4.170D 01 4.170D 01	7.500D-09 -7.500D-09	1.572D-08 1.757D-08	4.302D-07 1.094D-07	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00
114	3	-1.057D 02 1.057D 02	-1.593D-01 1.593D-01	4.170D 01 4.170D 01	6.758D-09 -6.758D-09	-1.281D-08 -2.887D-08	3.482D 01 -6.433D 01	-1.095D 00 1.095D 00	-1.095D 00 1.095D 00	-1.046D 00 1.005D 00	-1.144D 00 1.186D 00
114	4	3.405D 03 -3.405D 03	-1.013D 04 1.013D 04	2.095D 02 -1.261D 02	-1.442D 04 1.442D 04	-2.594D 04 -5.137D 03	-2.780D 06 9.024D 05	-1.008D 01 -4.424D 01	8.082D 01 -2.630D 01	-3.875D 03 1.254D 03	3.946D 03 -1.305D 03
115	1	-2.871D 02 2.871D 02	2.016D-09 -2.016D-09	4.170D 01 4.170D 01	-3.234D-11 3.234D-11	-1.672D-08 2.277D-09	-9.558D-08 4.693D-07	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00
115	2	-3.512D 02 3.512D 02	2.323D-09 -2.323D-09	4.170D 01 4.170D 01	4.442D-11 -4.442D-11	-1.709D-08 1.145D-09	-1.095D-07 5.400D-07	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00	-3.638D 00 3.638D 00
115	3	2.660D-01 -2.660D-01	-1.064D-01 1.064D-01	4.170D 01 4.170D 01	1.585D-08 -1.585D-08	2.538D-08 7.637D-08	6.433D 01 -8.405D 01	2.756D-03 -2.756D-03	2.756D-03 -2.756D-03	9.323D-02 -1.210D-01	-8.772D-02 1.155D-01
115	4	-9.438D 02 9.438D 02	-1.173D 04 1.173D 04	7.559D 01 7.812D 00	-1.135D 04 1.135D 04	1.026D 04 -1.654D 04	-9.024D 05 -1.272D 06	8.153D 00 -1.913D 01	-2.771D 01 3.868D 01	-1.279D 03 -1.779D 03	1.259D 03 1.799D 03
116	1	-2.871D 02 2.871D 02	5.403D-10 -5.403D-10	4.170D 01 4.170D 01	-1.204D-09 1.204D-09	9.039D-10 -6.182D-09	-4.695D-07 5.697D-07	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00	-2.974D 00 2.974D 00

		4.262D 04	1.132D 04	8.362D 03	-8.675D-04	9.217D 05	-1.356D 06	7.126D 01	-2.112D 01	-1.651D 02	2.153D 02
129	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
129	3	-4.628D 04 4.628D 04	1.144D 04 1.295D 04	8.092D 03 9.944D 03	-1.154D 04 -1.154D 04	-7.220D 05 1.594D 06	1.199D 06 -1.738D 06	-6.340D 01 9.709D 01	8.958D 00 -4.264D 01	1.499D 02 -2.167D 02	-1.954D 02 2.711D 02
129	4	-4.132D 04 4.132D 04	1.056D 04 1.208D 04	7.920D 03 8.805D 03	-2.691D 03 2.691D 03	-1.760D 06 2.081D 06	1.056D 06 -1.609D 06	-1.125D 02 1.286D 02	6.387D 01 -7.996D 01	1.339D 02 -2.014D 02	-1.725D 02 2.560D 02
130	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
130	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
130	3	-4.742D 04 4.742D 04	1.157D 04 1.284D 04	8.233D 03 9.803D 03	-9.780D 03 9.780D 03	-8.908D 05 1.461D 06	1.251D 06 -1.709D 06	-7.253D 01 11011D 02	1.675D 01 -4.530D 01	1.477D 02 -2.118D 02	-2.034D 02 2.676D 02
130	4	-4.166D 04 4.166D 04	1.078D 04 1.185D 04	9.437D 03 7.287D 03	2.948D 04 -2.948D 04	-1.929D 06 1.149D 06	1.178D 06 -1.566D 06	-1.212D 02 8.209D 01	7.218D 01 -3.308D 01	1.408D 02 -1.952D 02	-1.898D 02 2.442D 02
131	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
131	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
131	3	-4.829D 04 4.829D 04	1.178D 04 1.263D 04	8.493D 03 9.543D 03	-6.535D 03 6.535D 03	-1.075D 06 1.456D 06	1.336D 06 -1.642D 06	-8.229D 01 1.014D 02	2.548D 01 -4.456D 01	1.590D 02 -2.019D 02	-2.158D 02 2.587D 02
131	4	-4.102D 04 4.102D 04	1.113D 04 1.151D 04	9.429D 03 7.296D 03	3.238D 04 -3.238D 04	-1.336D 06 5.622D 05	1.333D 06 -1.470D 06	-9.109D 01 5.230D 01	4.283D 01 -4.045D 00	1.629D 02 -1.821D 02	-2.112D 02 2.304D 02
132	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
132	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
132	3	-4.876D 04 4.876D 04	1.264D 04 1.235D 04	8.834D 03 9.202D 03	-2.295D 03 2.295D 03	-1.248D 06 1.581D 06	1.440D 06 -1.547D 06	-9.120D 01 9.790D 01	3.384D 01 -4.054D 01	1.733D 02 -1.884D 02	-2.307D 02 2.458D 02
132	4	-4.027D 04 4.027D 04	1.134D 04 1.129D 04	8.735D 03 7.989D 03	1.673D 04 -1.673D 04	-7.861D 05 5.153D 05	1.403D 06 -1.384D 06	-6.308D 01 4.951D 01	1.571D 01 -2.134D 00	1.732D 02 -1.705D 02	-2.206D 02 2.178D 02
133	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
133	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02

