

306615

13

2eg



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

ANALISIS Y OPTIMIZACION DE MARCOS PARA NAVES INDUSTRIALES SIN LIMITACION DE GEOMETRIA Y SECCION VARIABLE CON APOYO DE MICRO-COMPUTADORA

TESIS CON
FALLA DE OR.GEN

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A :

JOSE ANTONIO MORALES ROSALES



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pág.
Capítulo I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
Capítulo II. METODO DE ANALISIS	5
2.1. Generalidades sobre Métodos Matriciales.	5
2.1.1. Conceptos Básicos y Definiciones.	5
2.1.2. Elementos Estructurales.	5
2.1.3. Nudos de Liga.	6
2.1.4. Apoyos o Frontera.	6
2.1.5. Notación de Cargas y Desplazamientos.	7
2.1.6. Sistema de Ejes Local y Sistema de Ejes Global o General.	8
2.1.7. Relación entre las Condiciones de Equilibrio y Compatibilidad.	9
2.1.8. Ecuaciones Fuerza-Desplazamiento.	11
2.2. Método de Rigideces.	13
2.2.1. Introducción.	13
2.2.2. Rigidez en elementos con Sección Transversal Constante.	14
2.2.3. Matriz de Rigideces $[K]$.	24
2.2.4. Discretización de Cargas.	27
2.2.5. Obtención de Desplazamientos.	30
2.2.6. Elementos Mecánicos.	34
2.3. Miembros con Sección Transversal Variable.	35
2.3.1. Rigidez en Elementos con Sección Transversal Variable.	36
2.3.2. Inversión de la Matriz de Flexibilidad.	51
2.3.3. Comprobación de la Matriz de Rigidez con Sección Constante.	53
2.3.4. Obtención de la Matriz de Flexibilidad por Integración Numérica.	61

	Pág.
4.4. Programa "CORRESPONDENCIA"	126
4.5. Programa "RIGIDEZ EN BARRAS"	127
4.6. Programa "MATRIZ RIGIDECES ESTRUCTURA"	128
4.7. Programa "FUERZA INICIAL"	128
4.8. Programa "SOLUCION"	130
4.9. Programa "ELEMENTOS"	132
4.10. Programa "ANALISIS-REVISION"	133
4.11. Programa "SECCION TRANSVERSAL"	134
4.12. Programa "PROPIEDADES"	135
4.13. Programa "RIGIDEZ SECCION VARIABLE"	136
4.14. Programa "FUERZAS (2)"	136
4.15. Programa "CUANTIFICACION"	137
4.16. Diagrama de Flujo del Sistema.	137
4.17. Manual de Operación.	140
Capítulo V. EJEMPLO DE APLICACION	149
5.1. Introducción	149
5.2. Análisis de Cargas y Geometría.	152
5.3. Análisis de Largueros.	155
5.4. Análisis y Diseño de la Estructura.	157
5.4.1. Sección Transversal Constante.	158
5.4.2. Sección Transversal Variable.	174
Capítulo VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	301
BIBLIOGRAFIA	305
APENDICE	309
a) Listado de Programas.	311
b) Formas de Datos.	372

I N D I C E

	Pág.
Capítulo I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
Capítulo II. METODO DE ANALISIS	5
2.1. Generalidades sobre Métodos Matriciales.	5
2.1.1. Conceptos Básicos y Definiciones.	5
2.1.2. Elementos Estructurales.	5
2.1.3. Nudos de Liga.	6
2.1.4. Apoyos o Frontera.	6
2.1.5. Notación de Cargas y Desplazamientos.	7
2.1.6. Sistema de Ejes Local y Sistema de Ejes Global o General.	8
2.1.7. Relación entre las Condiciones de Equilibrio y Compatibilidad.	9
2.1.8. Ecuaciones Fuerza-Desplazamiento.	11
2.2. Método de Rigideces.	13
2.2.1. Introducción.	13
2.2.2. Rigidez en elementos con Sección Transversal Constante.	14
2.2.3. Matriz de Rigideces $[K]$	24
2.2.4. Discretización de Cargas.	27
2.2.5. Obtención de Desplazamientos.	30
2.2.6. Elementos Mecánicos.	34
2.3. Miembros con Sección Transversal Variable.	35
2.3.1. Rigidez en Elementos con Sección Transversal Variable.	36
2.3.2. Inversión de la Matriz de Flexibilidad.	51
2.3.3. Comprobación de la Matriz de Rigidez con Sección Constante.	53
2.3.4. Obtención de la Matriz de Flexibilidad por Integración Numérica.	61

	Pág.
2.3.5. Acciones de Empotramiento- en Elementos con Sección - Transversal Variable.	65
Capítulo III. ASPECTOS DEL DISEÑO	73
3.1. Principios Generales del Diseño.	73
3.2. Flexión.	75
3.2.1. Pandeo Lateral en Vigas.	77
3.3. Compresión.	81
3.4. Tensión Axial y Flexión.	85
3.4.1. Diseño por Esfuerzos Permi- sibles.	86
3.5. Compresión Axial y Flexión.	88
3.5.1. Especificaciones para dise- ño.	88
3.5.2. Diseño Basado en Esfuerzos Permisibles.	88
3.6. Cortante.	92
3.7. Esfuerzos Unitarios Admisibles.	94
3.8. Deflexiones.	97
3.9. Vigas Reforzadas de Peralte Varia- ble.	99
3.10. Dimensionamiento de Trabes Arma- das.	102
3.10.1. Prediseño.	103
3.11. Propiedades Geométricas de la Sec- ción Transversal.	107
3.12. Diseño de Marcos Rígidos de un Ni- vel.	109
3.12.1. Marcos de dos aguas.	110
3.12.2. Diseño basado en esfuer- zos permisibles, de acuer- do con las normas AISC de 1969 (Ref. 11.1)	111
3.12.3. Resumen del Diseño.	113
Capítulo IV. PROGRAMA PARA ANALISIS Y DISEÑO EN MICRO- COMPUTADORA.	121
4.1. Descripción del Programa.	121
4.2. Programa "SALUDO"	122
4.3. Programa "DATOS GENERALES"	122
4.3.1. Datos Nudos.	122
4.3.2. Datos Barras.	125

4.4.	Programa "CORRESPONDENCIA"	126
4.5.	Programa "RIGIDEZ EN BARRAS"	127
4.6.	Programa "MATRIZ RIGIDECES ESTRUCTURA"	128
4.7.	Programa "FUERZA INICIAL"	128
4.8.	Programa "SOLUCION"	130
4.9.	Programa "ELEMENTOS"	132
4.10.	Programa "ANALISIS-REVISION"	133
4.11.	Programa "SECCION TRANSVERSAL"	134
4.12.	Programa "PROPIEDADES"	135
4.13.	Programa "RIGIDEZ SECCION VARIABLE"	136
4.14.	Programa "FUERZAS (2)"	136
4.15.	Programa "CUANTIFICACION"	137
4.16.	Diagrama de Flujo del Sistema.	137
4.17.	Manual de Operación.	140
Capítulo V.	EJEMPLO DE APLICACION	149
5.1.	Introducción	149
5.2.	Análisis de Cargas y Geometría.	152
5.3.	Análisis de Largueros.	155
5.4.	Análisis y Diseño de la Estructura.	157
5.4.1.	Sección Transversal Constante.	158
5.4.2.	Sección Transversal Variable.	174
Capítulo VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	301
BIBLIOGRAFIA		305
APENDICE		309
a)	Listado de Programas.	311
b)	Formas de Datos.	372

C A P I T U L O I

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Las estructuras con miembros de sección transversal variable, encuentran considerable aplicación en la construcción de naves industriales. Por eso este estudio tiene por objeto el desarrollo de un sistema en computadora, que proporcione rapidez y calidad en el análisis y diseño de este tipo de estructuras.

El sistema deberá ser lo suficientemente versátil para admitir cualquier configuración geométrica y diversos tipos de apoyos.

Este sistema se aplicará para estructuras con sección transversal variable formada por tres placas soldadas (Sección "I").

El sistema se elaborará en una microcomputadora APPLE II-PLUS, se usará este equipo debido a que van teniendo una mayor aceptación en nuestro medio, ya que son más accesibles, convir-

tiéndose así en una herramienta para el análisis y diseño de estructuras con mayor rapidez, al mínimo costo y disminuyendo al máximo los errores de tipo numérico.

En el capítulo II, se describe ampliamente el método de análisis, presentándose los conceptos básicos.

Se hace el estudio en primera instancia para miembros -- con sección transversal constante indicándose las hipótesis y - teoría que lo fundamenta, planteándose la ecuación fuerza-des--plazamiento, para la obtención de los desplazamientos, reaccio--nes y elementos mecánicos.

Posteriormente se hace énfasis en el análisis de estruc--turas con sección transversal variable, presentándose las rigi--deces de miembro y las acciones de empotramiento, ya que éstas--no son las mismas que para miembros con sección transversal --- constante.

En el capítulo III, se presentan los aspectos generales--del diseño para revisar la efectividad de una sección transvers--sal, sus limitaciones por deformación y los esfuerzos unitarios admisibles.

Se describe un prediseño buscando encontrar una sección--óptima que brinde la máxima efectividad con el menor material.

En el capítulo IV se hace una descripción del sistema explicándose cada uno de los programas, el diagrama de flujo de - éste así como el manual de operación. Este capítulo tiene por-

objeto, el capacitar a cualquier usuario en la utilización del programa, sus limitaciones, forma de dar los datos e interpretación de resultados.

En el capítulo V se realiza una aplicación del sistema. El ejemplo escogido se trata de una nave industrial constituida por marcos rígidos de sección transversal variable formada de tres placas soldadas (Sección "I")

En el capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones alcanzadas en este estudio.

Posteriormente se incluye la bibliografía y en el apéndice se tiene el listado completo del programa, así como las formas para facilitar la captura de datos.

CAPITULO II

METODO DE ANALISIS

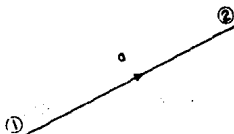
2.1. GENERALIDADES SOBRE METODOS MATRICIALES

2.1.1. Conceptos Básicos y Definiciones

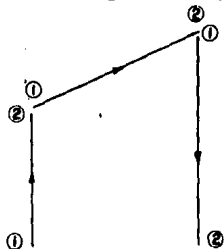
A continuación se establecen los conceptos básicos y la nomenclatura que se usará en el desarrollo de la exposición del método de análisis.

2.1.2. Elementos Estructurales

A un conjunto de elementos estructurales los designaremos como $a=(a_i)$ o bien (a,b,c,\dots,n) en donde para cada elemento estructural existe un inicio y un final llamándoles ① y ② respectivamente, como se indican en las figuras (a) y (b).



Elemento Finito
Figura (a)



Dirección de las Barras
Figura (b)

2.1.3. Nudos de Liga

Los elementos estructurales están unidos por nudos que llamaremos de liga, a este conjunto finito lo designaremos como $A = (A_i)$ o bien (A, B, \dots, N) .

2.1.4. Apoyos o Fronteras

Los apoyos o fronteras son nudos de liga que tienen la característica de fijar o no fijar en una, varias o todas direcciones el extremo de la barra. Estas fronteras comúnmente son: empotre, apoyo guiado, apoyo fijo y apoyo móvil, como se puede observar en las figuras (c) y (d).

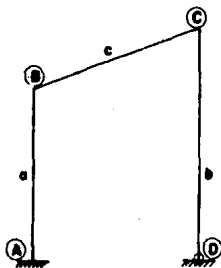


Figura (c)



Empotrado



Fijo



Móvil

Figura (d)

La forma de una estructura queda definida por las direcciones de los elementos estructurales, la forma como están ligados y el tipo de apoyo o frontera.

Entonces, una estructura la podemos expresar como $E = (a_i, A_r)$, con (i) barras y (r) nudos.

2.1.5. Notación de Cargas y Desplazamientos

Para estructuras en el plano se tienen como máximo 3 componentes, 2 fuerzas y 1 momento, las mismas consideraciones se hacen para los desplazamientos. En la figura (e) se ilustran las fuerzas, momentos, desplazamientos lineales y desplazamientos angulares; los sentidos (contrario a las manecillas del reloj) marcan signos positivos.

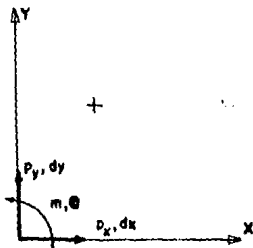


Figura (e)

Las fuerzas y desplazamientos los podemos expresar en forma de vectores:

$$[P] = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ m \end{bmatrix} \quad [d] = \begin{bmatrix} dx \\ dy \\ \theta \end{bmatrix}$$

2.1.6. Sistema de Ejes Local y Sistema de Ejes Global o General.

Cada elemento estructural tendrá su sistema de ejes local, en donde el eje X deberá coincidir con el eje de la barra y los otros ejes tomarán las direcciones de los ejes ortogonales al anterior. Dos de los tres ejes, estarán contenidos en el plano de cargas. El sistema general o global será el marco de referencia del Sistema Estructural. Ver figura (f).

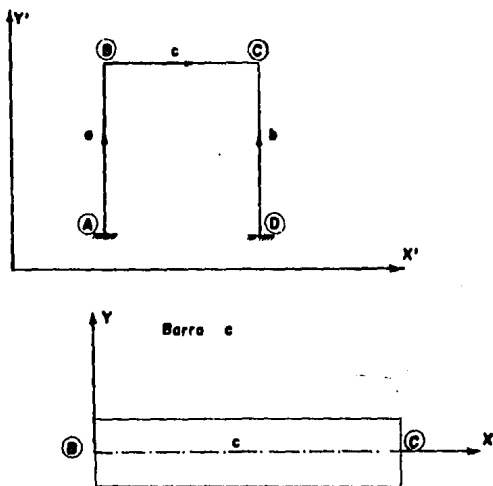


Figura (f)

2.1.7. Relación entre las Condiciones de Equilibrio y Compatibilidad.

Se demostrará que las condiciones de equilibrio y compatibilidad en una estructura no son independientes, sino que --- guardan cierta relación.

Consideremos un Nudo "N" donde concurren 3 barras y actúan las cargas externas " P_N ", en la figura (g) se anotan: el vector de cargas y los vectores correspondientes a fuerzas internas.

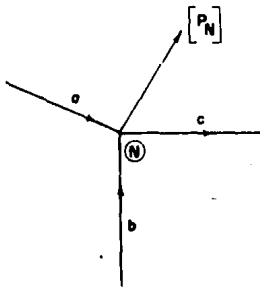


Figura (g)

$$[P_N] = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ m \end{bmatrix}$$

$$[P'_{2a}] = \begin{bmatrix} p'_x \\ p'_y \\ m' \end{bmatrix}$$

$$[P'_{1c}] = \begin{bmatrix} p'_x \\ p'_y \\ m' \end{bmatrix}$$

$$[P'_{2b}] = \begin{bmatrix} p'_x \\ p'_y \\ m' \end{bmatrix}$$

Por condición de equilibrio:

$$[P'_{2a}] + [P'_{2b}] + [P'_{1c}] = [P_N]$$

Por condición de compatibilidad:

$$\begin{bmatrix} d'_{2a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d'_{2b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d'_{1c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_N \end{bmatrix}$$

A las fuerzas y desplazamientos de los extremos de las barras, los expresaremos de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} p'_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p'_{2a} \\ p'_{2b} \\ p'_{1c} \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} d'_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d'_{2a} \\ d'_{2b} \\ d'_{1c} \end{bmatrix} \quad m = \text{barras}$$

$$\begin{bmatrix} p_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & I & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p'_{2a} \\ p'_{2b} \\ p'_{1c} \end{bmatrix} \quad \text{o bien,} \quad \begin{bmatrix} p_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & I & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p'_m \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} d'_{2a} \\ d'_{2b} \\ d'_{1c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I \\ I \\ I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_N \end{bmatrix} \quad \text{o bien} \quad \begin{bmatrix} d'_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & I & I \end{bmatrix}^t \begin{bmatrix} d_N \end{bmatrix}$$

Llamando "C" a las matrices que contienen "I"

$$\begin{bmatrix} p_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p'_m \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad \begin{bmatrix} d'_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C \end{bmatrix}^t \begin{bmatrix} d_N \end{bmatrix} \quad (2.1.1)$$

A esta relación se le llama contragradiente.

Aplicando el principio del trabajo virtual, imponemos a "N" un movimiento virtual $\begin{bmatrix} \delta d_N \end{bmatrix}$, entonces tenemos:

$$\begin{bmatrix} p_N \end{bmatrix}^t \begin{bmatrix} \delta d_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p'_m \end{bmatrix}^t \begin{bmatrix} \delta d'_m \end{bmatrix} \quad (2.1.2)$$

$T_e = T_i$ (Trabajo exterior = trabajo interior)

De la expresión (2.1.1)

$$[p_N]^t = [p'_m]^t [C]^t \quad (2.1.3)$$

Sustituyendo (2.1.3) en (2.1.2)

$$[p'_m]^t [C]^t [\delta d_N] = [p'_m]^t [\delta d'_m]$$

$$[C]^t [\delta d_N] = [\delta d'_m]$$

Como los desplazamientos de la estructura son pequeños, podemos reemplazar los movimientos reales por los virtuales.

$$[d'_m] = [C]^t [d_N]$$

Demostrando la existencia de la segunda expresión de --- (2.1.1) a partir de la primera.

2.1.8. Ecuaciones Fuerza-Desplazamiento.

Podemos definir la forma de relación entre las fuerzas y los desplazamientos, por medio de las ecuaciones que llamaremos fuerza-desplazamiento.

Las ecuaciones fuerza-desplazamiento para un elemento o sistema estructural se pueden expresar fundamentalmente en la siguiente forma, que dan origen al Método de Rigideces.

Las ecuaciones de las rigideces son ecuaciones algebraicas lineales de la siguiente forma (con base en el estudio de medios elásticos).

$$[p] = [K] [d]$$

en donde:

$[p]$ = vector de fuerzas

$[d]$ = vector de desplazamientos

$[K]$ = Matriz de Rigideces

2.2. METODO DE RIGIDECES

2.2.1. Introducción

Este método es conocido también como método de los desplazamientos, inicialmente se expresa en los siguientes pasos.

1. Se analiza un elemento del sistema estructural, expresando la relación que existe entre las fuerzas, los desplazamientos, propiedades elástico-geométricas de la barra en el sistema local. Realizando las transformaciones necesarias para referir los elementos estructurales al sistema global.
2. Se establecen las condiciones de compatibilidad y equilibrio de las barras del sistema en cada nudo. El establecimiento de estas condiciones informan sobre cargas externas y la descripción de la conexión de las barras formando la matriz de Rigidez Global $[K]$.
3. Resolviendo el sistema de ecuaciones anterior, se obtienen los desplazamientos en cada nudo. Numéricamente ésta es una parte muy importante del método.
4. Los elementos mecánicos en las barras, se obtendrán una vez conocidos los desplazamientos de los nudos y substituyéndolos en las ecuaciones fuerza-desplazamiento.

Plantearemos el método usando la ecuación fuerza-desplazamiento que se podrá escribir para una barra de cualquier sistema estructural, en coordenadas locales.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} k_{11} \\ k_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_{12} \\ k_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_2 \\ d_2 \end{bmatrix} \\ & \quad (2.2.1) \end{aligned}$$

Estas ecuaciones referidas al sistema de coordenadas general o global.

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} p'_1 \\ p'_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} k'_{11} \\ k'_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d'_1 \\ d'_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k'_{12} \\ k'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d'_2 \\ d'_2 \end{bmatrix} \\ & \quad (2.2.2) \end{aligned}$$

2.2.2. Rigidez en Elementos con Sección Transversal Constante

Para exponer el análisis de marcos en el plano se considera una estructura, con nudos rígidos.

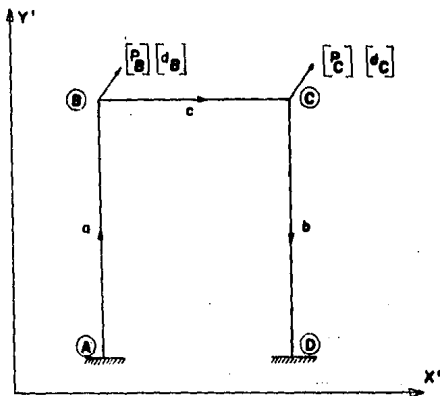


Figura (a)

1) Analizando un elemento del marco en el plano, estableceremos las ecuaciones fuerza-desplazamiento.

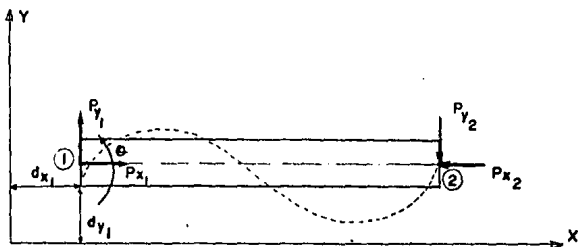


Figura (b)

Las fuerzas normales están relacionadas de la siguiente forma:

$$P_{x_1} = \frac{EA}{L} (dx_1 - dx_2) \quad (2.2.3)$$

$$P_{x_2} = - \frac{EA}{L} (dx_1 - dx_2)$$

Para las fuerzas cortantes y los momentos flexionantes, tomaremos un elemento (a). De tal manera que la superposición de los estados (b) (c) (d) y (e), nos generan el estado (a).

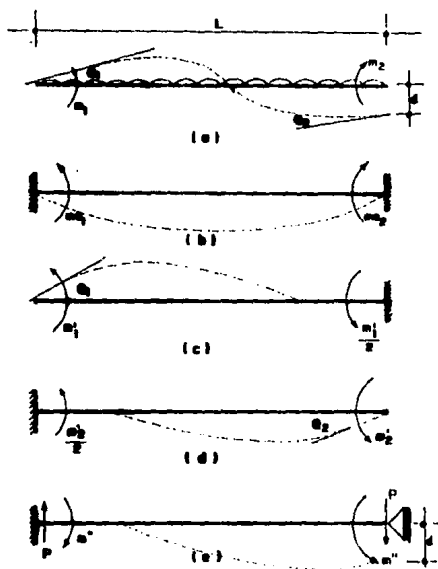


Figura (c)

$$m_1 = m_{e1} + m'_1 + \frac{m'_2}{2} + m'' \quad (2.2.4)$$

$$m_2 = m_{e2} + \frac{m'_1}{2} + m'_2 + m''$$

Donde:

m_1, m_2 = Momentos flexionantes finales en los extremos (1) y--
(2) del elemento.

m_{e1}, m_{e2} = Momentos de empotramiento en los extremos de la barra.

m'_1, m'_2 = Momentos flexionantes necesarios para generar los giros Q_1 y Q_2 , respectivamente.

m'' = Momento flexionante generado por el cortante, necesario para provocar el desplazamiento "d"

No se consideran los momentos flexionantes de empotramiento (éstos se tomarán como vectores de carga) tenemos:

$$m_1 = m'_1 + \frac{m'_2}{2} + m''$$

$$m_2 = m'_2 + \frac{m'_1}{2} + m''$$

Recordando que la rigidez a la flexión para las condiciones frontera para el elemento de la figura anterior.

$$m'_1 = k_a Q_1 = \frac{4EI}{L} Q_1$$

$$m'_2 = k_a Q_2 = \frac{4EI}{L} Q_2$$

Rigidez a la fuerza cortante será:

$$k_c = \frac{12EI}{L^3}$$

Luego entonces:

$$P = k_c d = \frac{12EId}{L^3}$$

Donde:

$$m'' = \frac{PL}{2} = \frac{6EI}{L^2} (dy_1 - dy_2)$$

Sustituyendo:

$$m_1 = \frac{4EI}{L} Q_1 + \frac{2EI}{L} Q_2 + \frac{6EI}{L^2} (dy_1 - dy_2)$$

$$m_2 = \frac{2EI}{L} Q_1 + \frac{4EI}{L} Q_2 + \frac{6EI}{L^2} (dy_1 - dy_2) \quad (2.2.5)$$

Y para las fuerzas Cortantes:

$$Py_1 = -Py_2 = \frac{m_1 + m_2}{L} = \frac{6EI}{L^2} Q_1 + \frac{6EI}{L^2} Q_2 + \frac{12EI}{L^3} (dy_1 - dy_2) \quad (2.2.6)$$

En esta forma obtenemos de (2.2.3), (2.2.5) y (2.2.6), 6 ecuaciones correspondientes a: Px_1 , Py_1 , Px_2 , Py_2 , m_1 y m_2 efectuando los paréntesis y expresando las 6 ecuaciones en forma matricial nos queda:

$$\begin{bmatrix} Px_1 \\ Py_1 \\ m_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_1 \\ dy_1 \\ Q_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_2 \\ dy_2 \\ Q_2 \end{bmatrix} \quad (2.2.7)$$

$$\begin{bmatrix} Px_2 \\ Py_2 \\ m_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_1 \\ dy_1 \\ Q_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx_2 \\ dy_2 \\ Q_2 \end{bmatrix}$$

que puede observarse tiene la misma forma que:

$$[p_1] = [k_{11}] [d_1] + [k_{12}] [d_2]$$

en el sistema local

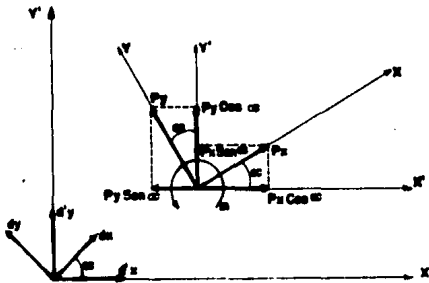
$$[p_2] = [k_{21}] [d_1] + [k_{22}] [d_2]$$

donde

$$[k] = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{bmatrix}$$

6 X 6

Para obtener las ecuaciones fuerza-desplazamiento en el sistema global, haremos las siguientes transformaciones:



X, Y = Sistema local

X', Y' = Sistema global

α = momento (fuerzamiento) en este caso es fijo: $\alpha = \alpha'$

Figura (d)

De la figura (d) se tiene:

$$p'_x = p_x \cos \alpha - p_y \sin \alpha$$

$$p'_y = p_x \sin \alpha + p_y \cos \alpha$$

$$m' = m$$

(2.2.8)

En forma matricial:

$$\begin{bmatrix} p'_x \\ p'_y \\ m' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\text{Sen } \alpha & 0 \\ \text{Sen } \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ m \end{bmatrix} \quad (2.2.9)$$

$$\begin{bmatrix} p' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p \end{bmatrix}$$

Entonces el transformador tiene la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -m & 0 \\ m & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} l = \cos \alpha \\ m = \text{Sen } \alpha \end{array}$$

Podemos expresar a:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} p \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} T \end{bmatrix}^t \begin{bmatrix} p' \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} T \end{bmatrix}^{-1} &= \begin{bmatrix} T \end{bmatrix}^t \end{aligned}$$

Invirtiendo la matriz $\begin{bmatrix} T \end{bmatrix}$ por el método de la Adjunta

El valor del determinante es:

$$|T| = \cos^2 \alpha + \text{Sen}^2 \alpha = 1$$

La matriz de los cofactores o sea la matriz adjunta es:

$$[\text{Adj } T] = \begin{bmatrix} 1 & m & 0 \\ -m & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[T]^{-1} = \frac{[\text{Adj } T]}{|T|}$$

Sustituyendo los valores del determinante y la adjunta

$$[T]^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & m & 0 \\ -m & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Por lo que: $[T]^{-1} = [T]^t$

Para pasar los desplazamientos de global a local

$$[d] = [T]^t [d']$$

Ahora, para la obtención de la ecuación de la barra en el sistema global, sólo se tiene que promultiplicar la ecuación en el sistema local por $[T]$

$$[T] [p_1] = [T] [k_{11}] [d_1] + [T] [k_{12}] [d_2]$$

$$[T] [p_2] = [T] [k_{21}] [d_1] + [T] [k_{22}] [d_2]$$

Sustituyendo el valor del vector $[d]$ y usando $[p']$

$$[p'_1] = [T] [k_{11}] [T]^t [d'_1] + [T] [k_{12}] [T]^t [d'_2]$$

$$[p'_2] = [T] [k_{21}] [T]^t [d'_1] + [T] [k_{22}] [T]^t [d'_2]$$

$$[k'_{11}] = [T] [k_{11}] [T]^t$$

$$[k'_{12}] = [T] [k_{12}] [T]^t$$

$$[k'_{21}] = [k'_{12}]^t$$

$$[k'_{22}] = [T] [k_{22}] [T]^t$$

Se obtienen las ecuaciones fuerza- desplazamiento en el sistema global.

$$\begin{aligned} [p'_1] &= [k'_{11}] [d'_1] + [k'_{12}] [d'_2] \\ [p'_2] &= [k'_{21}] [d'_1] + [k'_{22}] [d'_2] \end{aligned} \quad (2.2.10)$$

Cálculo de las submatrices en el sistema global

$$[k'_{11}] = [T] [k_{11}] [T]^t$$

$$\begin{bmatrix} 1 & -m & 0 \\ m & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & m & 0 \\ -m & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[k'_{11}] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} 1^2 + \frac{12EI}{L^3} m^2 & \left(\frac{EA}{L} - \frac{12EI}{L^3}\right) 1m & -\frac{6EI}{L^2} m \\ \left(\frac{EA}{L} - \frac{12EI}{L^3}\right) 1m & \frac{EA}{L} m^2 + \frac{12EI}{L^3} 1^2 & \frac{6EI}{L^2} 1 \\ -\frac{6EI}{L^2} m & \frac{6EI}{L^2} 1 & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

En forma análoga

$$[k'_{12}] = \begin{bmatrix} -\left(\frac{EA}{L} 1^2 + \frac{12EI}{L^3} m^2\right) & -\left(\frac{EA}{L} - \frac{12EI}{L^3}\right) 1m & -\frac{6EI}{L^2} m \\ -\left(\frac{EA}{L} - \frac{12EI}{L^3}\right) 1m & -\left(\frac{EA}{L} m^2 + \frac{12EI}{L^3} 1^2\right) & \frac{6EI}{L^2} 1 \\ \frac{6EI}{L^2} m & -\frac{6EI}{L^2} 1 & \frac{2EI}{L} \end{bmatrix}$$

$$[k'_{21}] = [k'_{12}]^t$$

$$[k'_{22}] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} 1^2 + \frac{12EI}{L^3} m^2 & \left(\frac{EA}{L} - \frac{12EI}{L^3}\right) 1m & \frac{6EI}{L^2} m \\ \left(\frac{EA}{L} - \frac{12EI}{L^3}\right) 1m & \frac{EA}{L} m^2 + \frac{12EI}{L^3} 1^2 & -\frac{6EI}{L^2} 1 \\ \frac{6EI}{L^2} m & -\frac{6EI}{L^2} 1 & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

La matriz de rigideces del elemento referido al sistema global, como puede observarse está en función de los cosenos directores, de tal manera que si el sistema local coincide con el sistema global se tiene la matriz $[k]$

A continuación se harán algunas observaciones a la matriz de rigideces y se verá como se puede construir.

2.2.3. Matriz de Rigideces $[K]$

La matriz es simétrica con respecto a la diagonal principal. Es invariante, es decir no cambia para una estructura determinada. Es de buen comportamiento, si en la diagonal principal se tienen los términos mayores en valor.

2.2.3.1 Formación de la Matriz $[K]$ de la Estructura.

Para la formación de la Matriz $[K]$ se ejemplificará en la siguiente estructura:

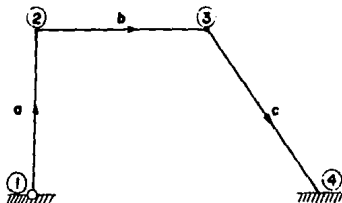


Figura (e)

Se aplican desplazamientos unitarios, en este caso se --
ejemplificará con giros (Todos los nudos se consideran libres, -
restringiéndose los desplazamientos de los apoyos durante la so-
lución del sistema)

a) Giro unitario en Nudo (1)

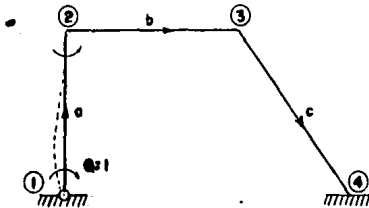


Figura (f_1)

b) Giro unitario en Nudo (2)

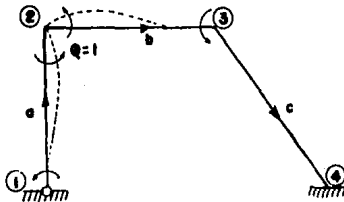


Figura (f_2)

c) Giro unitario en Nudo (3)

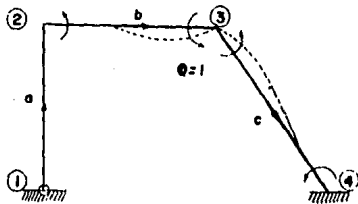


Figura (f_3)

d) Giro unitario en Nudo (4)

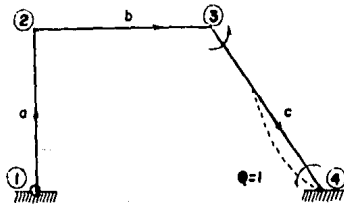


Figura (f_4)

La matriz de rigideces $[K]$ por columna me va a dar las fuerzas que hay que aplicar para producir un desplazamiento unitario.

$$[K] = \begin{array}{cccc|l} P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & \\ \hline K_{11}_a & K_{12}_a & 0 & 0 & d_1 = 1 \\ K_{21}_a & K_{22}_a + K_{11}_b & K_{12}_b & 0 & d_2 = 1 \\ 0 & K_{21}_b & K_{22}_b + K_{11}_c & K_{12}_c & d_3 = 1 \\ 0 & 0 & K_{21}_c & K_{22}_c & d_4 = 1 \end{array}$$

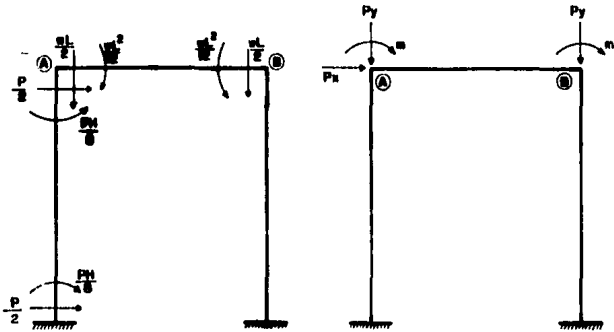
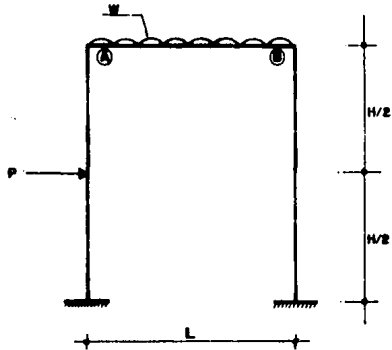
2.2.4. Discretización de Cargas

Las cargas y efectos que actúan en una estructura pueden ser: cargas estáticas, cargas dinámicas, efectos de temperatura, hundimiento, etc.

2.2.4.1 Las cargas estáticas, desde el punto de vista de su aplicación podemos considerarlas como:

1. Cargas en los claros.
2. Cargas en los nodos.

Las cargas en los claros se discretizan, es decir, consideraremos vectores de cargas equivalentes en los nodos como se presenta a continuación:



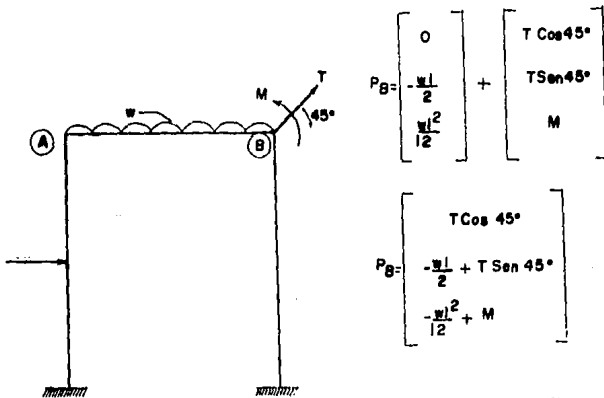
$$\begin{bmatrix} P_A \\ P_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P/2 \\ -wL/2 \\ \frac{PH}{8} - \frac{wL^2}{12} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} P_m \\ P_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{wL}{2} \\ \frac{wL^2}{12} \end{bmatrix}$$

figura (g)

Los vectores de Carga están formados por los momentos y fuerzas de empotramiento; se obtienen de considerar empotres ficticios en todos los nodos. Dando como resultado un conjunto de elementos hiperestáticos.

Cuando se tienen además cargas en los nudos, se hará una suma de vectores, el vector de nudo y el vector equivalente.



Para el caso de cargas accidentales como sismo, viento, así como temperatura o hundimientos, es posible calcular los momentos y fuerzas equivalentes, como en el caso anterior.

2.2.5. Obtención de Desplazamientos

Una vez obtenida la matriz de rigideces de la estructura $[K]$, así como el vector de carga $[p]$

Llegamos a la ecuación:

$$[K] [d] = [p] \quad (2.2.11)$$

La solución del sistema anterior de ecuaciones algebraicas nos da los desplazamientos en los nudos, en las direcciones referidas al sistema general o global.

Como se expresó anteriormente, en esta etapa es donde se restringen los desplazamientos debidos a los apoyos o condiciones frontera.

Tomando el ejemplo de la figura (e) se tiene:

dx_1 dy_1 Q_1 dx_2 dy_2 Q_2 dx_3 dy_3 Q_3 dx_4 dy_4 Q_4

K_{1-1}	K_{1-2}	K_{1-3}	K_{1-4}	K_{1-5}	K_{1-6}	K_{1-7}	K_{1-8}	K_{1-9}	K_{1-10}	K_{1-11}	K_{1-12}
K_{2-1}	K_{2-2}	K_{2-3}	K_{2-4}	K_{2-5}	K_{2-6}	K_{2-7}	K_{2-8}	K_{2-9}	K_{2-10}	K_{2-11}	K_{2-12}
K_{3-1}	K_{3-2}	K_{3-3}	K_{3-4}	K_{3-5}	K_{3-6}	K_{3-7}	K_{3-8}	K_{3-9}	K_{3-10}	K_{3-11}	K_{3-12}
K_{4-1}	K_{4-2}	K_{4-3}	K_{4-4}	K_{4-5}	K_{4-6}	K_{4-7}	K_{4-8}	K_{4-9}	K_{4-10}	K_{4-11}	K_{4-12}
K_{5-1}	K_{5-2}	K_{5-3}	K_{5-4}	K_{5-5}	K_{5-6}	K_{5-7}	K_{5-8}	K_{5-9}	K_{5-10}	K_{5-11}	K_{5-12}
K_{6-1}	K_{6-2}	K_{6-3}	K_{6-4}	K_{6-5}	K_{6-6}	K_{6-7}	K_{6-8}	K_{6-9}	K_{6-10}	K_{6-11}	K_{6-12}
K_{7-1}	K_{7-2}	K_{7-3}	K_{7-4}	K_{7-5}	K_{7-6}	K_{7-7}	K_{7-8}	K_{7-9}	K_{7-10}	K_{7-11}	K_{7-12}
K_{8-1}	K_{8-2}	K_{8-3}	K_{8-4}	K_{8-5}	K_{8-6}	K_{8-7}	K_{8-8}	K_{8-9}	K_{8-10}	K_{8-11}	K_{8-12}
K_{9-1}	K_{9-2}	K_{9-3}	K_{9-4}	K_{9-5}	K_{9-6}	K_{9-7}	K_{9-8}	K_{9-9}	K_{9-10}	K_{9-11}	K_{9-12}
K_{10-1}	K_{10-2}	K_{10-3}	K_{10-4}	K_{10-5}	K_{10-6}	K_{10-7}	K_{10-8}	K_{10-9}	K_{10-10}	K_{10-11}	K_{10-12}
K_{11-1}	K_{11-2}	K_{11-3}	K_{11-4}	K_{11-5}	K_{11-6}	K_{11-7}	K_{11-8}	K_{11-9}	K_{11-10}	K_{11-11}	K_{11-12}
K_{12-1}	K_{12-2}	K_{12-3}	K_{12-4}	K_{12-5}	K_{12-6}	K_{12-7}	K_{12-8}	K_{12-9}	K_{12-10}	K_{12-11}	K_{12-12}

$[K]$

dx_1	Px_1
dy_1	Py_1
Q_1	M_1
dx_2	Px_2
dy_2	Py_2
Q_2	M_2
dx_3	Px_3
dy_3	Py_3
Q_3	M_3
dx_4	Px_4
dy_4	Py_4
Q_4	M_4

$[d] = [P]$

Como se observa en la figura (e), los nudos (1) y (4) están restringidos teniéndose que $dx_1=0$, $dy_1=0$, $dx_4=0$, $dy_4=0$ y $Q_4=0$

Para restringir estos desplazamientos existen dos formas:

- a) Eliminando renglón y columna correspondiente al desplazamiento restringido, reduciéndose el sistema como se observa a -- continuación:

Q_1	dx_2	dy_2	Q_2	dx_3	dy_3	Q_3
K_{3-3}	K_{3-4}	K_{3-5}	K_{3-6}	K_{3-7}	K_{3-8}	K_{3-9}
K_{4-3}	K_{4-4}	K_{4-5}	K_{4-6}	K_{4-7}	K_{4-8}	K_{4-9}
K_{5-3}	K_{5-4}	K_{5-5}	K_{5-6}	K_{5-7}	K_{5-8}	K_{5-9}
K_{6-3}	K_{6-4}	K_{6-5}	K_{6-6}	K_{6-7}	K_{6-8}	K_{6-9}
K_{7-3}	K_{7-4}	K_{7-5}	K_{7-6}	K_{7-7}	K_{7-8}	K_{7-9}
K_{8-3}	K_{8-4}	K_{8-5}	K_{8-6}	K_{8-7}	K_{8-8}	K_{8-9}
K_{9-3}	K_{9-4}	K_{9-5}	K_{9-6}	K_{9-7}	K_{9-8}	K_{9-9}

$$[K]$$

Q_1	=	M_1
dx_2		Px_2
dy_2		Py_2
Q_2		M_2
dx_3		Px_3
dy_3		Py_3
Q_3		M_3

$$[d] = [P]$$

b) La otra solución se aplica cuando el sistema se resuelve por medio de computadora. La manera de realizar la reducción es substituyendo por 1 el elemento de la diagonal principal de la matriz correspondiente al desplazamiento restringido y por 0 los otros elementos del renglón y columna de dicho desplazamiento, así como el elemento del vector de Cargas.

dx_1	dy_1	Q_1	dx_2	dy_2	Q_2	dx_3	dy_3	Q_3	dx_4	dy_4	Q_4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	K_{3-3}	K_{3-4}	K_{3-5}	K_{3-6}	K_{3-7}	K_{3-8}	K_{3-9}	0	0	0
0	0	K_{4-3}	K_{4-4}	K_{4-5}	K_{4-6}	K_{4-7}	K_{4-8}	K_{4-9}	0	0	0
0	0	K_{5-3}	K_{5-4}	K_{5-5}	K_{5-6}	K_{5-7}	K_{5-8}	K_{5-9}	0	0	0
0	0	K_{6-3}	K_{6-4}	K_{6-5}	K_{6-6}	K_{6-7}	K_{6-8}	K_{6-9}	0	0	0
0	0	K_{7-3}	K_{7-4}	K_{7-5}	K_{7-6}	K_{7-7}	K_{7-8}	K_{7-9}	0	0	0
0	0	K_{8-3}	K_{8-4}	K_{8-5}	K_{8-6}	K_{8-7}	K_{8-8}	K_{8-9}	0	0	0
0	0	K_{9-3}	K_{9-4}	K_{9-5}	K_{9-6}	K_{9-7}	K_{9-8}	K_{9-9}	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $[K]$

dx_1	0
dy_1	0
Q_1	M_1
dx_2	Px_2
dy_2	Py_2
Q_2	M_2
dx_3	Px_3
dy_3	Py_3
Q_3	M_3
dx_4	0
dy_4	0
Q_4	0

 $=$
 $[d]$
 $=$
 $[P]$

2.2.6. Elementos Mecánicos

Calculados los desplazamientos, las fuerzas se obtienen sustituyendo éstos en las ecuaciones fuerza-desplazamiento referidas al sistema general o global.

$$\begin{aligned} [p'_1] &= [k'_{11}] [d'_1] + [k'_{22}] [d'_2] \\ [p'_2] &= [k'_{21}] [d'_1] + [k'_{22}] [d'_2] \end{aligned} \quad (2.2.12)$$

Para obtener las fuerzas finales se aplica la siguiente-

expresión:

$$[p'_i]_{\text{Final}} = [p'_i]_{\text{Inicial}} - [p'_i]_N$$

Fuerzas internas obtenidas de la ecuación (2.2.12)
 Signo debido a que $[p'_i]_{\text{Inicial}}$ es externa y $[p'_i]_N$ es interna.
 Fuerzas externas en el nudo provocado sólo por la barra en cuestión.
 Fuerzas Finales externas en el extremo i de la barra.