23

137	4	-4.132D 04 4.132D 04	1.208D 04 1.056D 04	8.805D 03 7.920D 03	2.691D 03 -2.691D 03	-2.081D 06 1.760D 06	1.609D 06 -1.056D 06	-1.286D 02 1.125D 02	7.996D 01 -6.387D 01	2.014D 02 -1.239D 02	-2.500D 02 1.725D 02
138	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
138	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
138	3	-4.391D 04 4.391D 04	1.284D 04 1.157D 04	9.803D 03 8.233D 03	9.780D 03 -9.780D 03	-1.098D 06 5.283D 05	1.673D 06 -1.216D 06	-8.086D 01 5.230D 01	2.920D 01 -6.459D-01	2.089D 02 -1.447D 02	-2.606D 02 1.964D 02
138	4	-3.949D 04 3.949D 04	1.219D 04 1.045D 04	1.068D 04 6.247D 03	4.351D 04 -4.351D 04	-2.429D 06 8.933D 05	1.630D 06 -9.975D 05	-1.449D 02 6.800D 01	9.847D 01 -2.154D 01	2.054D 02 -1.167D 02	-2.518D 02 1.632D 02
139	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
139	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
139	3	-4.303D 04 4.303D 04	1.263D 04 1.178D 04	9.543D 03 8.493D 03	6.535D 03 -6.535D 03	-9.136D 05 5.328D 05	1.589D 06 -1.283D 05	-7.110D 01 5.201D 01	2.047D 01 -1.386D 00	1.975D 02 -1.547D 02	-2.482D 02 2.053D 02
139	4	-3.661D 04 3.661D 04	1.200D 04 1.063D 04	1.163D 04 5.094D 03	6.420D 04 -6.420D 04	-1.928D 06 -4.435D 05	1.583D 06 -1.084D 06	-1.182D 02 -6.905D-01	7.510D 01 4.376D 01	2.005D 02 -1.306D 02	-2.436D 02 1.736D 02
140	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
140	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
140	3	-4.256D 04 4.256D 04	1.235D 04 1.206D 04	9.202D 03 8.834D 03	2.295D 03 -2.295D 03	-7.414D 05 6.076D 05	1.485D 06 -1.377D 06	-6.219D 01 5.549D 01	1.211D 01 -5.413D 00	1.832D 02 -1.682D 02	-2.333D 02 2.182D 02
140	4	-3.400D 04 3.400D 04	1.184D 04 1.079D 04	1.003D 04 6.696D 03	4.073D 04 -4.073D 04	-4.794D 05 -7.297D 05	1.540D 06 -1.160D 06	-4.403D 01 -1.684D-01	4.022D 00 5.657D 01	1.960D 02 -1.427D 02	-2.360D 02 1.827D 02
141	1	-4.262D 04 4.262D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	8.675D-04 -8.675D-04	-9.217D 05 9.217D 05	1.356D 06 -1.356D 06	-7.126D 01 7.126D 01	2.112D 01 -2.112D 01	1.651D 02 -1.651D 02	-2.153D 02 2.153D 02
141	2	-4.871D 04 4.871D 04	1.309D 04 1.309D 04	9.674D 03 9.674D 03	9.930D-04 -9.930D-04	-1.067D 06 1.067D 06	1.569D 06 -1.569D 06	-8.213D 01 8.213D 01	2.483D 01 -2.483D 01	1.914D 02 -1.914D 02	-2.487D 02 2.487D 02
141	3	-4.256D 04 4.256D 04	1.206D 04 1.235D 04	8.834D 03 9.202D 03	-2.295D 03 2.295D 03	-6.076D 05 7.414D 05	1.377D 06 -1.485D 06	-5.549D 01 6.219D 01	5.413D 00 -1.211D 01	1.682D 02 -1.832D 02	-2.182D 02 2.333D 02
141	4	-3.297D 04 3.297D 04	1.132D 04 1.132D 04	8.362D 03 8.362D 03	1.040D-02 -1.040D-02	3.746D 05 -3.746D 05	1.342D 06 -1.342D 06	-6.241D-01 6.242D-01	-3.817D 01 3.817D 01	1.688D 02 -1.688D 02	-2.076D 02 2.076D 02