Para el cálculo de los elementos mecánicos en las barras, se requiere pasar al sistema local las fuerzas finales.

$$[P] = [T]^t [p'] \quad \text{Por lo tanto:}$$

$$\text{El vector } [P] = \begin{bmatrix} \text{Normal} \\ \text{Cortante} \\ \text{Momento} \end{bmatrix}$$

2.3. MIEMBROS CON SECCION TRANSVERSAL VARIABLE

Los miembros con sección transversal variable, son aquellos que no tienen la misma sección transversal de un extremo a otro. Ejemplos de éstos son los miembros ahusados o miembros prismáticos que tienen refuerzos en partes de sus longitudes.

La incorporación de miembros con sección transversal variable al método de análisis de las rigideces requiere del reconocimiento del hecho, de que las rigideces de miembros y las acciones de empotramiento, no son las mismas que para miembros con sección transversal constante.

Por lo tanto si la matriz $[k]$ de los elementos, así como el vector de fuerzas $[p]$ se reemplaza por sus partes correspondientes para cada miembro con sección transversal variable, el método de análisis de las rigideces será por el contrario inalterado.

Existen varios métodos adecuados para analizar miembros con sección transversal variable. Algunas veces es posible obtener los elementos de $[k]$ y $[p]$ por derivaciones analíticas directas, como es el caso en que las variaciones en las propiedades de la sección, se pueden expresar como funciones adecuadas de "X".

En tal caso, cada elemento de $[k]$ y $[p]$ se puede expresar por una fórmula que incluye los parámetros del miembro. Por otro lado, los elementos de $[k]$ y $[p]$ se pueden determinar en forma numérica, ya sea obteniendo los valores de gráficas o ta-

blas, previamente preparadas, u obteniendo los valores por medio de un procedimiento de integración numérica apropiada.

Otro método factible para analizar una estructura con -- miembros con sección transversal variable, consiste en suponer nudos en puntos intermedios a lo largo de las longitudes de cada miembro con sección transversal variable. Un segmento entre dos nudos de ese tipo se puede considerar como un miembro de -- sección transversal constante (sino es que ya lo sea), obteniendo sus propiedades de sección al promediar las de los dos extremos del segmento.

Este procedimiento hará que la matriz de rigidez $[K]$ de la estructura se haga muy grande.

El método a utilizar para la obtención de la matriz de rigidez de los elementos, con sección transversal variable, se describe a continuación:

2.3.1. Rigidez en Elementos con Sección Transversal Variable

El significado físico de la inversa de la matriz de rigidez $[K]$ de un elemento, es una matriz de flexibilidad.

Como la matriz $[K]$ está formada por acciones correspondientes a los desplazamientos de nudo, debido a valores unitarios de estos desplazamientos, la matriz inversa debe estar formada por los desplazamientos de nudo, debidos a valores unitarios de las acciones correspondientes a los desplazamientos.

Por lo tanto se sigue que la inversa de la matriz de --- flexibilidad, está formada por las acciones correspondientes a valores unitarios de los desplazamientos correspondientes a éstas. Esta matriz de rigidez $[k]$ es igual $[f]^{-1}$ y $[f] = [k]^{-1}$

Así que para obtener la matriz de rigidez de elementos - con sección transversal variable, se invertirá la matriz de --- flexibilidad de dichos elementos.

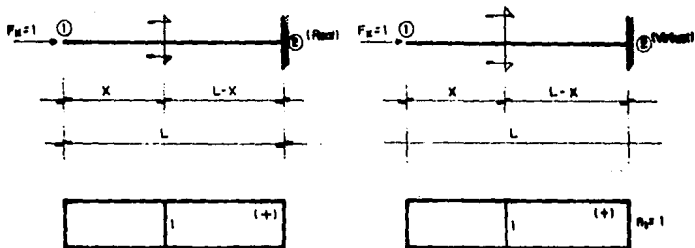
$$[f] = \begin{matrix} & \begin{matrix} dx & dy & Q \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{bmatrix} & \begin{matrix} F_x = 1 \\ F_y = 1 \\ M = 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

Para calcular los coeficientes f_{ij} , aplicamos el método de la carga virtual unitaria.

La matriz de flexibilidad $[f]$ por columna, me va a dar los desplazamientos producidos por fuerzas unitarias.

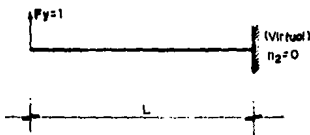
2.3.1.1 Matriz de flexibilidad $[f]_{11}$ (Efectos en el nudo ① por fuerzas ejercidas en el nudo ①)

a) la Columna $F_x=1, F_y=0, M=0$

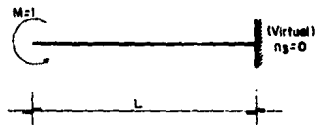


$$f_{11} = \int_0^L \frac{N n_1 dx}{EA(x)} = \int_0^L \frac{dx}{EA(x)}$$

$$f_{11} = \int_0^L \frac{N n_1 dx}{EA(x)} = \int_0^L \frac{dx}{EA(x)}$$



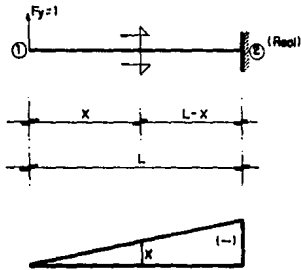
$$f_{21} = \int_0^L \frac{N n_2 dx}{EA(x)} = 0$$



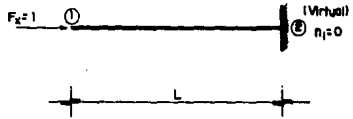
$$f_{31} = \int_0^L \frac{N n_3 dx}{EA(x)} = 0$$

figura (a)

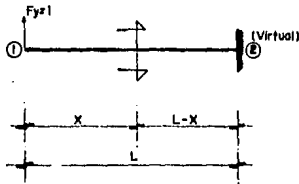
b) 2a Column $F_y=1$, $F_x=0$, $M=0$



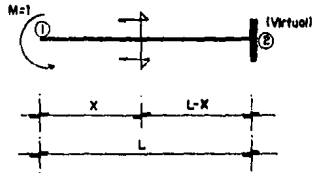
$$\frac{M}{EI(x)} = \frac{-x}{EI(x)}$$



$$f_{12} = \int_0^L \frac{M n_1}{EI(x)} dx = 0$$



$$f_{22} = \int_0^L \frac{M n_2}{EI(x)} dx = \int_0^L \frac{-x(-x)}{EI(x)} dx = \int_0^L \frac{x^2}{EI(x)} dx$$



$$f_{32} = \int_0^L \frac{M n_2}{EI(x)} dx = \int_0^L \frac{1 \cdot 1}{EI(x)} dx = \int_0^L \frac{x}{EI(x)} dx$$

figura (b)

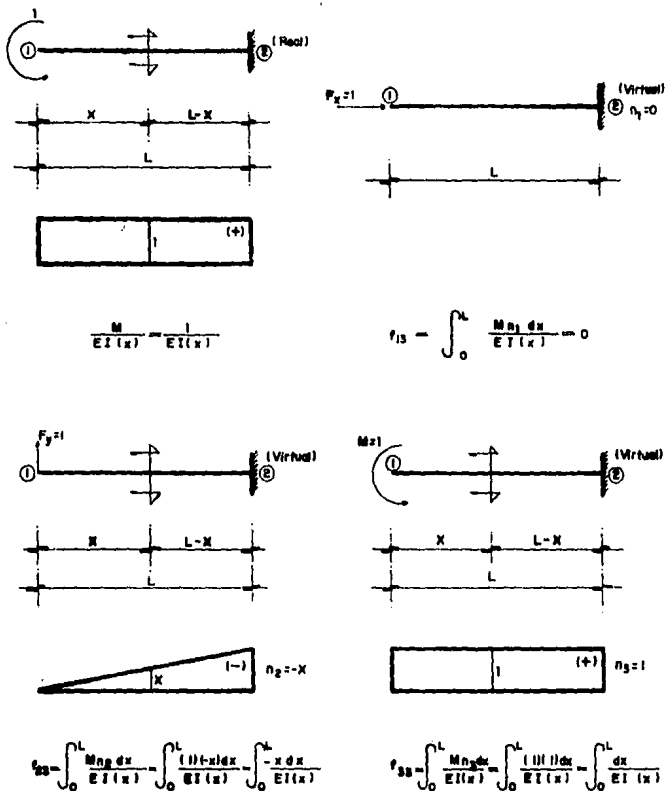
e) 3a Column $M=1$, $F_x=0$, $F_y=0$ 

figura (c)

2.3.1.2 Matriz de flexibilidad $[f]_{12}$ (Efectos en el nudo ② por fuerzas ejercidas en el nudo ①)

- Las cargas virtuales son las mismas que en el inciso 2.3.1.1 por lo que serán utilizadas para obtener $[f]_{12}$
- Las cargas reales son las que varían de posición

a) la Columna $F_x=1, F_y=0, M=0$

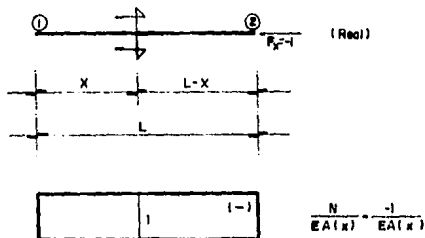


figura (d)

de 2.3.1.1a $n_1 = 1$

$$f_{11} = \int_0^L \frac{N n_1 dx}{EA(x)} = \int_0^L \frac{(-)(1) dx}{EA(x)} = \int_0^L \frac{-dx}{EA(x)}$$

de 2.3.1.1a $n_2 = 0$

$$f_{21} = \int_0^L \frac{N n_2 dx}{EA(x)} = 0$$

de 2.3.1.1a $n_3 = 0$

$$f_{31} = \int_0^L \frac{N n_3 dx}{EA(x)} = 0$$

b) 2a Columna $F_y=1$, $F_x=0$, $M=0$

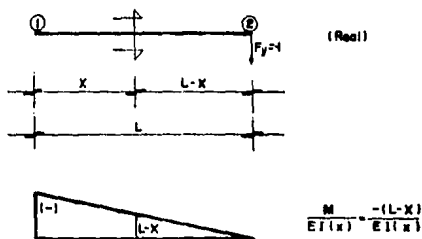


figura (e)

de 2.3.1.1b $n_1 = 0$

$$r_{12} = \int_0^L \frac{M n_1 dx}{EI(x)} = 0$$

de 2.3.1.1b $n_2 = -x$

$$r_{22} = \int_0^L \frac{M n_2 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-(L-x)x dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-x(L-x) dx}{EI(x)}$$

de 2.3.1.1b $n_3 = 1$

$$r_{32} = \int_0^L \frac{M n_3 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-(L-x)(1) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-(L-x) dx}{EI(x)}$$

c) 3a Columna $M=1$ $F_x=0$ $F_y=0$

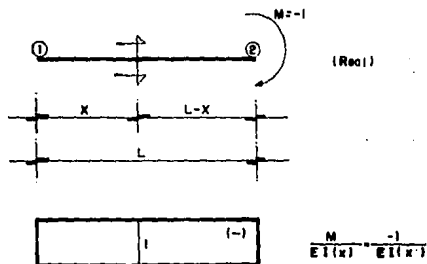


figura (f)

de 2.3.1.1c $n_1 = 0$

$$r_{13} = \int_0^L \frac{M n_1 dx}{EI(x)} = 0$$

de 2.3.1.1c $n_2 = -X$

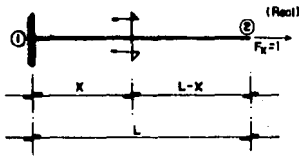
$$r_{23} = \int_0^L \frac{M n_2 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-1(-x) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{x dx}{EI(x)}$$

de 2.3.1.1c $n_3 = 1$

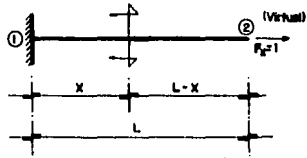
$$r_{33} = \int_0^L \frac{M n_3 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-1(1) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-dx}{EI(x)}$$

2.3.1.3 Matriz de flexibilidad $[f]_{22}$ (Efectos en el nudo ② por fuerzas ejercidas en el nudo ②)

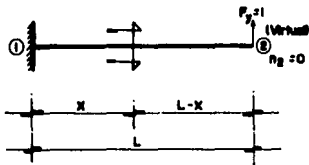
a) la Columna $F_x=1$, $F_y=0$, $M=0$



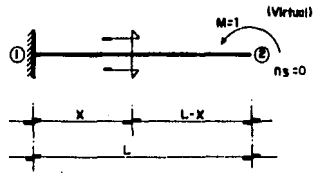
$$\frac{N}{EA(x)} = \frac{1}{EA(x)}$$



$$f_{11} = \int_0^L \frac{Nn_1 dx}{EA(x)} = \int_0^L \frac{dx}{EA(x)}$$

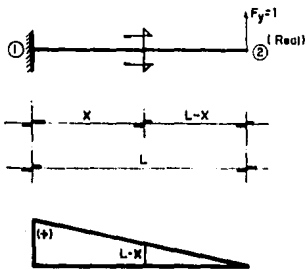


$$f_{21} = \int_0^L \frac{Nn_2 dx}{EA(x)} = 0$$

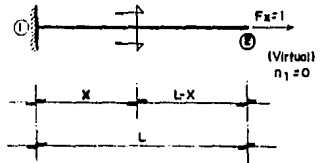


$$f_{31} = \int_0^L \frac{Nn_3 dx}{EA(x)} = 0$$

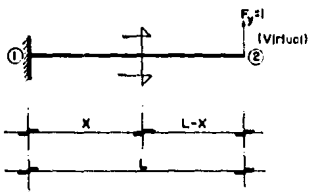
figura (g)

b) 2a Column $F_y=1, F_x=0, M=0$ 

$$\frac{M}{EI(x)} = \frac{L-X}{EI(x)}$$

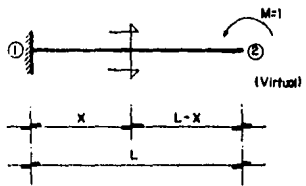


$$f_{12} = \int_0^L \frac{M n_1 dx}{EI(x)} = 0$$



$$n_2 = L-X$$

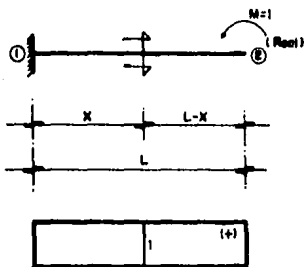
$$f_{22} = \int_0^L \frac{M n_2 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(L-X)(L-X) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(L-X)^2 dx}{EI(x)}$$



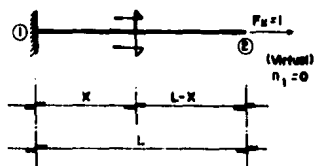
$$n_3 = 1$$

$$f_{32} = \int_0^L \frac{M n_3 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(L-X) dx}{EI(x)}$$

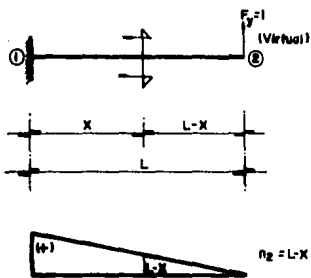
figura (h)

c) 3a Columna $M=1, F_x=0, F_y=0$ 

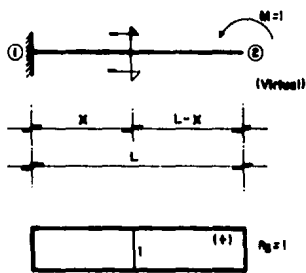
$$\frac{M}{EI(x)} = \frac{1}{EI(x)}$$



$$\delta_{33} = \int_0^L \frac{M \delta_1 dx}{EI(x)} = 0$$



$$\delta_{33} = \int_0^L \frac{M \delta_2 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(1)(L-x)dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)}$$



$$\delta_{33} = \int_0^L \frac{M \delta_3 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(1)(1) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{dx}{EI(x)}$$

figura (1)

2.3.1.4 Matriz de flexibilidad $[f]_{21}$ (Efectos en el nudo ① debido a fuerzas ejercidas en el nudo ②)

- Las fuerzas virtuales son las mismas que en el inciso 2.3.1.3 por lo que serán utilizadas para obtener $[f]_{21}$
- Las cargas reales son las que varían de posición

a) la Columna $F_x=1, F_y=0, M=0$

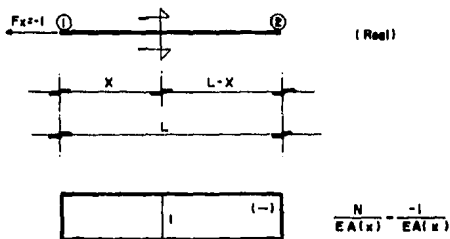


figura (j)

de 2.3.1.3a $n_1 = 1$

$$f_{11} = \int_0^L \frac{Nn_1 dx}{EA(x)} = \int_0^L \frac{-(1)(1)dx}{EA(x)} = \int_0^L \frac{-dx}{EA(x)}$$

de 2.3.1.3a $n_2 = 0$

$$f_{21} = \int_0^L \frac{Nn_2 dx}{EA(x)} = 0$$

de 2.3.1.3a $n_3 = 0$

$$f_{31} = \int_0^L \frac{Nn_3 dx}{EA(x)} = 0$$

b) 2a Columna $F_y=1$, $F_x=0$, $M=0$

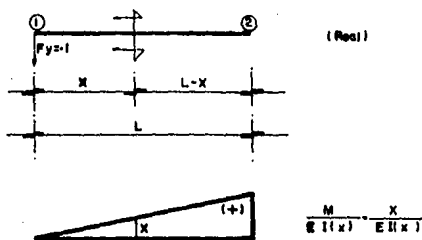


figura (h)

de 2.3.1.3b $n_1 = 0$

$$r_{12} = \int_0^L \frac{M n_1 dx}{EI(x)} = 0$$

de 2.3.1.3b $n_2 = (L-x)$

$$r_{22} = \int_0^L \frac{M n_2 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{x(L-x) dx}{EI(x)}$$

de 2.3.1.3b $n_3 = 1$

$$r_{32} = \int_0^L \frac{M n_3 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{x(L) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{Lx dx}{EI(x)}$$

c) 3a Columna $M=1$, $F_x=0$, $F_y=0$

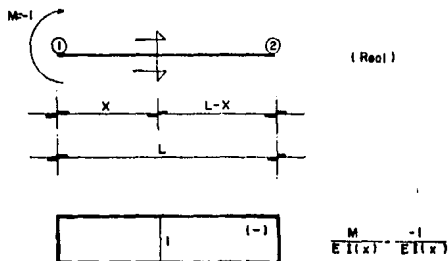


figura (1)

de 2.3.1.3c $n_1 = 0$

$$f_{13} = \int_0^L \frac{M n_1 dx}{EI(x)} = 0$$

de 2.3.1.3c $n_2 = (L-x)$

$$f_{23} = \int_0^L \frac{M n_2 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-1(L-x) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)}$$

de 2.3.1.3c $n_3 = 1$

$$f_{33} = \int_0^L \frac{M n_3 dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-1(1) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{-dx}{EI(x)}$$

$$(f)_1 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} & 0 & 0 \\ \hline 0 & \int_0^L \frac{x^2 dx}{EI(x)} & -\int_0^L \frac{x dx}{EI(x)} \\ \hline 0 & -\int_0^L \frac{x dx}{EI(x)} & \int_0^L \frac{dx}{EI(x)} \\ \hline \end{array}$$

(2.3.1)

$$(f)_2 = \begin{array}{|c|c|c|} \hline \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} & 0 & 0 \\ \hline 0 & \int_0^L \frac{x(L-x) dx}{EI(x)} & \int_0^L \frac{x dx}{EI(x)} \\ \hline 0 & -\int_0^L \frac{x(L-x) dx}{EI(x)} & -\int_0^L \frac{dx}{EI(x)} \\ \hline \end{array}$$

(2.3.2)

$$(f)_{21} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} & 0 & 0 \\ \hline 0 & \int_0^L \frac{x(L-x) dx}{EI(x)} & -\int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} \\ \hline 0 & \int_0^L \frac{x dx}{EI(x)} & -\int_0^L \frac{dx}{EI(x)} \\ \hline \end{array}$$