234

155	1	-3.564D 03 3.564D 03	4.181D 03 4.181D 03	1.057D-16 -1.057D-16	2.289D-06 -2.289D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01
155	2	-3.991D 03 3.991D 03	4.837D 03 4.837D 03	1.209D-16 -1.209D-16	2.620D-06 -2.620D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01
155	3	-4.066D 03 4.066D 03	4.509D 03 4.509D 03	8.309D-15 -8.309D-15	2.881D 00 2.881D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.387D 01 5.387D 01	-5.387D 01 5.387D 01	-5.387D 01 5.387D 01	-5.387D 01 5.387D 01
155	4	-3.197D 03 3.197D 03	4.181D 03 4.181D 03	-1.287D-13 1.287D-13	1.393D 02 -1.393D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	-4.235D 01 4.235D 01	-4.235D 01 4.235D 01	-4.235D 01 4.235D 01	-4.235D 01 4.235D 01
156	1	-3.564D 03 3.564D 03	4.181D 03 4.181D 03	-8.255D-17 8.255D-17	2.289D-06 -2.289D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01
156	2	-3.991D 03 3.991D 03	4.837D 03 4.837D 03	-9.445D-17 9.445D-17	2.620D-06 -2.620D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01
156	3	-4.118D 03 4.118D 03	4.509D 03 4.509D 03	3.786D-15 -3.786D-15	-1.012D 00 1.012D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.455D 01 5.455D 01	-5.455D 01 5.455D 01	-5.455D 01 5.455D 01	-5.455D 01 5.455D 01
156	4	-3.781D 03 3.781D 03	4.181D 03 4.181D 03	-8.521D-14 8.521D-14	8.499D 01 -8.499D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.009D 01 5.009D 01	-5.009D 01 5.009D 01	-5.009D 01 5.009D 01	-5.009D 01 5.009D 01
157	1	-3.564D 03 3.564D 03	4.181D 03 4.181D 03	-8.255D-17 8.255D-17	2.289D-06 -2.289D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01
157	2	-3.991D 03 3.991D 03	4.837D 03 4.837D 03	-9.445D-17 9.445D-17	2.620D-06 -2.620D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01
157	3	-4.118D 03 4.118D 03	4.509D 03 4.509D 03	-3.905D-15 3.905D-15	1.012D 00 -1.012D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.455D 01 5.455D 01	-5.455D 01 5.455D 01	-5.455D 01 5.455D 01	-5.455D 01 5.455D 01
157	4	-3.991D 03 3.991D 03	4.181D 03 4.181D 03	-1.617D-16 1.617D-16	3.754D-05 -3.754D-05	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01
158	1	-3.564D 03 3.564D 03	4.181D 03 4.181D 03	-8.255D-17 8.255D-17	2.289D-06 -2.289D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01	-4.721D 01 4.721D 01
158	2	-3.991D 03 3.991D 03	4.837D 03 4.837D 03	-9.445D-17 9.445D-17	2.620D-06 -2.620D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01	-5.287D 01 5.287D 01
158	3	-4.066D 03 4.066D 03	4.509D 03 4.509D 03	-1.102D-14 1.102D-14	2.881D 00 -2.881D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.387D 01 5.387D 01	-5.387D 01 5.387D 01	-5.387D 01 5.387D 01	-5.387D 01 5.387D 01
158	4	-3.781D 03 3.781D 03	4.181D 03 4.181D 03	8.494D-14 -8.494D-14	-8.499D 01 8.499D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	-5.009D 01 5.009D 01	-5.009D 01 5.009D 01	-5.009D 01 5.009D 01	-5.009D 01 5.009D 01
159	1	-3.564D 03	4.181D 03	1.057D-16	2.289D-06	0.0	0.0	-4.721D 01	-4.721D 01	-4.721D 01	-4.721D 01