(2.3.4)

$$(f)_{22} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} & 0 & 0 \\ \hline 0 & \int_0^L \frac{(L-x)^2 dx}{EI(x)} & \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} \\ \hline 0 & \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} & \int_0^L \frac{dx}{EI(x)} \\ \hline \end{array}$$

(2.3.5)

2.3.2. Inversión de la Matriz de Flexibilidad

$$[f] = \begin{bmatrix} f_{11} & 0 & 0 \\ 0 & f_{22} & f_{23} \\ 0 & f_{32} & f_{33} \end{bmatrix}$$

Invirtiendo la matriz de flexibilidad por el método de la Adjun_{ta}.

$$[k] = [f]^{-1} = \frac{\text{Adj}[f]}{\det[f]}$$

$$\det [f] = \begin{vmatrix} f_{11} & 0 & 0 \\ 0 & f_{22} & f_{23} \\ 0 & f_{32} & f_{33} \end{vmatrix} = \begin{matrix} f_{11} & f_{22} & f_{33} - f_{11} & f_{32} & f_{23} \\ f_{11} & (f_{22} & f_{33} - f_{32} & f_{23}) \end{matrix}$$

Matriz Adjunta Adj. $[f]$

$$\text{Adj}_{11} = f_{22} f_{33} - f_{32} f_{23}$$

$$\text{Adj}_{23} = f_{11} f_{32}$$

$$\text{Adj}_{12} = 0$$

$$\text{Adj}_{31} = 0$$

$$\text{Adj}_{13} = 0$$

$$\text{Adj}_{32} = f_{11} f_{23}$$

$$\text{Adj}_{21} = 0$$

$$\text{Adj}_{33} = f_{11} f_{22}$$

$$\text{Adj}_{22} = f_{11} f_{33}$$

$$[k] = \frac{\begin{bmatrix} f_{23} f_{33} - f_{32} f_{23} & 0 & 0 \\ 0 & f_{11} f_{33} & -f_{11} f_{32} \\ 0 & -f_{11} f_{23} & f_{11} f_{22} \end{bmatrix}}{f_{11} (f_{22} f_{33} - f_{32} f_{23})}$$

$$DD = f_{22} f_{33} - f_{32} f_{23} \quad (2.3.5)$$

$$[k] = \begin{bmatrix} \frac{1}{EI} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{f_{33}}{DD} & \frac{f_{32}}{DD} \\ 0 & -\frac{f_{23}}{DD} & \frac{f_{22}}{DD} \end{bmatrix} \quad (2.3.6)$$

2.3.3. Comprobación de la Matriz de Rigidez con Sección Cons- tante.

2.3.3.1 Matriz $[k]_{11}$

$$f_{11} = \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} = \left[\frac{x}{EA} \right]_0^L = \frac{L}{EA}$$

$$f_{22} = \int_0^L \frac{x^2 dx}{EI(x)} = \left[\frac{x^3}{3EI} \right]_0^L = \frac{L^3}{3EI}$$

$$f_{32} = - \int_0^L \frac{x dx}{EI(x)} = - \left[\frac{x^2}{2EI} \right]_0^L = - \frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{23} = - \int_0^L \frac{x dx}{EI(x)} = - \left[\frac{x^2}{2EI} \right]_0^L = - \frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{33} = \int_0^L \frac{dx}{EI(x)} = \left[\frac{x}{EI} \right]_0^L = \frac{L}{EI}$$

$$DD = \left[\frac{L^3}{3EI} \right] \left[\frac{L}{EI} \right] - \left[\frac{-L^2}{2EI} \right] \left[\frac{-L^2}{2EI} \right]$$

$$DD = \frac{4L^4 - 3L^4}{12(EI)^2} = \frac{L^4}{12(EI)^2}$$

Aplicando la expresión (2.3.6)

$$[k]_{11} = \begin{bmatrix} \frac{1}{L} = \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{L}{\frac{EI}{L^4}} = \frac{12EI}{L^3} & -\frac{L^2}{\frac{2EI}{L^4}} = \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{L^2}{\frac{2EI}{L^4}} = \frac{6EI}{L^2} & \frac{L^3}{\frac{3EI}{L^4}} = \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

$$[k]_{11} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

2.3.3.2. Matriz $[k]_{12}$

$$f_{11} = - \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} = \left[- \frac{x}{EA} \right]_0^L = - \frac{L}{EA}$$

$$f_{22} = \int_0^L \frac{x(L-x) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(xL-x^2) dx}{EI(x)} = \left[\frac{x^2 L}{2EI} - \frac{x^3}{3EI} \right]_0^L = \frac{L^3}{6EI}$$

$$f_{32} = - \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} = \left[- \frac{(L-x)^2}{2EI} \right]_0^L = - \frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{23} = \int_0^L \frac{x dx}{EI(x)} = \left[- \frac{x^2}{2EI} \right]_0^L = - \frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{33} = - \int_0^L \frac{dx}{EI(x)} = \left[- \frac{x}{EI} \right]_0^L = - \frac{L}{EI}$$

$$DD = \begin{bmatrix} \frac{L^3}{6EI} \\ -\frac{L}{EI} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -\frac{L^2}{2EI} \\ \frac{L^2}{2EI} \end{bmatrix}$$

$$DD = \frac{-2L^4 + 3L^4}{12(EI)^2} = \frac{L^4}{12(EI)^2}$$

Aplicando la expresión (2.3.6)

$$[k]_{12} = \begin{bmatrix} \frac{1}{EA} = -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-L}{\frac{EI}{L^4}} = -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{\frac{L^2}{2EI}}{\frac{L^4}{12(EI)^2}} = \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{\frac{L^2}{2EI}}{\frac{L^4}{12(EI)^2}} = -\frac{6EI}{L^2} & \frac{\frac{L^3}{6EI}}{\frac{L^4}{12(EI)^2}} = \frac{2EI}{L} \end{bmatrix}$$

$$[k]_{12} = \begin{bmatrix} \frac{-EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{-6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \end{bmatrix}$$

Aplicando la expresión (2.3.6)

$$[k]_{12} = \begin{bmatrix} \frac{1}{EA} = -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-L}{\frac{EI}{L^4}} = -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{\frac{L^2}{2EI}}{\frac{L^4}{12(EI)^2}} = \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{\frac{L^2}{2EI}}{\frac{L^4}{12(EI)^2}} = -\frac{6EI}{L^2} & \frac{\frac{L^3}{6EI}}{\frac{L^4}{12(EI)^2}} = \frac{2EI}{L} \end{bmatrix}$$

$$[k]_{12} = \begin{bmatrix} \frac{-EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{-6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \end{bmatrix}$$

2.3.3.3 Matrix $[k]_{22}$

$$f_{11} = \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} = \left[\frac{x}{EA} \right]_0^L = \frac{L}{EA}$$

$$f_{22} = \int_0^L \frac{(L-x)^2 dx}{EI(x)} = - \int_0^L \frac{(L-x)^2 dx}{EI(x)} = \left[- \frac{(L-x)^3}{3EI} \right]_0^L = \frac{L^3}{3EI}$$

$$f_{32} = \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} = - \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} = \left[- \frac{(L-x)^2}{2EI} \right]_0^L = \frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{23} = \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} = - \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)} = \left[- \frac{(L-x)^2}{2EI} \right]_0^L = \frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{33} = \int_0^L \frac{dx}{EI(x)} = \left[\frac{x}{EI} \right]_0^L = \frac{L}{EI}$$

$$DD = \left[\frac{L^3}{3EI} \right] \left[\frac{L}{EI} \right] - \left[\frac{L^2}{2EI} \right] \left[\frac{L^2}{2EI} \right]$$

$$DD = \frac{4L^4}{12(EI)^2} - \frac{3L^4}{12(EI)^2} = \frac{L^4}{12(EI)^2}$$

Aplicando la Expresión (2.3.6)

$$[k]_{22} = \begin{bmatrix} \frac{1}{L} = \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\frac{L}{EI} = \frac{12EI}{L^3}}{12(EI)^2} & -\frac{\frac{L^2}{2EI} = -\frac{6EI}{L^2}}{12(EI)^2} \\ 0 & -\frac{\frac{L^2}{2EI} = -\frac{6EI}{L^2}}{12(EI)^2} & \frac{\frac{L^3}{3EI} = \frac{4EI}{L}}{12(EI)^2} \end{bmatrix}$$

$$[k]_{22} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

2.3.3.4 Matriz $[k]_{21}$

$$f_{11} = - \int_0^L \frac{dx}{EA(x)} = \left[-\frac{x}{EA} \right]_0^L = -\frac{L}{EA}$$

$$f_{22} = \int_0^L \frac{x(L-x)dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(xL-x^2)dx}{EI(x)} = \left[\frac{x^2L}{2EI} - \frac{x^3}{3EI} \right]_0^L = \frac{L^3}{6EI}$$

$$f_{32} = \int_0^L \frac{xdx}{EI(x)} = \left[\frac{x^2}{2EI} \right]_0^L = \frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{23} = - \int_0^L \frac{(L-x)dx}{EI(x)} = \int_0^L \frac{(L-x)dx}{EI(x)} = \left[\frac{(L-x)^2}{2EI} \right]_0^L = -\frac{L^2}{2EI}$$

$$f_{33} = - \int_0^L \frac{dx}{EI(x)} = \left[-\frac{x}{EI} \right]_0^L = -\frac{L}{EI}$$

$$DD = \begin{bmatrix} \frac{L^3}{6EI} \\ -\frac{L}{EI} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{L^2}{2EI} \\ -\frac{L^2}{2EI} \end{bmatrix}$$

$$DD = \frac{-2L^4 + 3L^4}{12(EI)^2} = \frac{L^4}{12(EI)^2}$$

Aplicando la Expresión (2.3.6)

$$[k]_{21} = \begin{bmatrix} \frac{1}{L} = -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{L}{12(EI)^2} \left[\frac{EI}{L^4} = -\frac{12EI}{L^3} \right] & -\frac{L^2}{12(EI)^2} \left[\frac{2EI}{L^4} = -\frac{6EI}{L^2} \right] \\ 0 & -\frac{L^2}{12(EI)^2} \left[\frac{2EI}{L^4} = \frac{6EI}{L^2} \right] & \frac{L^3}{12(EI)^2} \left[\frac{6EI}{L^4} = \frac{2EI}{L} \right] \end{bmatrix}$$

$$[k]_{21} = \begin{bmatrix} -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \end{bmatrix} \quad 09$$

Como se puede observar, los valores de las matrices: --
 $[k]_{11}$, $[k]_{12}$, $[k]_{22}$, $[k]_{21}$, son los mismos que los de la -
 expresión (2.2.7), teniéndose así un método para la obtención -
 de la matriz de rigidez, en elementos con sección transversal -
 variable.

2.3.4. Obtención de la Matriz de Flexibilidad por Integración - Numérica.

En la práctica las cantidades:

$$\int_0^L \frac{dx}{EA(x)}, \int_0^L \frac{x^2 dx}{EI(x)}, \int_0^L \frac{x dx}{EI(x)}, \int_0^L \frac{dx}{EI(x)}$$

$$\int_0^L \frac{x(L-x) dx}{EI(x)}, \int_0^L \frac{(L-x) dx}{EI(x)}, \int_0^L \frac{(L-x)^2 dx}{EI(x)}$$

que necesariamente deben determinarse para establecer la matriz de flexibilidad, muchas no se calculan directamente mediante integración por ser en general integrales complicadas, ya que las áreas y momentos de inercia de las secciones transversales son variables.

La solución que aquí se establece es recurrir a un método de incrementos finitos que consiste; en dividir el eje longitudinal del elemento en un cierto número de partes de longitud " Δs " a las que se les llama "Dovelas"

El punto representativo de cada una de las dovelas, se considera en el punto medio de ellas; así cada porción queda de terminada por la longitud Δs y por su posición a su punto medio " x "

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Elemento	E	Δ	l	x	s	$\frac{\Delta s}{EI}$	$\frac{x^2 \Delta s}{EI}$	$-\frac{x \Delta s}{EI}$	$\frac{\Delta s}{EI}$	$-\frac{\Delta s}{EA}$	$\frac{x(L-x) \Delta s}{EI}$	$-\frac{(L-x) \Delta s}{EI}$	$\frac{x \Delta s}{EI}$	$-\frac{\Delta s}{EI}$	
n						f_{11}	f_{22}	$f_{32} = f_{23}$	f_{33}	f_{11}	f_{22}	f_{32}	f_{23}	f_{33}	

 $[f]_{11}$
 $[f]_{12}$

16	17	18	19	20
$\frac{\Delta s}{EI}$	$\frac{x(L-x) \Delta s}{EI}$	$\frac{x \Delta s}{EI}$	$-\frac{(L-x) \Delta s}{EI}$	$-\frac{\Delta s}{EI}$
f_{11}	f_{22}	f_{32}	f_{23}	f_{33}

 $[f]_{21}$

21	22	23	24
$\frac{\Delta s}{EA}$	$\frac{(L-x)^2 \Delta s}{EI}$	$\frac{(L-x) \Delta s}{EI}$	$\frac{\Delta s}{EI}$
f_{11}	f_{22}	$f_{32} = f_{23}$	f_{33}

 $[f]_{22}$

De la Columna 1 a 6, se tienen las características de cada dovela como son: Módulo de Elasticidad, Area, Inercia; posición del centro y la longitud de ésta.

Columna 7 a 10 Se tiene la matriz $[f]_{11}$

Columna 11 a 15 Se tiene la matriz $[f]_{12}$

Columna 16 a 20 Se tiene la matriz $[f]_{21}$

Columna 21 a 24 Se tiene la matriz $[f]_{22}$

De la columna (7) a la (24), hay sólo siete cantidades características que son:

$$FA = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta s_i}{E_i A_i} \quad n = \text{número de dovelas}$$

$$FB = \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2 \Delta s_i}{E_i I_i} \quad FD = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta s_i}{E_i I_i}$$

$$FC = \sum_{i=1}^n \frac{x_i \Delta s_i}{E_i I_i} \quad FE = \sum_{i=1}^n \frac{x_i (L-x_i) \Delta s_i}{E_i I_i}$$

$$FF = \sum_{i=1}^n \frac{(L-x_i) \Delta s_i}{E_i I_i} \quad FG = \sum_{i=1}^n \frac{(L-x_i)^2 \Delta s_i}{E_i I_i}$$

Teniéndose:

$$[f]_{11} = \begin{bmatrix} FA & 0 & 0 \\ 0 & FB & -FC \\ 0 & -FC & FD \end{bmatrix} \quad [f]_{12} = \begin{bmatrix} -FA & 0 & 0 \\ 0 & FE & FC \\ 0 & -FF & -FD \end{bmatrix}$$

(2.3.7)

$$[f]_{21} = \begin{bmatrix} -FA & 0 & 0 \\ 0 & FE & -FF \\ 0 & FC & -FD \end{bmatrix} \quad [f]_{22} = \begin{bmatrix} FA & 0 & 0 \\ 0 & FG & FF \\ 0 & FF & FD \end{bmatrix}$$

La cantidad de dovelas en que se divide la longitud influirá en la aproximación que se tenga en los resultados.

2.3.5. Acciones de Empotramiento en Elementos con Sección Transversal Variable.

Para la obtención de las acciones de empotramiento se aplicará el método de la viga conjugada.

En este método se supone una viga ficticia denominada v_i viga conjugada, que tiene la misma longitud que la viga real pero con apoyos tales, que si la viga conjugada se carga con el diagrama $\frac{M}{EI}$ de la viga real, la fuerza cortante de la viga conjugada en una sección cualquiera es igual a la pendiente de la tangente de la viga real en ese punto, y el momento flexionante

de la viga conjugada en un punto cualesquiera es el desplazamiento en ese punto.

Debido a que en el método de rigideces antes expuesto, - considera los elementos doblemente empotrados, se expondrá un - procedimiento para la obtención de estas acciones de empotra- - miento.

2.3.5.1 Momentos de Empotramiento.

Considérese el siguiente elemento:

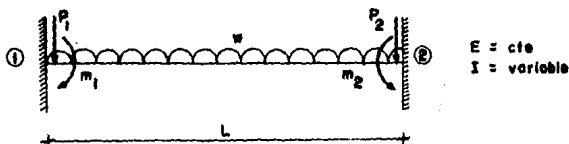


Figura (m)

Para la obtención de los momentos de empotramiento en (1) y en (2) se considerará una viga simple apoyada con la misma geometría e igual condición de carga.

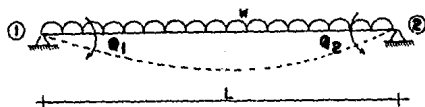


Figura (n)

Para obtener empotramientos en (1) y (2) se requieren momentos m_1 y m_2 que provoquen un giro igual y de sentido contrario a Q_1 y Q_2

Estos momentos m_1 y m_2 son los momentos de empotramiento.

Los momentos m_1 y m_2 se calculan aplicando la siguiente expresión:

$$[p] = [k] [d]$$

$$[p] = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix}$$

$[k]$ = Matriz de rigideces a flexión (únicamente los siguientes elementos de

$$[k] = \begin{bmatrix} k_{33} & k_{36} \\ k_{63} & k_{66} \end{bmatrix}$$

la matriz de rigidez expresada en 2.2.7)

$$[d] = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix}$$

Los giros Q_1 y Q_2 se obtendrán aplicando el método de la viga conjugada.

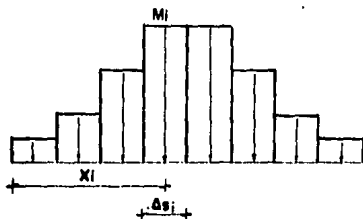
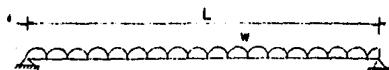


Figura (n)

$$R_1 = \sum_{i=1}^n \frac{(M_i/E_i I_i) \Delta s_i (L-x_i)}{L} \quad (2.3.3)$$

$$R_2 = \sum_{i=1}^n \frac{(M_i/E_i I_i) \Delta s_i x_i}{L_i}$$

$$Q_1 = -R_1 \quad Q_2 = R_2$$

Donde:

x_i = Posición de la Dovelada "i"

M_i = Momento flexionante en la dovelada "i" de la viga simplemente apoyada.

I_i = Momento de Inercia de la sección transversal en la dovelada "i"

E_i = Módulo de Elasticidad de la dovelada "i"

Δs_i = Longitud de la dovelada "i"

Una vez obtenidos los giros Q_1 y Q_2 se aplica la expresión: $[p] = [k] [d]$

$$\begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{33} & k_{36} \\ k_{63} & k_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix} \quad (2.3.9)$$

2.3.5.2 Fuerzas Cortantes

Para el cortante final, se tendrá el cortante isostático de una viga simplemente apoyada más el incremento de cortante provocado por los momentos de empotramiento.

a) Si $m_1 > m_2$

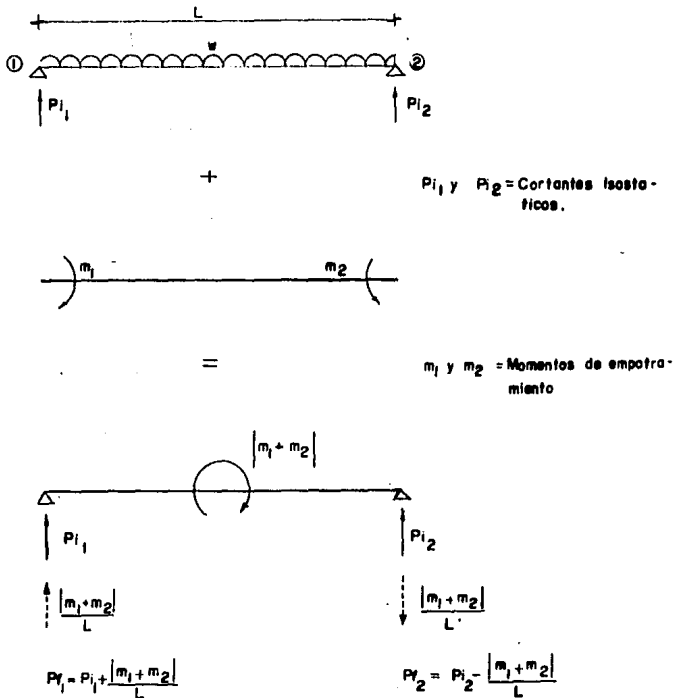


Figura (o)

$$b) \quad S_1 \quad m_2 > m_1$$

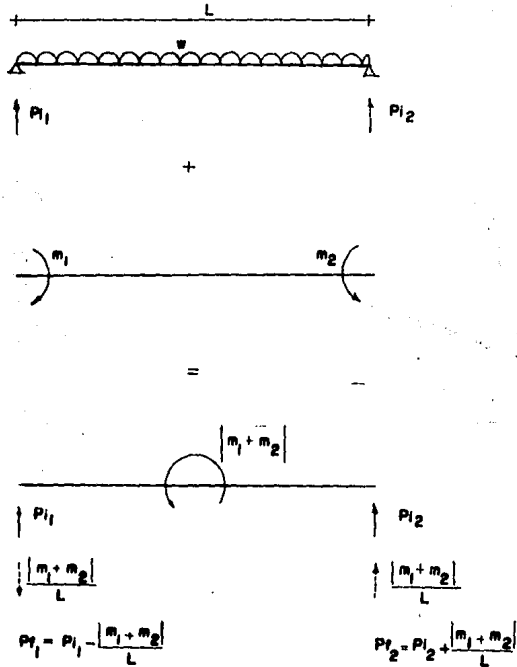


Figura (p)

3) Fuerzas Normales

Las Fuerzas Normales no tienen ninguna variante por la diferencia de momentos de empotramiento.

En este capítulo se expuso un método para la solución de marcos con sección transversal variable, mismo que será aplicado para la elaboración del programa de Computadora en el Capítulo IV.