172	1	2.692D 04 -2.692D 04	2.941D 03 2.941D 03	-1.017D-15 -1.017D-15	-2.514D-06 -2.514D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02
172	2	3.088D 04 -3.088D 04	3.402D 03 3.402D 03	1.160D-15 -1.160D-15	2.878D-06 -2.878D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02
172	3	2.795D 04 -2.795D 04	3.172D 03 3.172D 03	8.070D-15 -8.070D-15	-5.742D 00 5.742D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	3.703D 02 -3.703D 02	3.703D 02 -3.703D 02	3.703D 02 -3.703D 02	3.703D 02 -3.703D 02
172	4	2.344D 04 -2.344D 04	2.941D 03 2.941D 03	-6.630D-14 6.630D-14	1.290D 02 -1.290D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	3.105D 02 -3.105D 02	3.105D 02 -3.105D 02	3.105D 02 -3.105D 02	3.105D 02 -3.105D 02
173	1	2.692D 04 -2.692D 04	2.941D 03 2.941D 03	-1.017D-15 -1.017D-15	-2.514D-06 -2.514D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02
173	2	3.088D 04 -3.088D 04	3.402D 03 3.402D 03	1.160D-15 -1.160D-15	2.878D-06 -2.878D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02
173	3	2.795D 04 -2.795D 04	3.172D 03 3.172D 03	1.487D-14 -1.487D-14	5.742D 00 -5.742D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	3.703D 02 -3.703D 02	3.703D 02 -3.703D 02	3.703D 02 -3.703D 02	3.703D 02 -3.703D 02
173	4	2.344D 04 -2.344D 04	2.941D 03 2.941D 03	-1.062D-15 -1.062D-15	-1.156D-05 -1.156D-05	0.0 0.0	0.0 0.0	3.108D 02 -3.108D 02	3.108D 02 -3.108D 02	3.108D 02 -3.108D 02	3.108D 02 -3.108D 02
174	1	2.692D 04 -2.692D 04	2.941D 03 2.941D 03	-1.017D-15 -1.017D-15	-2.514D-06 -2.514D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02
174	2	3.088D 04 -3.088D 04	3.402D 03 3.402D 03	1.160D-15 -1.160D-15	2.878D-06 -2.878D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02
174	3	2.810D 04 -2.810D 04	3.172D 03 3.172D 03	4.014D-14 -4.014D-14	1.635D 01 -1.635D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	3.722D 02 -3.722D 02	3.722D 02 -3.722D 02	3.722D 02 -3.722D 02	3.722D 02 -3.722D 02
174	4	2.344D 04 -2.344D 04	2.941D 03 2.941D 03	6.918D-14 -6.918D-14	-1.290D 02 1.290D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	3.105D 02 -3.105D 02	3.105D 02 -3.105D 02	3.105D 02 -3.105D 02	3.105D 02 -3.105D 02
175	1	2.692D 04 -2.692D 04	2.941D 03 2.941D 03	-1.017D-15 -1.017D-15	-2.514D-06 -2.514D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02
175	2	3.088D 04 -3.088D 04	3.402D 03 3.402D 03	1.160D-15 -1.160D-15	2.878D-06 -2.878D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02	4.091D 02 -4.091D 02
175	3	2.836D 04 -2.836D 04	3.172D 03 3.172D 03	-1.808D-14 1.808D-14	2.447D 01 -2.447D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	3.757D 02 -3.757D 02	3.757D 02 -3.757D 02	3.757D 02 -3.757D 02	3.757D 02 -3.757D 02
175	4	2.339D 04 -2.339D 04	2.941D 03 2.941D 03	-1.038D-13 -1.038D-13	-1.962D 02 1.962D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	3.099D 02 -3.099D 02	3.099D 02 -3.099D 02	3.099D 02 -3.099D 02	3.099D 02 -3.099D 02
176	1	2.692D 04 -2.692D 04	2.941D 03 2.941D 03	-1.017D-15 -1.017D-15	-2.514D-06 -2.514D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02	3.567D 02 -3.567D 02