C A P I T U L O -III

ASPECTOS DEL DISEÑO

3.1. PRINCIPIOS GENERALES DEL DISEÑO

El propósito fundamental del diseñador de estructuras es lograr una estructura económica y segura, que cumpla con ciertos requisitos funcionales y estéticos. Para alcanzar esta meta, el diseñador debe tener un conocimiento completo de las propiedades de los materiales, del comportamiento estructural, de la mecánica, del análisis estructural, de la relación entre la distribución y la función de la estructura; debe tener también, una apreciación clara de los valores estéticos, con objeto de colaborar con los arquitectos y contribuir así al desarrollo de las cualidades funcionales y ambientales deseadas en una estructura.

En gran parte, el diseño estructural es un arte basado en la habilidad creativa, imaginación y experiencia del diseñador. Siempre que el diseño estructural tenga estas cualidades,

será un arte.

En el sentido amplio de la palabra, el término "diseño" incluye tanto arte creativo como análisis científico.

El enfoque racional del diseño estructural, cuyo desarrollo tuvo comienzo en el siglo XVII, representa un acuerdo entre el arte y la ciencia, entre la experiencia y la teoría.

De esta manera, la experiencia y el buen juicio siempre juegan un papel importante en la práctica del diseño estructural, aunque generalmente no son suficientes por sí solos, sino que deben ser guiados por el análisis científico, basado en la comprensión completa de la teoría de las estructuras y de la mecánica estructural.

3.2. FLEXION

Los esfuerzos y las deformaciones en miembros sujetos a flexión dentro del rango elástico pueden determinarse con un buen grado de exactitud.

Los experimentos indican que una sección plana antes de la flexión permanece casi plana después de ésta (Fig. a) y que, dentro del rango elástico, el esfuerzo es proporcional a la deformación unitaria.

Utilizando estos fenómenos observados y las ecuaciones de equilibrio, se obtienen ecuaciones simples para los esfuerzos normales y cortantes de una viga (Fig. b) cuando la flexión ocurre respecto a un eje principal y no hay torcimiento de la sección se tiene:

$$f_b = \frac{Mx}{Ix} y \quad (3.2.1)$$

$$f_v = \frac{Vy}{Ix} Qx \quad (3.2.2)$$

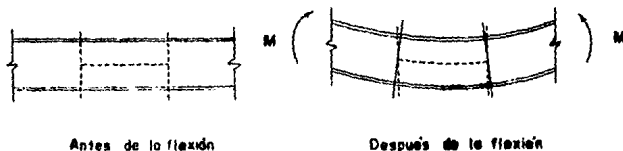


Fig. (a) Las secciones planas permanecen planas

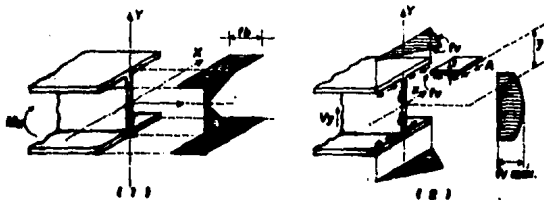


Fig. (b) Esfuerzos normales y cortantes en una viga
 (1) esfuerzos normales y (2) esfuerzos cortantes

Los esfuerzos normales " f_b " actúan sobre una fibra a una distancia " y " del eje neutro " xx "; " M_x " es el momento flexionante respecto al eje neutro " xx " en la sección en donde " f_b " está actuando; " I_x " es el momento de inercia de la sección transversal tomando con respecto al eje neutro " xx ".

El esfuerzo cortante " f_v " (Fig. b_2), es ocasionado por la fuerza cortante " V_y ". La localización del elemento sujeto al esfuerzo cortante " f_v " queda por la cantidad $Q_x = Ay$, donde -- " A " es el área de una parte de la sección transversal, medido entre el elemento y el borde libre o los bordes de la sección transversal, e " y " es la distancia del centroide de esta área " A " al eje neutro. El espesor " t " del material se mide como es pesor real y no necesariamente se mide paralelamente al eje neutro.

El valor del esfuerzo cortante definido por la ecuación (3.2.2) es solamente un esfuerzo promedio a través del espesor-

"t" y, por lo mismo, es correcto sólo cuando "t" es pequeño comparado con el peralte de la viga.

3.2.1. Pandeo Lateral en Vigas.

En un perfil estructural de acero (como por ejemplo una viga "I") uno de los patines está sometido a un esfuerzo de compresión máximo.

Esto pone al patín en el riesgo de sufrir pandeo lateral. Se ha encontrado que, para el acero A-36 existe una proporción-geométrica que, si es satisfecha por el patín comprimido, garantiza la no presentación de este fenómeno; esta proporción es la siguiente:

$$\frac{b}{2 \text{ } t_f} \leq \frac{545}{\sqrt{F_y}} \quad (3.2.3)$$

b = ancho del patín

t_f = espesor patín comprimido

$$f_a = \frac{P}{A}$$

$$\text{Si } \frac{f_a}{F_y} \leq 0.16 \quad \frac{h_w}{t_w} \leq 5366 \left(1 - 3.74 \frac{f_a}{F_y}\right) / \sqrt{F_y} \quad (3.2.4)$$

$$\text{Si } \frac{f_a}{F_y} > 0.16 \quad \frac{h_w}{t_w} \leq \frac{2155}{\sqrt{F_y}} \quad (3.2.5)$$

donde:

P = Fuerza Normal a Compresión

A = Area de la sección Transversal

h_w = Peralte del alma

t_w = Espesor del alma

f_y = Esfuerzo de fluencia del acero

A las secciones que cumplen con ésto se les llama "COMPACTAS". El valor de los esfuerzos se calcula con la fórmula de la escuadría.

$$f_b = \frac{M_x y}{I_x} \quad (3.2.1)$$

En la última versión de sus especificaciones (1969) el AISC conserva las ideas de 1963, con algunas modificaciones tendientes a mejorar sus resultados; se llega así a las recomendaciones siguientes:

"El esfuerzo de compresión máximo permisible en las fibras extremas de miembros sometidos a flexión que tengan un eje de simetría en el plano del alma, en el cual actúan las cargas, es el mayor de los calculados en las fórmulas (3.2.6, 3.2.7 y 3.2.8), (excepto cuando se demuestre, por medio de un análisis más exacto, la posibilidad de emplear esfuerzos más elevados), pero sin sobrepasar $0.60 f_y$ "

Cuando:

$$\sqrt{\frac{7172 \times 10^3 C_b}{f_y}} \leq \frac{L}{r_t} \leq \sqrt{\frac{35850 \times 10^3 C_b}{f_y}}$$

$$(53 \sqrt{C_b}) \leq \frac{L}{r_t} \leq 119 \sqrt{C_b} \quad \text{Para acero A-36}$$

$$f_b = \left[\frac{2}{3} + \frac{f_y (L/r_t)^2}{107570 \times 10^3 C_b} \right] f_y \quad (3.2.6)$$

Para acero A-36, esta expresión se reduce a:

$$f_b = 1680 - \frac{(L/r_t)}{16.81} C_b \quad (3.2.6)$$

Cuando: $\frac{L}{r_t} \geq \sqrt{\frac{35850 \times 10^3 C_b}{f_y}}$

$$\left(\frac{L}{r_t} \geq 119 \sqrt{C_b} \right) \text{ para acero A-36}$$

$$f_b = \frac{11950 \times 10^3 C_b}{(L/r_t)^2} \quad (3.2.7)$$

(La ecuación (3.2.7) es independiente del límite de -- fluencia del acero, pues corresponde al pandeo elástico).

O cuando el patín comprimido es macizo, de sección transversal aproximadamente rectangular, y su área no es menor que la del patín de tensión.

$$f_b = \frac{843700 C_b}{L_d/A_p} \quad (3.2.8)$$

(Las ecuaciones (3.2.6, 3.2.7 y 3.2.8) proporcionan los esfuerzos permisibles en Kg/cm²; en la ecuación 3.2.6 debe introducirse f_y en esas unidades).

El significado de las literales que aparecen en las ecuaciones (3.2.6, 3.2.7 y 3.2.8) es el siguiente:

L = Distancia entre secciones transversales contraventeadas de tal manera que no puedan girar alrededor del eje longitudinal de la viga, ni pueda desplazarse la

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

teralmente su patín comprimido.

r_t = Radio de giro de una porción de la sección transversal de la viga, compuesta por el patín comprimido y un tercio de la parte del alma que se encuentre en compresión (o sea un sexto del área total del alma, si los dos patines son iguales), con respecto al eje de simetría situado en el plano del alma.

A_p = Area del patín comprimido.

C_b = $1.75 + 1.05 (M_1/M_2) + 0.3 (M_1/M_2)^2$, pero no mayor de 2.3, M_1 es el menor y M_2 el mayor de los momentos -- existentes en los extremos del tramo no contraventeado, y la relación M_1/M_2 es positiva cuando ese tramo se flexiona en curvatura doble y negativa cuando la hace en curvatura simple.

C_b se toma igual a la unidad cuando el momento ---- flexionante en un punto cualquiera de la longitud no contraventeada es mayor que el más grande de los momentos en los extremos.

3.3. COMPRESION

Para los elementos sujetos a carga axial, podemos definir un esfuerzo promedio:

$$F_a = \frac{P_a}{A} \quad \text{que corresponde a la carga permisible "Pa"}$$

Es conveniente utilizar un esfuerzo permisible "Fa" ya que una vez conocido éste, el área transversal "A", requerida para una cierta carga de diseño "P", estará definida por:

$$A = \frac{P}{F_a} \quad (3.3.1)$$

La determinación del esfuerzo permisible "Fa" se basa en el tipo de falla, así como el pandeo lateral primario elástico.

Consideramos un elemento con una relación de esbeltez -- efectiva (KL/r), el pandeo puede ocurrir cuando la carga excede la carga crítica dentro del rango elástico.

El esfuerzo promedio que corresponde a esta carga es:

$$F_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 \bar{E}}{(KL/r)^2} \quad (3.3.2)$$

Donde "E" es el módulo efectivo, en columnas esbeltas el pandeo ocurre por lo general cuando "Fcr" es una fracción de la resistencia de fluencia "Fy"; para los perfiles laminados de acero A-36 esta fracción es usualmente menor de 0.50 y por tanto, para efectos de pandeo elástico.

$$F_{cr} \leq 0.5 f_y \quad \text{y } \bar{E} \text{ se convierte en}$$

El valor más bajo de la relación de esbeltez para que -- pueda presentarse el pandeo elástico es $(KL/r) = C_c$ y que se define como sigue:

$$C_c = (KL/r)_c = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{2 \pi^2 E}{f_y}} \quad (3.3.3)$$

Que se obtiene de la ecuación (3.3.2) sustituyendo $F_{cr} = 0.50f_y$ y despejando " (KL/r) "

Como la fórmula de Euler se determinó con la teoría elástica, el valor de " C_c " obtenido en esta expresión es el valor que separa el pandeo elástico del pandeo inelástico. Como se observa el valor " C_c " depende exclusivamente del acero a utilizar.

Valuándolo para acero A-36

$$f_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2. \quad E = 2039000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \pi^2 (2039000 \text{ Kg/cm}^2)}{2530 \text{ Kg/cm}^2}} = 126$$

Si la relación de esbeltez del elemento por diseñar es mayor o menor que " C_c " no se utiliza como esfuerzo permisible a compresión " F_a " el 50% de F_y

a) $\frac{KL}{r} > C_c$ Se utiliza la fórmula de Euler con un factor de seguridad de $23/12 = 1.92$

$$F_a = \frac{12 \pi^2 E}{23(KL/r)^2} \quad (3.3.4)$$

b) $\frac{KL}{r} < C_c$ Se utiliza la siguiente fórmula

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2 C_c^2} \right] f_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8 C_c} - \frac{(KL/r)^3}{8 C_c^3}} \quad (3.3.5)$$

Esta fórmula empírica fue desarrollada por el AISC 1963

El AISC recomienda que para miembros secundarios con relación de esbeltez mayor a 120 se emplee la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{\frac{12 \pi^2 E}{23 (KL/r)^2}}{1.6 - \frac{1}{200r}} \quad (3.3.6)$$

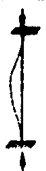

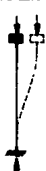
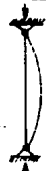






La longitud efectiva (KL) que se define como la distancia entre los puntos de inflexión de la línea elástica, varía dependiendo el tipo y limitación en sus apoyos.

A continuación se dan valores de "K" para condiciones ideales de sujeción.

VALORES DEL FACTOR DE LONGITUD EFECTIVA K.

Los esfuerzos admisibles dependen de las condiciones de apoyo de la columna que determinan el valor del factor K. A continuación se dan valores de K, para condiciones ideales de sujeción.

TABLA

Valores del factor de longitud efectiva K para condiciones ideales de apoyo						
La configuración deformada de la columna se muestra con líneas punteadas.						
Valor teórico de K	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valor recomendado para diseño K	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.0
Condiciones de los apoyos	 Rotación y traslación restringidas  Rotación libre traslación restringida  Rotación restringida traslación libre  Rotación y traslación libres					

3.4. TENSION AXIAL Y FLEXION

Rara vez se obtiene una carga axial para los miembros a tensión de las estructuras reales. Es posible que las conexiones no sean concéntricas, que el miembro en si no sea recto, lo cual resulta en una carga excéntrica en algunas secciones; que no sea vertical y esté sujeto a flexión, debido a su peso propio; que haya viento, vibraciones, o cargas sísmicas que produzcan flexión en el miembro, etc.

Si en cualquiera de las secciones transversales se conocen la fuerza axial y el momento flexionante, debidos a los efectos combinados de la excentricidad y de las cargas transversales, la distribución de esfuerzos en dicha sección quedará de finida por medio de la ecuación (3.4.1)

$$f = \frac{P}{A} + \frac{My}{Ix} \quad (3.4.1)$$

En donde:

- f = Esfuerzo en un punto cualquiera
- M = Momento flexionante en un plano principal
- y = Distancia del punto considerado al eje centroidal.
- Ix = Momento de inercia con respecto al eje centroidal
- P = Carga total
- A = Area de la sección transversal

Esta fórmula es válida sólo cuando la flexión se presenta con respecto a un eje principal y los esfuerzos están dentro del límite elástico.

3.4.1. Diseño por Esfuerzos Permisibles:

La combinación de esfuerzos axiales y de flexión y, dado que muchas especificaciones dictan esfuerzos permisibles distintos para cargas axiales y de flexión actuando independientemente, pueden existir dudas en cuanto al esfuerzo permisible adecuado, que debe usarse para la combinación de ambos esfuerzos - debidos por la ecuación (3.4.1)

Una solución racional a esta situación puede ser la de verificar la seguridad del miembro, mediante varios criterios.

Uno de estos criterios consiste en determinar con exactitud los esfuerzos máximos reales de tensión, debidos a todos los factores y comparar estos esfuerzos con los permisibles para tensión únicamente, o bien con el esfuerzo de fluencia; afectado de un factor de seguridad adecuado.

En aquellas especificaciones en que el esfuerzo permisible para tensión es el mismo que para flexión; la suma de los efectos de las dos cargas sobre el miembro deberá ser menor que el esfuerzo permisible común.

Las especificaciones AISC indican que los miembros sujetos a esfuerzos axiales y de flexión, deben ser dimensionados de acuerdo con una relación de interacción expresada como:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.00 \quad (3.4.2)$$

En donde:

f_a = Esfuerzo actuante a la tensión

f_b = Esfuerzo actuante a la flexión

F_a = Esfuerzo permisible a la tensión

F_b = Esfuerzo permisible a la flexión (ver punto 3.2)

3.5. COMPRESION AXIAL Y FLEXION

3.5.1. Especificaciones para diseño:

El Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC) basa sus recomendaciones para diseño de columnas flexocomprimidas, en las ecuaciones de interacción que se han discutido en este capítulo.

En el punto (3.5.2) se reproducen con comentarios, las partes de las especificaciones AISC 69 (Ref. 6.11) que se refiere al diseño de columnas flexocomprimidas. Se utiliza en ellas la nomenclatura empleada por el AISC, que difiere de la que se ha usado en el resto del capítulo. Los comentarios están entre paréntesis.

3.5.2. Diseño Basado en Esfuerzos Permisibles:

"Los miembros sometidos a la acción combinada de esfuerzos de compresión axial y de flexión, se dimensionarán de manera que se cumplan los requisitos siguientes:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m f_{b_x}}{1 - \frac{f_a F_{b_x}}{F' e_x}} \leq 1.0 \quad (3.5.1)$$

Cuando $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$ se puede usar la siguiente fórmula en lugar de la anterior:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{b_x}}{F_{b_x}} \leq 1.00 \quad (3.5.2)$$

(Si el esfuerzo normal producido por la fuerza axial no excede del 15 por ciento del permisible, la influencia de los coeficientes $Cm_x / (1 - fa/F'e_x)$ es en general pequeña y puede despreciarse (Ref. 6.12)

En las fórmulas (3.5.1 y 3.5.2) el índice "x" combinado con "b", "m" y "e" indican el eje de flexión al que corresponde un esfuerzo o propiedad particular, y

F_a = esfuerzo de compresión axial que se permitiría si la barra estuviese sometida exclusivamente a compresión.

F_{b_x} = esfuerzo de compresión producido por flexión que se permitiría si hubiese únicamente flexión alrededor del eje x.

(Para calcular el esfuerzo F_{b_x} de acuerdo con las especificaciones AISC 69, se utilizan las ecuaciones (3.2.6, 3.2.7 y 3.3.8)

Pero si ese esfuerzo se va a emplear en la ecuación ---- (3.5.1) deben considerarse dos casos diferentes: Si la columna pertenece a un marco en el que los desplazamientos lineales de entrepiso no producen efectos significativos en el cálculo de F_b se toma $C_b = 1.00$, con lo que se obtiene el esfuerzo permisible en la pieza sometida a flexión pura, puesto que el efecto de la flexión no uniforme se ha tenido ya en cuenta en la ecuación (3.5.1), al sustituir el esfuerzo máximo f_{b_x} por un esfuerzo uniforme equivalente $Cm_x f_{b_x}$; en cambio, si los desplazamientos lineales de entrepiso son significativos, C_b se toma igual a $1.75 + 1.05 (M_1/M_2) + 0.3 (M_1/M_2)^2 \leq 2.3$ (Ver punto 3.2.1),

por lo que ahora el coeficiente C_{m_x} forma parte del factor de -
amplificación, y no tiene por objeto convertir los momentos va-
riables en uniformes equivalentes).

$F'e_x = 12 \pi^2 E/23 (KL_b/r_b)^2$. En esta expresión L_b es
la longitud real no soportada lateralmente en el plano en que -
se está considerando la flexión, y r_b es el radio de giro co---
rrespondiente. K es el coeficiente de longitud efectiva en el
plano de la flexión ($F'e$ se obtiene dividiendo el esfuerzo crí-
tico de pandeo elástico en cada plano de flexión entre $23/12 =$
1.92, que es el coeficiente de seguridad máximo que se emplea -
para compresión axial, de acuerdo con esta especificación).

C_{m_x} = un coeficiente cuyo valor se toma como sigue:

- a) En miembros flexocomprimidos que forman parte de mar-
cos cuyos nudos pueden desplazarse linealmente, ----
 $C_{m_x} = 0.85$
- b) En miembros flexocomprimidos que forman parte de mar-
cos cuyos nudos no pueden desplazarse linealmente y -
que no tienen cargas transversales entre sus apoyos -
en el plano de la flexión, $C_{m_x} = 0.6 - 0.4 M_1/M_2$, pe-
ro no menor de 0.40, donde M_1/M_2 es la relación del-
menor al mayor de los momentos aplicados en los - -
extremos de la porción del miembro no contraventeada
en el plano de la flexión que se esté considerando, -
 M_1/M_2 es positiva cuando el miembro se flexiona en -
curvatura doble, y negativa cuando la hace en curva-
tura simple.

c) En miembros flexocomprimidos que forman parte de marcos cuyos nudos no pueden desplazarse linealmente en el plano de carga, sobre los que actúan cargas transversales aplicadas entre los apoyos. Cm_x debe determinarse por medio de un análisis racional. Sin embargo, en lugar de hacer ese análisis pueden utilizarse los valores siguientes:

- 1) Para miembros cuyos extremos están restringidos,
 $Cm_x = 0.85$
- 2) Para miembros cuyos extremos no están restringidos, $Cm_x = 1.0$

3.6. C O R T A N T E

Las almas de las vigas y traveses deben revisarse siempre por esfuerzo cortante y por la combinación del cortante con la flexión.

El esfuerzo cortante máximo, se presenta en el eje neutro y se define por $f_v = VQ/It$. En las secciones de forma "I", tales como las vigas laminadas o las traveses armadas, este valor es sólo ligeramente mayor que el esfuerzo cortante promedio. --

" f_{v_p} "

$$f_{v_p} = \frac{V}{Aw} \quad (3.6.1)$$

Donde:

V = Fuerza cortante actuante

Aw = Área efectiva del alma

Para fines de diseño se utiliza a menudo el esfuerzo promedio y se supone que el valor permisible se especifica con base en él, en vez del valor máximo del esfuerzo cortante.

Al calcular el esfuerzo cortante promedio, se considera el área efectiva del alma como $A_w = h_e t$, donde " h_e " es el peralte efectivo de la viga, tomando como la distancia entre los centroides de los patines. Con frecuencia se usa el peralte exterior de la viga, en el caso de vigas laminadas.

El esfuerzo cortante permisible en las almas de las secciones laminadas se toma como una fracción de la resistencia de

fluencia. Las especificaciones AISC para edificios prescriben el esfuerzo cortante permisible como $F_v = 0.40 f_y$ en esta forma el esfuerzo cortante para acero A-36

Esfuerzo cortante permisible

Resistencia de fluencia

f_y , kg/cm^2 . 2530

AISC f_v , Kg/cm^2 1012

Las especificaciones establecen que deben proporcionarse atiesadores adecuados en los apoyos, para las almas de las vigas laminadas cuando los esfuerzos cortantes en el alma, en la zona adyacente al apoyo, exceden del 0.75 del esfuerzo cortante permisible.

3.7. ESFUERZOS UNITARIOS ADMISIBLES

Altos Hornos de México, S.A., desde el inicio de su producción de acero, tuvo el propósito de sujetarse a las normas más estrictas de fabricación, para garantizar las fatigas de -- trabajo a que podrían someterse estos aceros, al transformarse en elementos estructurales tales como placas, vigas, secciones-comerciales, etc.

La primera institución del continente americano que se avocó al problema de la determinación de los esfuerzos permisibles en los elementos de una estructura de acero; fue el Instituto Americano de las Construcciones de Acero (AISC) fundada en el año de 1921, bajo la base de no ser un organismo lucrativo, sino dedicado a la investigación para fijar normas y especificaciones a las construcciones con estructuras de acero, dentro de los Estados Unidos de Norteamérica.

A continuación se presentan los esfuerzos unitarios admisibles fijados por la mencionada Institución.

a) TENSION

Tensión en la sección neta exceptuando agujeros para pasadores.

$$F_t = 0.60 F_y$$

b) CORTANTE

En la sección total del alma en vigas laminadas y trabes de alma llena cuando están formadas por 3 placas-

y perfiles estructurales:

$$F_v = 0.40 F_y$$

La sección total del alma en vigas laminadas o formadas por placas, se tomará como el producto del peralte total por el espesor del alma.

c) COMPRESION

1. En la sección total de miembros de compresión cargados axialmente cuando (KL/r) , la mayor relación de esbeltez efectiva de cualquier tramo sin arrosstrar es menor de "Cc"

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2 Cc^2} \right] f_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8 Cc} - \frac{(KL/r)^3}{8 Cc^3}} \quad \text{donde } Cc = \sqrt{\frac{2 \pi^2 E}{F_y}}$$

2. En la sección total de miembros de compresión axialmente cargados cuando (KL/r) es mayor que Cc

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

3. En la sección de puntales y miembros secundarios axialmente cargados cuando (KL/r) excede de 120

$$F_a = \frac{\frac{12 \pi^2 E}{23 (KL/r)^2}}{1.6 - \frac{L}{200r}}$$

Donde F_a está dado por alguna de las expresiones anteriores.

d) FLEXION

1. Tensión y compresión en fibras extremas de miembros laminados, adecuadamente arriostrados, con uno de sus ejes de simetría en el plano de cargas.

$$F_b = 0.66 F_y$$

Para considerar al miembro como compacto es necesario que:

$$\frac{b}{2t_f} \leq \frac{545}{\sqrt{F_y}}$$

donde: b = base del patín

t_f = espesor del patín

2. Tensión y compresión para perfiles laminados asimétricos, arriostrados en la región de compresión.

$$F_b = 0.60 F_y$$

3. Tensión y compresión para miembros tipo cajón no incluidos en (2)

$$F_b = 0.60 F_y$$

4. Tensión y compresión para otros perfiles laminados, miembros compuestos y trabes de alma llena.

$$F_b = 0.60 F_y$$

e) APLASTAMIENTO

Cuando las partes en contacto tienen distintos límites de fluencia, se tomará el menor valor de F_y

$$F_p = 0.90 F_y$$

3.8. DEFLEXIONES

Las deflexiones permisibles de las vigas se limitan por varios requisitos funcionales. Las deflexiones excesivas son indeseables porque:

- a) Pueden producir grietas en los plafones de techo, en los pisos o en los muros divisorios.
- b) Pueden causarle incomodidades a los usuarios de la estructura.
- c) Son indicadores de falta de rigidez de la estructura, la que puede ocasionar vibraciones y sobreesfuerzos de la misma, bajo cargas dinámicas.
- d) Pueden producir distorsiones en las conexiones y conducir a esfuerzos secundarios altos.
- e) Pueden originar un drenaje deficiente de la azotea, incrementando las cargas debidas al "estancamiento" del agua.

Con el desarrollo de los aceros de alta resistencia y el énfasis que se ha puesto en el empleo de vigas de claros grandes en las estructuras, el control de las deflexiones ha adquirido particular importancia.

El diseñador puede disminuir las deformaciones incrementando el peralte del miembro, reduciendo el claro, proporcionando mayores restricciones al giro de los apoyos, o bien por otros medios.

En general, la deflexión de la viga es una función de la carga, del claro, del módulo de elasticidad y de la geometría - de la sección transversal.

En la mayoría de los códigos para la construcción, la de formación por carga viva de las vigas que soportan plafones de yeso u otro tipo de aplanado se limita a $(1/360)$ del claro; solamente es necesario limitar la deformación por carga viva al - valor mencionado, puesto que la debida a carga muerta se presen ta antes de enyesar o aplanar el plafón.

Además, las deformaciones de carga muerta a menudo se -- contrarrestan proporcionando contraflecha a las vigas.

Las contraflechas extremadamente pequeñas pueden no ser permanentes, y sus valores máximos también se limitan para evitar sobreesfuerzos de consecuencias en la viga.

3.9. VIGAS REFORZADAS DE PERALTE VARIABLE

Cuando las secciones laminadas no tienen la resistencia suficiente para soportar el momento flexionante exterior, pueden reforzarse, en toda su longitud o en parte de ella.

Para el esfuerzo de los patines, lo más conveniente es usar placas y canales (Fig. a); este esfuerzo ayuda también a incrementar la resistencia contra el pandeo lateral.

Las vigas existentes pueden a menudo reforzarse convenientemente soldándoseles placas a los patines, en tales casos, deberá hacerse el diseño de los refuerzos de modo tal que se eviten, en cuanto sea posible, las soldaduras sobre la cabeza. Por ejemplo, si la soldadura se va a ejecutar con la viga en su posición final, se prefiere el diseño de la Fig. (a. 2) al de la Fig. (a. 1)

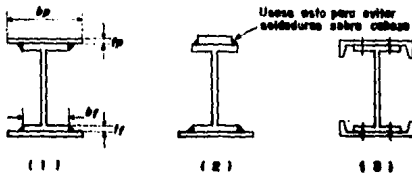


Fig. (a) Vigas laminadas reforzadas

Una aplicación económica del refuerzo en los patines -- consiste, en añadir placas sólo en las partes de las vigas donde existen momentos flexionantes altos; así, mediante el re

fuerzo de las vigas en voladizos o de las vigas continuas en -- las regiones de altos momentos flexionantes, se pueden utilizar secciones laminadas de menor tamaño.

La dimensión y longitud de las placas de refuerzo se pue de diseñar de modo que éstas se apeguen al diagrama de momentos (Fig. b). Cuando el esfuerzo permisible del patín de tensión - difiere del esfuerzo permisible del de compresión, la cantidad- de refuerzo requerido para uno a otro puede también ser diferen- te.

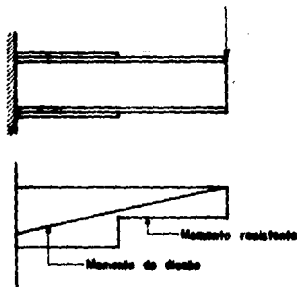


Fig. (b) Viga con cubreplacas

Las placas adicionales de refuerzo pueden conectarse a - la sección laminada mediante remaches, soldadura o tornillos; -- la resistencia requerida para la conexión se determina mediante la cantidad de cortante que existe entre los elementos a unir, -- según se obtiene por la fórmula.

$$q = \frac{VQ}{I} \quad (3.9.1)$$

Donde "q" es la carga de corte por centímetro del claro-

que puede ser resistida por los conectores.

Las vigas de peralte variable pueden ser convenientes -- por razones arquitectónicas o económicas (Fig. c). Tales vigas se fabrican con placas soldadas entre sí, o bien con secciones laminadas, partidas y unidas nuevamente.

Este tipo de vigas se presta muy adecuadamente para trabajar en estructuras para techos.

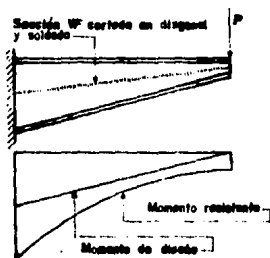


Fig. (c) Viga de peralte variable

3.10. DIMENSIONAMIENTO DE TRABES ARMADAS

Cuando se diseña una trabe armada de alma llena para resistir un determinado momento flexionante "M", es deseable hacer el brazo de palanca de las fuerzas internas lo más grande posible, de modo que el material requerido en los patines se reduzca al mínimo.

El área del alma requerida para resistir un cortante "V" dado depende del esfuerzo permisible al cortante "fv". Si este esfuerzo fuese independiente del peralte y espesor del alma, entonces la trabe más ligera sería una con el alma peraltada y delgada.

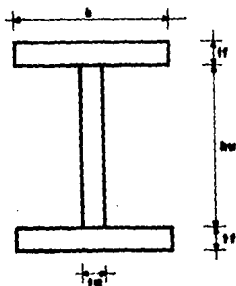
En este caso el peralte puede quedar determinado por la altura libre disponible, las limitaciones de las deformaciones, los tamaños de las placas disponibles, las proporciones estéticas, el transporte al sitio de la obra, o las condiciones de construcción.

En realidad, las placas de alma peraltadas y delgadas se pandean a esfuerzos bajos y, por consiguiente, el esfuerzo cortante permisible no es independiente de las proporciones del alma.

Para obtener la sección óptima se requiere de una que proporcione la máxima resistencia y efectividad, con el mínimo de área, ya que ésto nos lleva a menor peso de la estructura.

3.10.1. P r e d i s e ñ o

Dada la siguiente sección transversal, se obtendrán las dimensiones tentativas de ésta para realizar un prediseño.



Donde:

b = Base patín
 tf = Espesor patín
 hw = Perfilto alma
 tw = Espesor alma

El área de la sección transversal "A" queda expresada -- por:

$$A = 2btf + hwtw \quad (3.10.1)$$

El área de los patines necesaria para resistir el momento flexionante "M" se obtiene de la siguiente relación.

$$M = Fe (tfb)hw \quad (3.10.2)$$

donde:

Fe = Esfuerzo permisible en la fibra a nivel de unión del alma con el patín (por facilidad para la obtención de las propiedades).

$$Fe = 0.90 Fy_{\text{permisible}} = 0.90 (0.60 \times 2530 \text{ Kg/cm}^2) = \dots$$

$$1366 \text{ Kg/cm}^2$$

Dada la fuerza cortante "V" el área del alma necesaria - para resistir esta fuerza está dada por:

$$twh = \frac{V}{F_v} \quad (3.10.3)$$

F_v = Esfuerzo permisible a cortante

$$F_v = 0.40 F_y = 0.40 \times 2530 \text{ Kg/cm}^2 = 1012 \text{ Kg/cm}^2.$$

Si el espesor del alma es menor que el espesor mínimo de terminado por especificaciones prácticas, o es tan pequeño como para requerir un gran número de atezadores, entonces adoptar una placa más gruesa.

Especificaciones prácticas:

$$\frac{hw}{tw} \leq 106 \quad * \quad (3.10.4) \quad \frac{b}{2tf} \leq 10.8 \quad (3.10.5)$$

* Este valor es el máximo de las expresiones: (3.2.4 y 3.2.5)

Para la obtención de las dimensiones de la sección que proporciona la mínima área, se expresará la ecuación (3.10.1) - en función de "hw"

$$\text{De (3.10.4)} \quad \frac{hw}{tw} = 106 \quad tw = \frac{hw}{106}$$

Despejando "btf" de (3.10.2) se tiene:

$$btf = \frac{M}{F_e hw} \quad btf = \frac{M}{1360 hw}$$

Sustituyendo los valores anteriores en (3.10.1)

$$A = 2 \frac{M}{1360 hw} + hw \frac{hw}{106}$$

$$A = 0.001464 \frac{M}{hw} + 0.009434 hw^2$$

Derivando:

$$\frac{dA}{dh} = - \frac{0.001464 M}{hw^2} + 2 (0.009434 hw)$$

Igualando a cero la expresión anterior

$$- \frac{0.001464 M}{hw^2} + 0.018868 hw = 0$$

$$- \frac{0.001464 M + 0.018868 hw^3}{hw^2} = 0$$

$$- 0.001464 M + 0.018868 hw^3 = 0$$

$$0.018868 hw^3 = 0.001464 M$$

$$hw^3 = \frac{0.001464 M}{0.018868}$$

$$hw^3 = 0.077592 M$$

$$hw = 0.4265 \sqrt[3]{M} \quad (3.10.6)$$

La obtención de "tw" se hará sustituyendo el valor de -- "hw" de la expresión (3.10.6) en las expresiones (3.10.3) y --- (3.10.4) tomándose el mayor de las dos.

$$tw = \frac{V}{hw Fv} \quad y \quad tw = \frac{hw}{106} \quad (3.10.7)$$

Para encontrar los valores de "b" y "tf" se aplicarán -- las expresiones (3.10.2) y (3.10.5)

$$btf = \frac{M}{1366 hw} \quad (3.10.2) \quad \text{y} \quad \frac{b}{2tf} = 10.8 \quad (3.10.5)$$

de (3.10.5) $b = 21.6 tf$

Sustituyendo este valor de "b" en (3.10.2)

$$21.6 tf (tf) = \frac{M}{1366 hw}$$

$$21.6 tf^2 = \frac{M}{1366 hw}$$

$$tf^2 = \frac{M}{29505 hw}$$

$$tf = \sqrt{\frac{M}{29505 hw}} \quad (3.10.8)$$

El valor de "b" se obtendrá sustituyendo (3.10.8) en (3.10.5)

$$b = 21.6 \sqrt{\frac{M}{29505 hw}} \quad (3.10.9)$$

3.11. PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA SECCION TRANSVERSAL

La sección transversal elegida es una sección "I" formada de tres placas soldadas como se muestra en la Fig. (a)

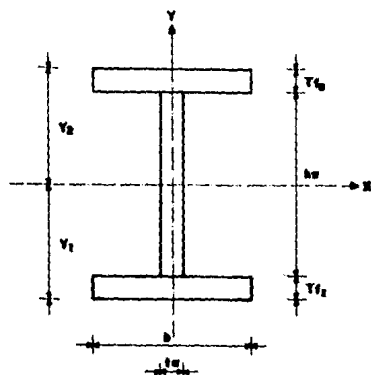


Fig. (a)

Donde:

- b = Base patín
- tf_s = Espesor patín superior
- tf_I = Espesor patín inferior
- hw = Peralte alma
- tw = Espesor alma
- Y_1 = Distancia del eje neutro a la fibra más alejada del patín inferior
- Y_2 = Distancia del eje neutro a la fibra más alejada del patín superior

Se procederá a obtener las propiedades geométricas de la sección transversal de la Fig. (a)

a) Area de la sección:

$$A = btf_s + btf_I + hwtw \quad (3.11.1)$$

b) Centroide de la sección, debido a que el eje Y - Y' es un eje de simetría, sólo se obtendrá la posición de "Y₁" y "Y₂"

Elemento	Area	Y	Area x Y
Patín Inf.	btf_I	$0.5 tf_I$	$0.5 b (tf_I)^2$
Patín Sup.	btf_s	$tf_I + hw + 0.5 tf_s$	$btf_s tf_I + btf_s hw + 0.5 b (tf_s)^2$
Alma	$hwtw$	$tf_I + 0.5 hw$	$hwtwtf_I + 0.5 (hw)^2 tw$
Suma	AT		AY

$$A_T = btf_I + btf_s + hwtw$$

$$AY = 0.5b(tf_I)^2 + btf_s tf_I + btf_s hw + 0.5b(tf_s)^2 + hwtwtf_I + 0.5(hw)^2 tw$$

$$Y_1 = \frac{AY}{btf_I + btf_s + hwtw} \quad (3.11.2)$$

$$Y_2 = hw + tf_s + tf_I - Y_1 \quad (3.11.3)$$

c) Momento de inercia respecto a X-X'

$$I_x = \frac{tw(Y_1 - tf_I)^3}{3} + \frac{tw(Y_2 - tf_s)^3}{3} + \frac{b(tf_I)^3}{12} + btf_I(Y_1 - 0.5tf_I)^2 + \frac{b(tf_s)^3}{12} + btf_s(Y_2 - 0.5tf_s)^2 \quad (3.11.4)$$

d) Módulo de sección respecto a X-X'

$$Sx_1 = \frac{I_x}{Y_1} \quad (3.11.5)$$

$$Sx_2 = \frac{I_x}{Y_2} \quad (3.11.6)$$

e) Radio de giro respecto a X-X'

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad (3.11.7)$$

f) Momento de inercia respecto a Y-Y'

$$I_y = \frac{hw(tw)^3}{12} + \frac{tf_I b^3}{12} + \frac{tf_s b^3}{12} \quad (3.11.8)$$

g) Módulo de sección respecto a Y-Y'

$$Sy = \frac{I_y}{0.5b} \quad (3.11.9)$$

h) Radio de giro respecto a Y-Y'

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad (3.11.10)$$

3.12. DISEÑO DE MARCOS RIGIDOS DE UN NIVEL.

Los marcos rígidos de un nivel, con cabezal horizontal, -inclinado o de dos aguas, se utilizan con frecuencia cuando se necesita cubrir espacios considerables con pocas columnas intermedias, como sucede en gimnasios, auditorios, mercados, fábricas, bodegas, etc.

Cuando la cubierta es de lámina, de asbesto-cemento, aluminio o acero, se requieren pendientes considerables para desalojar el agua de lluvia sin que se introduzca entre las láminas, que en general están traslapadas, sin ningún sello entre ellas; en esos casos se obtiene una buena solución utilizando marcos -de cabezal inclinado o de dos aguas, de una sola crujía ó de varias crujías continuas Fig. (a)

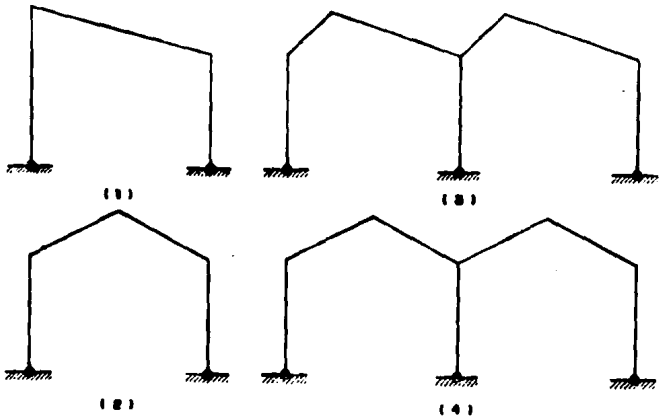


Fig. (a) Marcos rígidos con cabezal inclinado o de dos aguas.

Los marcos con cabezal inclinado se emplean cuando el claro es reducido, y los de dos aguas resultan más económicos y funcionales en claros grandes.

Estas estructuras se utilizan para cubrir económicamente áreas grandes, pues las superficies inclinadas que proporcionan permiten eliminar los rellenos que se requieren para el desague de techos horizontales, y en la cubierta se emplean materiales ligeros, con lo que las cargas se reducen notablemente, lo que redundará en economías en estructura y cimentación.

Los marcos rígidos de un piso con cabezal horizontal se usan en estructuras, en diente de sierra (el cabezal es, con frecuencia, una armadura en la que se coloca el ventanal), y cuando los claros no son muy grandes y por requisitos de operación se requiere una cubierta pesada, por ejemplo una losa de concreto.

3.12.1. Marcos de dos aguas Fig. (a₂, a₃, a₄)

Las características de estos marcos y las cargas que actúan sobre ellos, suelen ser de tal naturaleza que las fuerzas normales influyen poco en el diseño de vigas y columnas, el que queda regido casi exclusivamente por flexión (la fuerza cortante es de gran importancia en el comportamiento de las conexiones, pero no de los miembros en sí), la inestabilidad de conjunto no suele ser crítica.

3.12.2. Diseño basado en esfuerzos permisibles, de acuerdo con las normas AISC de 1969 (Ref. 11.1)

Como se supuso, por hipótesis, que el marco se conserva en su plano original hasta la falla, se comprobará únicamente - que la sección escogida es compacta y se revisarán los requisitos adicionales que deben cumplirse para que se permita el incremento del esfuerzo hasta $0.66 f_y$

A continuación se reproduce el artículo 1.5.1.4.1. de la Ref. 11.1, en el que se fijan esos requisitos:

"El esfuerzo permisible en tensión o compresión en las - fibras extremas de miembros compactos, laminados o hechos con - placas cargados en un plano de simetría que contiene los ejes - de menor momento de inercia (ejes y), y que llenen los requisitos que se dan a continuación es:

$$F_b = 0.66 f_y$$

Las condiciones que deben satisfacerse para que un elemento estructural pueda diseñarse de acuerdo con este artículo son:

- a) Los patines están unidos con el alma o almas en forma continua.
- b) Cuando el patín comprimido está formado por elementos planos no atiesados, su relación ancho/grueso, definida en 1.9.1.1. (Ref.11.1), no excede de $545 / \sqrt{f_y}$

- c) Cuando el patín comprimido está formado por elementos planos atiesados, su relación ancho/grueso definida en 1.9.2.1. (Ref. 11.1), no es mayor que $1593 / \sqrt{f_y}$
- d) La relación peralte total de la sección /grueso del alma o almas no excede de:

$$\frac{d}{t_w} = 5366 \left[1 - 3.74 \frac{f_a}{f_y} \right] / \sqrt{f_y}$$

Quando: $\frac{f_a}{f_y} > 0.16$ se tiene:

$$\frac{d}{t_w} = \frac{2155}{\sqrt{f_y}}$$

- e) La Longitud no soportada lateralmente del patín comprimido de miembros que no sean en cajón no excede de $637 b / \sqrt{f_y}$ ni de $1'400\ 000 / (d/A_p) f_y$
- f) La longitud no soportada lateralmente del patín comprimido de miembros de sección transversal rectangular hueca (en cajón) de peralte no mayor que seis veces el ancho y cuyos patines tienen un grueso igual o menor que el doble del espesor del alma, no excede de:

$$(137100 + 84370 \frac{M_1}{M_2}) \frac{b}{f_y}, \text{ pero no tiene que ser menor que } 84370 b / f_y$$

Con la excepción de las trabes hechas con aceros diferentes en alma, patines y los miembros de acero A 514, las vigas (incluyendo las diseñadas como secciones compuestas, en colabo-

ración con una losa de concreto) que llenan los requisitos de los incisos (a) a (f) y que son continuas sobre uno o más apoyos, o que están conectadas rígidamente a columnas por medio de remaches, pernos de alta resistencia o soldaduras, pueden diseñarse para 9/10 de los momentos negativos producidos por carga vertical (obtenidos por medio de un análisis elástico), que son máximos en los apoyos, siempre que los momentos positivos máximos se incrementen en 1/10 del promedio de los negativos.