1
236
1

185	1	3.087D 04 -3.087D 04	2.000D 03 2.000D 03	-5.272D-16 5.272D-16	2.928D-06 -2.928D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02
185	2	3.533D 04 -3.533D 04	2.313D 03 2.313D 03	-6.069D-16 6.069D-16	3.352D-06 -3.352D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02
185	3	3.293D 04 -3.293D 04	2.157D 03 2.157D 03	-3.403D-13 3.403D-13	-2.583D 01 2.583D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	4.363D 02 -4.363D 02	4.363D 02 -4.363D 02	4.363D 02 -4.363D 02	4.363D 02 -4.363D 02
185	4	2.696D 04 -2.696D 04	2.000D 03 2.000D 03	-3.527D-13 3.527D-13	-3.923D 01 3.923D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	3.572D 02 -3.572D 02	3.572D 02 -3.572D 02	3.572D 02 -3.572D 02	3.572D 02 -3.572D 02
186	1	3.087D 04 -3.087D 04	2.000D 03 2.000D 03	-5.271D-16 5.271D-16	2.928D-06 -2.928D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02
186	2	3.533D 04 -3.533D 04	2.313D 03 2.313D 03	-6.068D-16 6.068D-16	3.352D-06 -3.352D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02
186	3	3.262D 04 -3.262D 04	2.157D 03 2.157D 03	7.423D-14 -7.423D-14	-2.190D 01 2.190D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	4.322D 02 -4.322D 02	4.322D 02 -4.322D 02	4.322D 02 -4.322D 02	4.322D 02 -4.322D 02
186	4	2.697D 04 -2.697D 04	2.000D 03 2.000D 03	-1.431D-13 1.431D-13	-1.135D 02 1.135D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	3.572D 02 -3.572D 02	3.572D 02 -3.572D 02	3.572D 02 -3.572D 02	3.572D 02 -3.572D 02
187	1	3.087D 04 -3.087D 04	2.000D 03 2.000D 03	-1.146D-15 1.146D-15	2.928D-06 -2.928D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02
187	2	3.533D 04 -3.533D 04	2.313D 03 2.313D 03	-1.319D-15 1.319D-15	3.352D-06 -3.352D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02
187	3	3.239D 04 -3.239D 04	2.157D 03 2.157D 03	1.747D-14 -1.747D-14	-1.463D 01 1.463D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	4.290D 02 -4.290D 02	4.290D 02 -4.290D 02	4.290D 02 -4.290D 02	4.290D 02 -4.290D 02
187	4	2.695D 04 -2.695D 04	2.000D 03 2.000D 03	-1.036D-13 1.036D-13	-1.942D 02 1.942D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	3.569D 02 -3.569D 02	3.569D 02 -3.569D 02	3.569D 02 -3.569D 02	3.569D 02 -3.569D 02
188	1	3.087D 04 -3.087D 04	2.000D 03 2.000D 03	-5.272D-16 5.272D-16	2.928D-06 -2.928D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02	4.089D 02 -4.089D 02
188	2	3.533D 04 -3.533D 04	2.313D 03 2.313D 03	-6.069D-16 6.069D-16	3.352D-06 -3.352D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02	4.681D 02 -4.681D 02
188	3	3.226D 04 -3.226D 04	2.157D 03 2.157D 03	-6.739D-14 6.739D-14	-5.138D 00 5.138D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	4.273D 02 -4.273D 02	4.273D 02 -4.273D 02	4.273D 02 -4.273D 02	4.273D 02 -4.273D 02
188	4	2.692D 04 -2.692D 04	2.000D 03 2.000D 03	-3.071D-13 3.071D-13	-1.359D 02 1.359D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	3.566D 02 -3.566D 02	3.566D 02 -3.566D 02	3.566D 02 -3.566D 02	3.566D 02 -3.566D 02
189	1	3.087D 04	2.000D 03	-5.272D-16	2.928D-06	0.0	0.0	4.089D 02	4.089D 02	4.089D 02	4.089D 02