Esta reducción no es aplicable a momentos producidos por cargas que actúan sobre vigas en voladizo. Si el momento negativo es resistido por una columna conectada rígidamente a la viga, puede tenerse en cuenta la reducción del diez por ciento en el momento al diseñar la columna con fuerza axial y flexión combinadas, siempre que el esfuerzo "fa" producido por la fuerza axial no sea mayor que "0.15 Fa"

En la Ref. 11.2 se permiten redistribuciones de momentos mucho más importantes.

3.12.3. Resumen del Diseño

La condición (3.12.2a) se cumple debido a que se utilizará una sección "I" formada por placas unidas entre sí por medio de soldaduras continuas.

Relación Ancho Grueso

Patines:

$$\frac{b}{2tf} \leq \frac{545}{\sqrt{fy}}$$

Condición (3.12.2b)

Alma:

$$f_a = \frac{P}{A}$$

$$\text{Si } \frac{f_a}{f_y} \leq 0.16 \quad \frac{hw}{tw} \leq 5366 \quad \left[1 - 3.74 \frac{f_a}{f_y} \right] / \sqrt{f_y}$$

$$\text{Si } \frac{f_a}{f_y} > 0.16 \quad \frac{hw}{tw} \leq \frac{2155}{\sqrt{f_y}} \quad \text{Condición (3.12.2d)}$$

Condición (3.12.2c) no es aplicable

Si se cumplen los requisitos (3.12.2a,b y d) del artículo 1.5.1.4.1. Ref. 11.1 (la sección es compacta)

La distancia máxima admisible entre puntos del patín comprimido soportados lateralmente es de acuerdo con (3.12.2e) la menor de:

$$\text{a) } \frac{637 b}{\sqrt{f_y}}$$

$$\text{b) } \frac{1\,400\,000}{(d/A_p) f_y}$$

Si se cumple este requisito pueden diseñarse utilizando momentos redistribuidos, pero si no se cumple se deben emplear los obtenidos en el análisis elástico del marco sin modificar.

Diseño de las Trabes o Aleros.

Para calcular esfuerzos permisibles y factores de amplificación, puede considerarse que la longitud libre de pandeo --

alrededor del eje de mayor momento de inercia es la total, que la de pandeo alrededor de "y" es igual a la separación entre -- puntos soportados lateralmente y que, en ambos casos, $K = 1.00$

La revisión de la sección puede hacerse tomando L_x/r_x como la relación de esbeltez crítica, y colocando el contraventeo lateral necesario para que se cumpla esta condición.

La longitud libre de pandeo alrededor de "y" no debe ser mayor de (KL_x/r_x)

$$\frac{L_y}{r_y} = \frac{L_x}{r_x}$$

$$L_{y_{\max}} = \frac{r_y L_x}{r_x}$$

Cumpliendo esta condición se logra también que el diseño se efectúe con un esfuerzo permisible de 0.66 fy

La separación " $L_{y_{\max}}$ " es la separación máxima entre largueros. Como los largueros están apoyados en el patín superior, en la zona de momento positivo le dan directamente soporte lateral al patín comprimido, pero cuando éste es el inferior, como sucede en las regiones de momento negativo, hay que colocar --- atizadores que lo conecten con los largueros. Estos deben tener características que les permitan proporcionar el soporte lateral requerido; de no ser así, deben reforzarse o colocarse -- elementos adicionales que trabajen como puntales, y en este caso es muy probable que sea más económico aumentar la separación entre puntos soportados lateralmente, con lo que disminuye el -

contraventeo lateral, y diseñar con un esfuerzo permisible de $0.60 f_y$, sin redistribuir momentos y con la relación de esbeltez que corresponda al pandeo alrededor de "y".

En uno u otro caso los largueros o puntales se complementan con elementos de contraventeo en diagonal.

Revisión de la trabe o alero a flexocompresión:

Si $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$ se puede aplicar la fórmula siguiente:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{b_x}}{F_{b_x}} \leq 1.00$$

Si $\frac{f_a}{F_a} > 0.15$ se tiene:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{m_x} f_{b_x}}{1 - \frac{f_a}{F_{e_x}}} F_{b_x} \leq 1.00$$

Ver punto (3.5)

Revisión por Cortante.

$$v_{\max} = \frac{V}{Aw}$$

$$v_{\max} = 0.40 f_y$$

El cortante no suele ser crítico en estructuras de este tipo.

Diseño de Columnas:

Se hacen con los momentos elásticos sin distribución en su mayoría.

Los valores de longitud efectiva K_y para pandeo alrededor del eje de menor momento de inercia, pueden tomarse conservadoramente iguales a 1.00, pues en las fachadas laterales del edificio se colocan puntales y contraventeo vertical en equis - que impiden los movimientos lineales, fuera del plano del marco, de las secciones soportadas lateralmente. En cambio no hay ningún elemento auxiliar que aumente la resistencia del marco en su plano, pues su colocación reduciría los espacios libres utilizables (a veces es posible soportar los marcos en su plano, - impidiendo los desplazamientos lineales de sus nudos por medio de contraventeos colocados en las superficies inclinadas de las trabes o aleros, que los ligan a muros rígidos construídos en las cabeceras de la nave o a marcos extremadamente rígidos); -- por consiguiente, sus nudos pueden desplazarse linealmente y el factor K_x de las columnas es mayor que la unidad.

En la figura (b) se tiene un nomograma deducido para columnas cuyos extremos pueden desplazarse linealmente.

Los parámetros G de los nomogramas son:

$$G = \frac{\sum (I/L)_c}{\sum (I/L)_v}$$

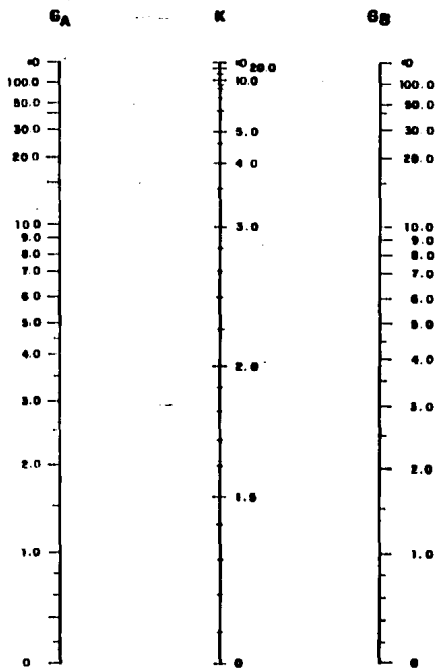
Los índices "A" y "B" corresponden a cada uno de los extremos del tramo de columnas que se esté considerando.

$\sum (I/L)c$ representa la suma de los cocientes "I/L" de todas las columnas que concurren en el extremo en que se calcula "G"

$\sum (I/L)v$ la de las vigas que llegan al nudo y se encuentran en el plano en el que se estudia el pandeo; los momentos de inercia corresponden a ejes normales a ese plano. Para que se tengan en cuenta en la determinación de "G", tanto vigas como columnas deben estar rígidamente conectadas con el nudo, - pues si están conectadas con él mediante una articulación no -- contribuyen en nada a la resistencia.

A extremos de columnas articuladas (en la cimentación, - por ejemplo) les corresponde un valor de G infinito en teoría, - pero en diseños prácticos puede tomarse $G = 10.0$, a menos que - el apoyo esté realmente diseñado como una articulación, sin --- fricción; análogamente aunque G es nulo en teoría cuando el extremo de la columna, está empotrado, conviene suponerlo igual - a 1.00 en columnas ligadas rígidamente a zapatas diseñadas para resistir momento.

La intersección de la escala central del nomograma y una línea recta trazada entre G_A y G_B proporciona el coeficiente -- "K" buscado.



(b) Momentos laterales no impedidos

Revisión de la Sección Propuesta:

Se revisa que cumpla con los requisitos (3.12.2 a,b,d) - del artículo 1.5.1.4.1 Ref. 11.1 para que la sección sea compacta.

Revisión de la Columna a Flexocompresión:

Se obtiene $(KL/r)_x$ y $(KL/r)_y$ rigiendo la mayor de las dos.

Si $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$ se aplica:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{b_x}}{F_{b_x}} \leq 1.00$$

Si $\frac{f_a}{F_a} > 0.15$ se tiene

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{m_x} f_{b_x}}{1 - \frac{f_a}{F'_{ex}} F_{b_x}} \leq 1.00$$

Ver punto (3.5)

Revisión por Cortante:

$$v_{\max} = \frac{V}{A_w}$$

$$v_{\max} = 0.40 f_y$$

El cortante no suele ser crítico en estructuras de este tipo.

C A P I T U L O I V

PROGRAMA PARA ANALISIS Y DISEÑO EN MICRO-COMPUTADORA

4.1. DESCRIPCION DEL PROGRAMA

En los capítulos II y III se presentaron de una forma adecuada para la elaboración de programas en computadora, el método de análisis y los aspectos de diseño respectivamente.

- El programa se elaboró en lenguaje "BASIC" para una micro computadora "APPLE II PLUS", esta clase de equipos van teniendo mayor aceptación en nuestro medio.

El lenguaje "BASIC" es el mismo para todas las microcomputadoras, por lo que el programa servirá para cualquier máquina, que utilice dicho lenguaje. Posiblemente en algunos casos habrá que modificar el manejo de archivos, pantallas y rutinas de impresión.

Debido a que en este tipo de equipos, existe una fuerte limitación de memoria, el programa se va a estructurar en subprogramas, guardando resultados parciales en archivos.

A continuación se dará una descripción breve de cada programa. El listado completo del programa se encuentra en el --- apéndice.

4.2. Programa "SALUDO"

Este programa sirve de enlace y regulador del sistema ya que a partir de aquí se enlaza con los programas "DATOS GENERALES", "FUERZA INICIAL", "SECCION TRANSVERSAL" y "CUANTIFICACION"

Con este programa se inicia el sistema y también se le da término (Ver encadenamiento de programas en el punto 4.16).

4.3. Programa "DATOS GENERALES"

Este programa contiene subrutinas de captación de datos, modificación, visualización e impresión:

Los datos que se piden son número de nudos y número de barras. Después de pedir estos datos se dará la información de los nudos y las barras.

4.3.1. Datos Nudos:

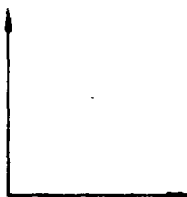
Se piden uno por uno los datos de los nudos que componen a la estructura, los datos que se requieren son:

4.3.1.1. Coordenadas.- Se dan las abcisas y ordenadas de los nudos, referidas al sistema global de la estructura.

4.3.1.2. Condición de Desplazamiento.- Aquí se dan las condiciones de apoyo del nudo. Para los tres grados de libertad (desplazamiento "X", desplazamiento "Y" y giro o desplazamiento angular) se tienen las opciones de -- desconocido y nulo.

Con estas opciones se puede generar cualquier tipo de apoyo, mismos que se ilustran a continuación y qué datos se tienen que dar para generarlo.

SISTEMA DE REFERENCIA GLOBAL



1. Empotramiento



Desplazamiento

en "X"	Nulo
en "Y"	Nulo
Giro	Nulo

2. Articulación



Desplazamiento

en "X"	Nulo
en "Y"	Nulo
Giro	Desconocido

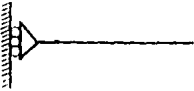
3. Apoyo guiado en la dirección "X"



Desplazamiento

en "X"	Desconocido
en "Y"	Nulo
Giro	Desconocido

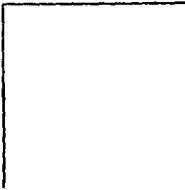
4. Apoyo guiado en la dirección "Y"



Desplazamiento

en	"X"	Nulo
en	"Y"	Desconocido
Giro		Desconocido

5. Nudo cualquiera



Desplazamiento

en	"X"	Desconocido
en	"Y"	Desconocido
Giro		Desconocido

4.3.2. Datos Barras:

Para cada barra se piden el nudo inicial (i), el nudo final (j), el área de la sección transversal y el momento de inercia de la sección transversal.

En la primera etapa se consideran las barras de sección-transversal constante.

Con los datos anteriores se generan los archivos "DATOS" y "BARRA"

Archivo DATOS.- Este tiene una cantidad de registros -- igual al número de nudos más una adicional donde se almacena el número de nudos. El registro tipo de este archivo contiene los siguientes datos:

- Abcisa, Ordenada, Desplazamiento "X", Desplazamiento "Y" y Giro.

Archivo BARRA.- Este tiene una cantidad de registros --- igual al número de barras más uno adicional donde se almacena - el número de barras. El registro tipo de este archivo contiene los siguientes datos:

- Nudo (i), Nudo (j), Area de la Sección transversal, Momento de inercia de la sección transversal, longitud de la barra, Longitud de Dovela.

Esta longitud de Dovela servirá cuando se realice el -- análisis con sección transversal variable, cada barra - se dividirá en 15 dovelas ya que con ésto se tiene una - muy buena aproximación.

4.4. Programa "CORRESPONDENCIA"

Este programa pide el tipo de elemento que constituye el marco como son: columnas o trabes.

Con estos datos se genera el archivo "BANDERA"

Archivo BANDERA.- Este tiene una cantidad de registros - igual al número de barras más uno adicional, en donde se almace na la condición que indica si ya se ha realizado un dimensiona miento de la sección transversal. El registro tipo de este ar chivo contiene el siguiente dato:

- Tipo de Elementos.

Posteriormente el programa pregunta qué barras llegan a cada columna, con estos datos se genera el archivo "TRAB-COL"

Archivo TRAB-COL.- Este archivo tiene una cantidad de registros igual al número de barras más uno adicional, donde se almacena la cantidad de barras que llegan a cada columna.

El registro tipo de este archivo contiene las barras que llegan a cada columna.

4.5. Programa "RIGIDEZ EN BARRAS"

Este programa lee los datos almacenados en el archivo "BARRA" y los procesa de la siguiente forma: lee uno a uno cada registro de este archivo y con los datos genera la matriz de rigideces de la barra en la referencia local, aplicando la metodología expuesta en los puntos (2.3.4 y 2.3.2).

Posteriormente el programa lee los datos almacenados en el archivo "DATOS", para calcular los cosenos directores de cada barra y así hacer la transformación de la matriz de rigideces de la barra en la referencia global.

Por último se genera un archivo llamado "MATRIZ".- Este archivo tiene una cantidad de registros igual a seis veces el número de barras.

En cada registro se almacena la matriz de rigideces de la barra por renglones.

4.6. Programa "MATRIZ RIGIDECES ESTRUCTURA"

Este programa lee la matriz de rigideces de la barra en el archivo "MATRIZ", para posteriormente generar la matriz de rigideces de la estructura aplicando lo expuesto en el punto -- (2.2.3)

Con los datos de las restricciones de desplazamiento en los nudos, almacenados en el archivo "DATOS", se corrige la matriz de rigideces de la estructura conforme lo expuesto en el punto (2.2.5b)

Por último, con los valores de la matriz de rigideces de la estructura se genera el archivo "TOTAL", mismo que almacena en cada registro un elemento de esta matriz; esto tiene el objetivo de evitar que cuando se tenga una matriz muy extensa un registro sea insuficiente para almacenar un renglón de la matriz de rigideces de la estructura.

4.7. Programa "FUERZA INICIAL"

Este programa capta los datos necesarios para generar el vector de cargas. Los datos que se requieren son: las fuerzas de fijación y las cargas en los nudos. Las fuerzas de fijación se calculan mediante lo expuesto en el punto (2.3.5)

El programa pregunta barra por barra las fuerzas internas. Las diferentes condiciones de carga que se tienen son:

1. Carga uniformemente repartida.
2. Carga concentrada.

El programa genera los archivos "FUEGLO", "REPARTIDA", - "CARGAS", "HORIZONTAL" y "POSICION".

Estos archivos almacenan los datos de las fuerzas de fijación en el sistema de referencia global, la carga uniformemente repartida en la barra, la carga concentrada "Py" en el sistema de referencia local, la carga concentrada "Px" en el sistema de referencia local y la posición de las cargas concentradas -- "Px" y "Py" en la barra.

Posteriormente el programa pregunta por las cargas nodales:

1. Fuerza en dirección "X"
2. Fuerza en dirección "Y"
3. Momento Flexionante

Los signos de éstas, van referidas al sistema de referencia global; las fuerzas son positivas si van en dirección de -- los ejes y los momentos si van en contra de las manecillas del reloj, tal como se expresó en el punto (2.1.5)

Generándose posteriormente el archivo "NUDO", que almacena los valores de Fuerza en dirección -X-, Fuerza en dirección -Y- y Momento Flexionante.

Con toda esta información se forma el vector de cargas, mismo que se corrige por la condición de restricción de desplazamientos en los nudos, tal como se expresó en el punto (2.2.5b) generándose el archivo "FIJACION" mismo que almacena el vector de cargas por nudos.

4.8. Programa "SOLUCION"

El programa triangula la matriz de rigideces de la estructura, utilizando el método de Cholesky. Este método es válido para matrices simétricas, positivas definidas y como las matrices de rigideces pertenecen a este tipo de matrices, la matriz de rigideces se puede transformar en:

$$A = U^T U$$

Donde:

U^T es una matriz triangular inferior normalizada

U es una matriz triangular superior normalizada

Matricialmente ésto se representa como:

$$\begin{bmatrix}
 a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\
 & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\
 & & a_{33} & \dots & a_{3n} \\
 & & & \dots & \\
 & & & & \dots \\
 & & & & & a_{nn}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 u_{11} & 0 & 0 & \dots & 0 \\
 u_{12} & u_{22} & 0 & \dots & 0 \\
 u_{13} & u_{23} & u_{33} & \dots & 0 \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 u_{1n} & u_{2n} & u_{3n} & \dots & u_{nn}
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 u_{11} & u_{12} & u_{13} & \dots & u_{1n} \\
 0 & u_{22} & u_{23} & \dots & u_{2n} \\
 0 & 0 & u_{33} & \dots & u_{3n} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\
 0 & 0 & 0 & \dots & u_{nn}
 \end{bmatrix}$$

La obtención de la matriz U , no depende mas que de los valores de la matriz de rigideces. En ningún momento interviene el vector de cargas. Esta es la razón por la que se utilizó este método, una vez triangulada la matriz, el número de operaciones requeridas para obtener los desplazamientos con un determi-

nado vector de cargas, son relativamente pocos. Hablando en -- porcentaje; de un 100% de procesamiento, el 80% se lleva en la triangulación y el 20% en la obtención de los desplazamientos.

El proceso de cálculo para la obtención de los desplazamientos es el siguiente:

El modelo matemático de ecuaciones simultáneas es:

$$AX = B$$

Sustituyendo a A por su equivalente, las matrices calculadas anteriormente nos queda:

$$U^T U X = B \quad \text{Donde B es el vector de cargas}$$

El producto UX se puede representar por Y, que haciendo la sustitución queda:

$$U^T Y = B$$

De este modelo se conoce a U^T y a B. Por la forma de la matriz U^T , el vector Y se calcula fácilmente.

El primer renglón (Y(1)) es igual a $B(1)/U_{11}$. El segundo renglón del vector Y se calcula sustituyendo el valor de --- Y(1) en la segunda ecuación y despejando a Y(2). Procediendo de esta manera con todas las ecuaciones, se calculan todos los términos del vector Y. A este proceso se le denomina sustitución hacia adelante.

Una vez calculado el vector Y se resuelve el modelo re--

presentado por la siguiente ecuación:

$$UX = Y$$

En él se conoce U y Y y se desconoce X. El vector de desplazamiento X; que representa los desplazamientos de la estructura, se puede calcular análogamente a como se calculó el vector Y, sólo que el proceso de sustitución será hacia atrás y no hacia adelante.

Una vez calculados los desplazamientos de la estructura con el algoritmo antes expuesto, los almacena en el archivo --- "DESPLAZAMIENTO"

4.9. Programa "ELEMENTOS"

El programa calcula las reacciones en aquellos nudos con desplazamientos restringidos (apoyos), así como los elementos mecánicos (Fuerza Normal, Fuerza Cortante y Momento Flexionante) en cada barra en su nudo inicial y final.

Se obtienen los elementos mecánicos de cada "Barra" en su sistema de referencia global según lo expuesto en el punto (2.2.6), teniéndose así (Px, Py y M) en el nudo inicial y final de cada barra.

Las reacciones se obtienen cambiando la dirección de las fuerzas en aquellos nudos restringidos.

Para el Ingeniero Estructuralista es más sencillo tener los elementos mecánicos referidos al sistema de referencia local, -

por lo que se tendrán que transformar las fuerzas, utilizando la ley de transformación expresada en el punto (2.2.6).