202	1	1.479D 04 -1.479D 04	1.234D 03 1.234D 03	-9.985D-17 9.985D-17	3.496D-06 -3.496D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02
202	2	1.689D 04 -1.689D 04	1.428D 03 1.428D 03	-1.144D-16 1.144D-16	4.002D-06 -4.002D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02
202	3	1.537D 04 -1.537D 04	1.331D 03 1.331D 03	3.707D-13 -3.707D-13	-1.897D 01 1.897D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	2.175D 02 -2.175D 02	2.175D 02 -2.175D 02	2.175D 02 -2.175D 02	2.175D 02 -2.175D 02
202	4	1.252D 04 -1.252D 04	1.234D 03 1.234D 03	9.105D-13 -9.105D-13	1.008D 02 -1.008D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	1.771D 02 -1.771D 02	1.771D 02 -1.771D 02	1.771D 02 -1.771D 02	1.771D 02 -1.771D 02
203	1	1.479D 04 -1.479D 04	1.234D 03 1.234D 03	-9.988D-17 9.988D-17	3.496D-06 -3.496D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02
203	2	1.689D 04 -1.689D 04	1.428D 03 1.428D 03	-1.144D-16 1.144D-16	4.002D-06 -4.002D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02
203	3	1.514D 04 -1.514D 04	1.331D 03 1.331D 03	3.497D-13 -3.497D-13	-1.268D 01 1.268D 01	0.0 0.0	0.0 0.0	2.142D 02 -2.142D 02	2.142D 02 -2.142D 02	2.142D 02 -2.142D 02	2.142D 02 -2.142D 02
203	4	1.255D 04 -1.255D 04	1.234D 03 1.234D 03	1.448D-12 -1.448D-12	1.439D 02 -1.439D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	1.775D 02 -1.775D 02	1.775D 02 -1.775D 02	1.775D 02 -1.775D 02	1.775D 02 -1.775D 02
204	1	1.479D 04 -1.479D 04	1.234D 03 1.234D 03	7.342D-16 -7.342D-16	3.496D-06 -3.496D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02
204	2	1.689D 04 -1.689D 04	1.428D 03 1.428D 03	8.412D-16 -8.412D-16	4.002D-06 -4.002D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02
204	3	1.501D 04 -1.501D 04	1.331D 03 1.331D 03	1.500D-13 -1.500D-13	-4.452D 00 4.452D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	2.124D 02 -2.124D 02	2.124D 02 -2.124D 02	2.124D 02 -2.124D 02	2.124D 02 -2.124D 02
204	4	1.257D 04 -1.257D 04	1.234D 03 1.234D 03	9.678D-13 -9.678D-13	1.176D 02 -1.176D 02	0.0 0.0	0.0 0.0	1.779D 02 -1.779D 02	1.779D 02 -1.779D 02	1.779D 02 -1.779D 02	1.779D 02 -1.779D 02
205	1	1.479D 04 -1.479D 04	1.234D 03 1.234D 03	-9.985D-17 9.985D-17	3.496D-06 -3.496D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02
205	2	1.689D 04 -1.689D 04	1.428D 03 1.428D 03	-1.144D-16 1.144D-16	4.002D-06 -4.002D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02	2.390D 02 -2.390D 02
205	3	1.501D 04 -1.501D 04	1.331D 03 1.331D 03	8.709D-14 8.709D-14	4.452D 00 -4.452D 00	0.0 0.0	0.0 0.0	2.124D 02 -2.124D 02	2.124D 02 -2.124D 02	2.124D 02 -2.124D 02	2.124D 02 -2.124D 02
205	4	1.259D 04 -1.259D 04	1.234D 03 1.234D 03	-1.599D-16 1.599D-16	1.345D-05 -1.345D-05	0.0 0.0	0.0 0.0	1.780D 02 -1.780D 02	1.780D 02 -1.780D 02	1.780D 02 -1.780D 02	1.780D 02 -1.780D 02
206	1	1.479D 04 -1.479D 04	1.234D 03 1.234D 03	-9.988D-17 9.988D-17	3.496D-06 -3.496D-06	0.0 0.0	0.0 0.0	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02	2.092D 02 -2.092D 02

B I B L I O G R A F I A

- Joseph E. Bowles, " Diseño de Acero Estructural ", Méxi-
co, Ed. Limusa, 1984, 606 p.p.

- Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investi-
gaciones Electricas, " Manual de Diseño de Obras Civi--
les ".

- M. en C. Enrique Martínez Romero, "Estructuras de gran-
des claros en construcción compuesta ", Memorias del --
Primer Simposio Internacional de Estructuras de Acero,
México 1984, Pag. M1-M15.

- Mc Garraugh, J.B. and Baldwin, J.W., " Lightweight Con--
crete on Steel Composite Beams ", AISC, Eng. Journal. -
Vol. 8 No. 3, July 1971. .

- Porter, M.L. and Eckberg C.E., " Design Recomendations_
for Steel Deck Floor Slabs ", Journal of the Str. Div .
ASCE, Nov. 1976.