Una vez obtenidas las reacciones así como los elementos mecánicos, estos últimos generan el archivo "MECANICOS"

Este archivo tiene una cantidad de registros igual al número de barras más uno adicional donde se almacena el número de barras. El registro tipo de este archivo contiene los siguientes datos:

$$N_i, V_i, M_i, N_f, V_f \text{ y } M_f$$

Donde:

- N_i = Fuerza Normal en el inicio de la barra
- V_i = Fuerza Cortante en el inicio de la barra
- M_i = Momento flexionante en el inicio de la barra
- N_f = Fuerza Normal en el final de la barra
- V_f = Fuerza Cortante en el final de la barra
- M_f = Momento flexionante en el final de la barra

4.10. Programa "ANALISIS-REVISION"

Con todos los valores almacenados en los archivos "MECANICOS", "BARRA", "REPARTIDA", "CARGAS", "POSICION" y "HORIZON--TAL", se valúan los elementos mecánicos (Fuerza Normal, Fuerza Cortante y Momento Flexionante) a lo largo de la barra en cada centro de dovela.

Como se expresó anteriormente, la barra se divide en 15-dovelas de igual longitud, además se valúan los elementos mecánicos en aquellos puntos donde hay cargas concentradas.

Una vez calculados los elementos mecánicos el programa lee en el archivo "BANDERA" la indicación "CERRADO" o "ABIERTO"

Si se lee la indicación de "CERRADO" significa que no se han dimensionado las secciones transversales de cada barra y -- por consiguiente el programa realiza un prediseño según lo expresado en el punto (3.10.1)

Se obtienen las dimensiones tentativas de la sección --- transversal, en cada centro de dovela así como en aquellos puntos donde hay cargas concentradas.

Posteriormente el programa se enlazará con el programa - "SECCION TRANSVERSAL"

En cambio, si la indicación que lee el programa es de -- "ABIERTO" significa que ya se han dimensionado las secciones -- transversales de cada barra, procediéndose a la revisión mediante las relaciones de interacción de cada sección transversal a lo largo de la barra, así como en aquellos puntos donde hay cargas concentradas según lo expresado en el punto (3.12). Se obtiene el porcentaje del esfuerzo permisible a flexo-compresión y cortante en cada dovela.

4.11. Programa "SECCION TRANSVERSAL"

Este programa dibuja en la pantalla la sección transver-

sal propuesta (ver Figura (a) en 3.11)

4.12. Programa "PROPIEDADES"

Este programa pregunta los datos necesarios que definen la sección transversal de cada barra como son:

- Espesor patín superior, espesor patín inferior, espesor alma, base patín, peralte alma inicial, peralte al ma final y número de cambios de pendiente.

Los últimos tres valores sirven para formar la sección transversal variable de la barra.

Con todos los datos anteriores se calculan las propiedades geométricas de la sección transversal en cada centro de dovela y en aquellos puntos donde hay cargas concentradas, posteriormente se generan los archivos "AREA", "INERCIA", "SECCIONX" "RADIOX", "RADIOY", "ALMA", "AREAP", "SECCIONP", "RADIOXP", "RADIOYP", "ALMAP".

Que almacenan:

- | | |
|--|--------------|
| a) En los centros de cada Dovela | |
| Area de la sección transversal | ("AREA") |
| Momento de inercia respecto $X-X'$ | ("INERCIA") |
| Módulo de sección respecto $X-X'$ | ("SECCIONX") |
| Radio de giro respecto $X-X'$ | ("RADIOX") |
| Radio de giro respecto $Y-Y'$ | ("RADIOY") |
| Area del alma | ("ALMA") |
| b) En los puntos donde hay cargas concentradas | |
| Area de la sección transversal | ("AREAP") |
| Módulo de sección respecto $X-X'$ | ("SECCIONP") |
| Radio de giro respecto $X-X'$ | ("RADIOXP") |
| Radio de giro respecto $Y-Y'$ | ("RADIOYP") |
| Area del alma | ("ALMAP") |

4.13. Programa "RIGIDEZ SECCION VARIABLE"

Este programa es una variante del programa "RIGIDEZ EN BARRAS", que en esencia realiza lo mismo, la única diferencia que tiene es que los valores de la matriz de rigideces de cada barra, los obtiene a partir de los datos almacenados en los archivos "AREA" e "INERCIA" y no del archivo "BARRA" como lo hace el programa "RIGIDEZ EN BARRAS"

Almacenándose posteriormente los resultados en el archivo "MATRIZ"

4.14. Programa "FUERZAS (2)"

Este programa genera el vector de cargas con los valores almacenados en los archivos "REPARTIDA", "CARGA", "HORIZONTAL", "POSICION" y "NUDO"

Aquí el programa ya no pregunta ningún dato sino que todo lo realiza con los valores preguntados en el programa "FUERZAS INICIAL"

Como se expresó en el punto (2.3) las acciones de empostramiento son diferentes cada vez que cambien las dimensiones de la sección transversal de la barra, por lo tanto, ésto se va a realizar todas las veces que se haga un dimensionamiento de la sección transversal.

Por último, se corrige el vector de cargas por la condición de restricción de desplazamientos en los nudos y almacenándose de nuevo el vector de carga por nudos en el archivo "FIJACION"

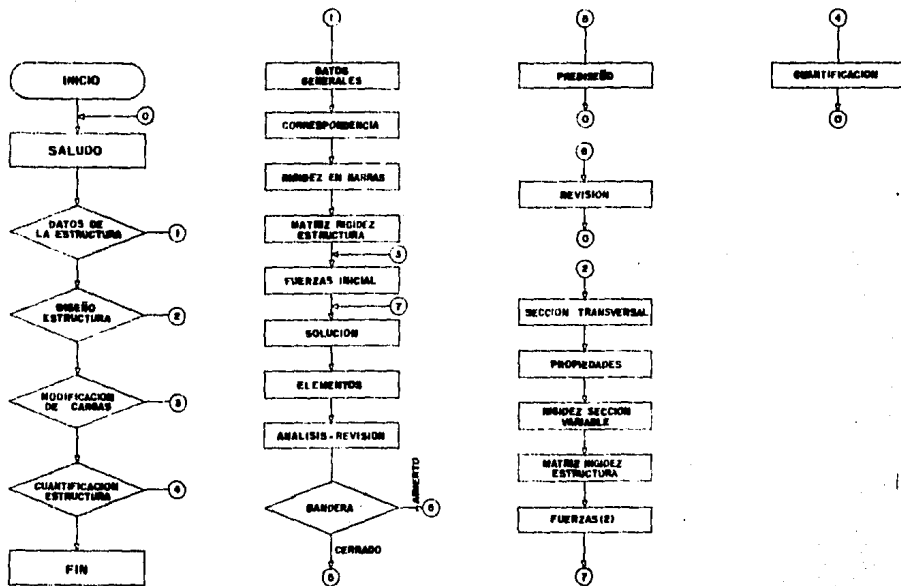
4.15. Programa "CUANTIFICACION"

Este programa calcula el peso total de la estructura de acuerdo con el más reciente dimensionamiento que se haya dado, para lo cual requiere de los datos almacenados en el archivo -- "AREA" y "BARRA"

4.16. DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA:

El siguiente diagrama de bloques indica como están enca- denados los programas.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA



4.17. MANUAL DE OPERACION

Los pasos que se deben seguir son los siguientes:

1. Colocar el disco de "PROGRAMAS" en el drive 1 y el disco de "ARCHIVOS" en el drive 2, encender la máquina y el sistema se cargará automáticamente.
2. La máquina pedirá que teclee el Título, se tienen -- dos renglones de 40 espacios cada uno. El usuario tiene la opción de dar el título o dejar en blanco tecleando sólo < RETURN >
3. Aparece onseguida la pantalla N° 1 que presenta:
 1. Datos de la Estructura
 2. Diseño de la Estructura
 3. Modificación de Cargas
 4. Cuantificación de la Estructura
 5. Salir.

En el inicio se deberá escoger la opción N° 1, posteriormente cuando vuelva a aparecer esta pantalla se podrán escoger las opciones N° 2, N° 3, N° 4 y N° 5.

- a) Si se escoge la opción N° 1 pasamos al punto (4)
- b) Si se escoge la opción N° 2 pasamos al punto (18)
- c) Si se escoge la opción N° 3 pasamos al punto (8)
- d) Si se escoge la opción N° 4 pasamos al punto (22)
- e) Si se escoge la opción N° 5 concluye el sistema.

4. Se preguntan los datos generales de la estructura --

que se resolverá, se tienen las siguientes opciones en la pantalla N° 2.

1. Dar de alta Datos
2. Modificación de Datos
3. Ver Datos
4. Impresión
5. Salir.

- a) Si escoge la opción N° 1, se preguntan el número de nudos y el número de barras.

Se piden las coordenadas de cada nudo en [cm], según el sistema de referencia global, su condición de desplazamiento ya sea NULO o DESCONOCIDO para la dirección X, dirección Y y el giro. Para expresar un desplazamiento NULO basta con teclear \boxed{N} , y para expresar un desplazamiento DESCONOCIDO basta con teclear \boxed{D} . La generación de los diferentes apoyos se puede ver en el punto (4.3.1.2).

Se piden los datos de cada barra como son: nudo inicial, nudo final, área de la sección transversal en $[cm^2]$ e inercia de la sección transversal en $[cm^4]$

Al terminar de dar la última barra el programa regresa a la pantalla N° 2.

- b) La opción N° 2 es una subrutina donde se puede corre

gir cualquiera de los datos preguntados en la opción "DAR DE ALTA DATOS" al terminar esta subrutina el programa regresa a la pantalla N° 2.

- c) En la opción N° 3 aparecen en pantalla todos los datos preguntados en la opción "DAR DE ALTA DATOS". Al terminar esta subrutina regresa a la pantalla N° 2.
- d) La opción N° 4 manda imprimir todos los datos preguntados en la opción "DAR DE ALTA DATOS". Al terminar esta subrutina regresa a la pantalla N° 2.
- e) Si se escoge la opción N° 5 continúa el proceso de cálculo.

5. Se pregunta el tipo de cada barra (Trabe o Columna), para expresar la trabe basta con teclear [T], para expresar la columna basta con teclear [C].

Se piden posteriormente las barras que llegan a cada columna.

6. Aquí la máquina empieza a procesar los datos y le va indicando al usuario en que etapa del proceso se encuentra. Lo primero que se procesa es la matriz de rigideces de las barras y la máquina indica que se encuentra en dicha etapa, escribiendo en la pantalla: OBTENCION DE RIGIDECES EN LAS BARRAS.

7. Después de obtener las matrices de rigideces de cada barra genera la matriz de rigideces de la estructura y la máquina indica que se encuentra en dicha etapa escribiendo en la pantalla: OBTENCION DE MATRIZ DE RIGIDECES DE LA ESTRUCTURA.

8. A continuación la máquina se encuentra en el programa de "FUERZAS INICIAL" apareciendo la pantalla N° 3, donde se presentan las diferentes opciones de fuerzas internas en cada barra.

1. Carga Repartida
2. Carga Concentrada
3. Salir

- a) Si se escoge la opción N° 1 se pregunta el valor de la carga repartida "w" en [Kg/m] , la carga será positiva si va en la dirección negativa del eje "Y" de la barra en el sistema de referencia local.

Esta opción va acompañada de una subrutina de corrección de errores, al terminar la máquina regresa a la pantalla N° 3.

- b) Si se escoge la opción N° 2 se preguntan los valores de la carga concentrada Px en [Kg] ; Py en [Kg] y la posición en [cm] de las fuerzas con respecto al nudo inicial, las cargas serán positivas si van en la misma dirección de la convención expresada en el punto (2.1.5 y 2.1.6)

Esta opción va acompañada de una subrutina de corrección de errores, al terminar la máquina regresa a la pantalla N° 3.

- c) Si escogemos la opción N° 3 el programa continúa a la siguiente etapa.

9. Aparece a continuación la pantalla N° 4 donde se preguntan los valores de las fuerzas en los nudos.

1. Fuerza - X - [Kg]
2. Fuerza - Y - [Kg]
3. Momento Flexionante [Kg-cm]

Estas fuerzas serán positivas si van en la misma dirección de la convención expresada en el punto (2.1.5 y 2.1.6)

Si no hay fuerzas en los nudos basta con teclear - en la FUERZA -X-

Todo esto va acompañado de una subrutina de corrección de errores.

10. El sistema pregunta si se desean imprimir los datos de las cargas dados con anterioridad.

11. Al continuar el sistema la máquina se encuentra en la etapa de cálculo de los desplazamientos apareciendo en la pantalla: OBTENCION DE DESPLAZAMIENTOS.

12. Una vez calculados los desplazamientos en los nudos se procede a imprimirlos nudo por nudo en el siguiente orden.

Desplazamiento -X- en [cm] , Desplazamiento -Y- en [cm] y giro en [radianes].

Estos desplazamientos están referidos al sistema global manteniéndose la convención expresada en el punto (2.1.5. y 2.1.6)

13. Se imprimen las reacciones en aquellos nudos donde existen desplazamientos restringidos, los valores que se imprimen son: nudo, Fuerza X en [Kg], Fuerza Y en [Kg] y Momento flexionante en [Kg-cm]

Estas fuerzas son positivas si van en la misma dirección de la convención expresada en el punto (2.1.5 y 2.1.6)

14. También se imprimen los elementos mecánicos de cada barra en su nudo inicial y nudo final referidos al sistema local.

Estas fuerzas son positivas si van en la misma dirección de la convención expresada en los puntos (2.1.5 y 2.1.6)

15. Se presentan a continuación en pantalla los elementos mecánicos en cada dovela de cada barra así como en los puntos donde hay cargas concentradas.

Al terminar se pregunta si se desean imprimir estos resultados.

16. El sistema continúa imprimiendo un prediseño en caso de no haberse dimensionado la sección transversal de cada barra.

Presentándose las dimensiones tentativas de la sección transversal en cada dovela así como en los puntos donde hay cargas concentradas.

Posteriormente en el sistema aparece la pantalla N° 1.

17. En cambio si ya se dimensionó la sección transversal, se procede a revisar ésta en cada centro de dovela así como en los puntos donde hay cargas concentradas.

Esta revisión se hace, mediante las relaciones de interacción expuestas en el punto (3.12) según sea el caso.

Al terminar ésto el sistema presenta la pantalla N° 1.

18. Al escoger esta opción, en la pantalla aparece dibujada la sección transversal propuesta.

19. A continuación se preguntan los datos necesarios para dimensionar cada barra, se pide lo siguiente:

Espesor patín superior (mm), espesor patín inferior (mm), espesor alma (mm), base patín (mm), peralte alma inicio (mm), - peralte alma final (mm) y número de cambio de pendiente.

Si existen puntos donde cambia la pendiente, se pide el peralte en (mm) de ese punto así como su posición en (cm) a partir del nudo inicial de la barra.

20. Se pregunta si se desean imprimir los datos anteriores, en caso afirmativo además de éstos, se imprime el peralte del alma en (mm) en cada dovela así como en los puntos donde hay cargas concentradas.

21. El sistema vuelve a calcular la estructura regresando al punto (6) pero sin preguntar los datos de las cargas de los puntos (8) y (9), ya que éstos ya fueron dados en una primera instancia.

22. Aquí aparece en la pantalla el peso total de la estructura, preguntando después si se desea imprimirlo, presentando después la pantalla N° 1.

Como los datos que se le deben dar a la máquina son bastantes, es mejor el ordenarlos inicialmente. Con este propósito se han elaborado formatos en donde se pueden vaciar los datos y proporcionarlos en el orden en que los pide la máquina. Estas hojas se encuentran en el apéndice.

En el siguiente Capítulo se presenta un ejemplo de aplicación completo que ilustra claramente este sistema.

CAPITULO V

EJEMPLO DE APLICACION

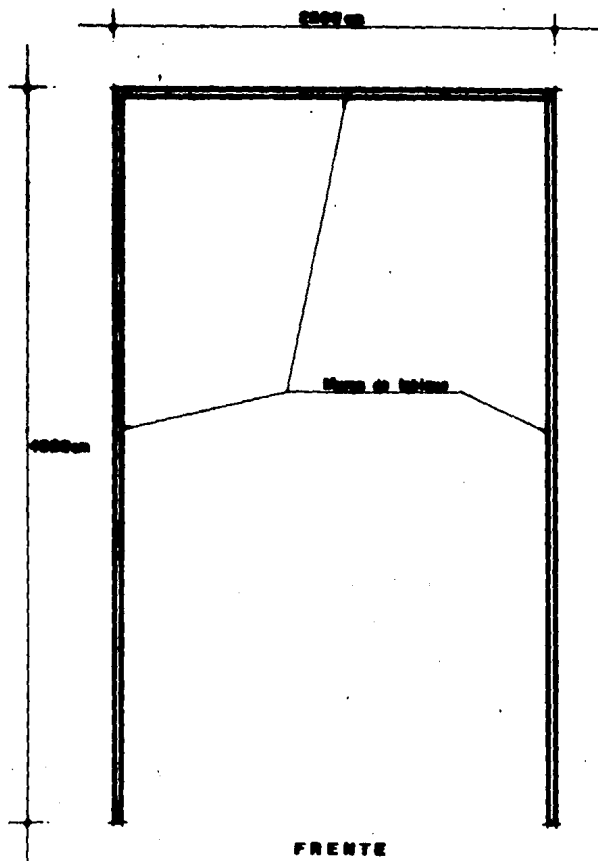
5.1. INTRODUCCION

Como una aplicación del programa se tiene el siguiente -- ejemplo:

Se desea cubrir una nave industrial de 25.00 m. de claro- (frente del terreno disponible en colindancia con la calle) por 40:00 m. de fondo. La construcción tendrá muros de tabique de 13 cms. de espesor en tres de los cuatro costados, teniéndose - un muro "piñón" en el fondo.

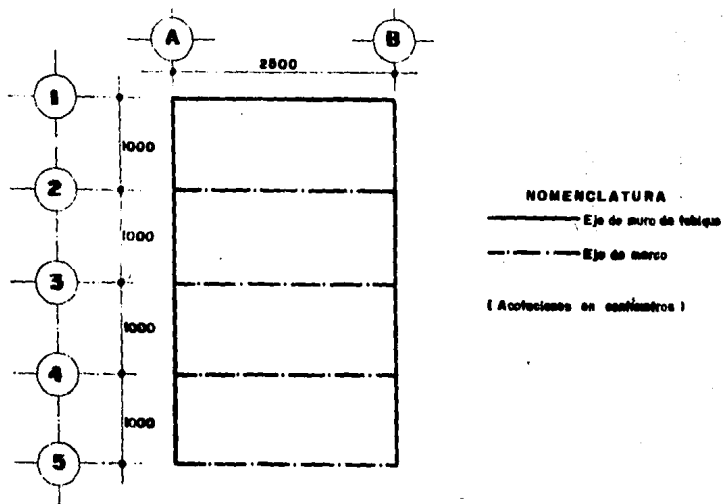
El tipo de cubierta será a base de lámina galvanizada calibre N° 24, largueros de MON-TEN e 115 cms. La altura de los muros será de 4.50 m.

La obra se localiza en Calle Tres Anegas N° 35, D. F., -- Fracc. Industrial Vallejo (en una zona plana).



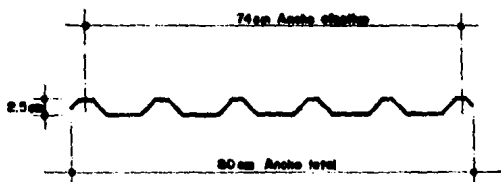
PLANTA

Los marcos se distribuirán a ϕ 10.00 m.



PLANTA

Se utiliza en la cubierta lámina galvanizada "GALVAK" -- calibre N° 24, rectangular G-74 con $w = 5.759 \text{ Kg/m}^2$.



RECTANGULAR G-74

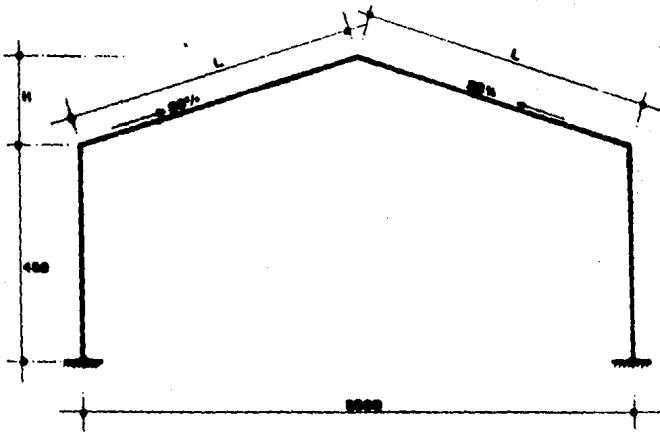
5.2. ANALISIS DE CARGAS Y GEOMETRIA
PESO CUBIERTA

$$\text{Peso Lámina} = 5.76 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga Viva} = 30.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{(para pendientes superiores a } 20\%) \quad 35.76 \text{ Kg/m}^2$$

Se considera una pendiente del 20%



$$\frac{H}{1250} = 0.20$$

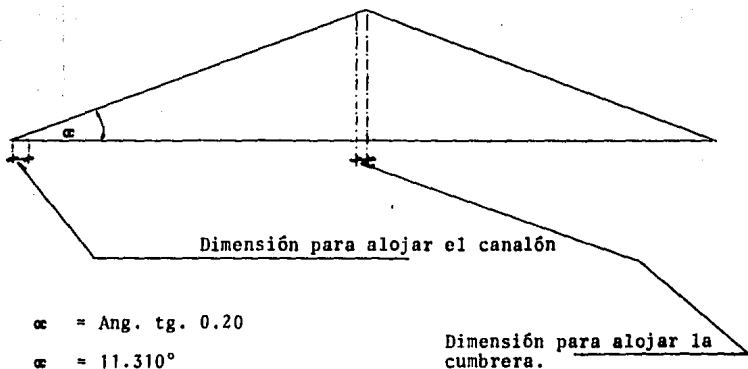
$$H = 0.20 (1250)$$

$$H = 250 \text{ cm.}$$

$$L = \sqrt{(250)^2 + (1250)^2}$$

$$L = 1274.75 \text{ cm.}$$

Distribución del MON-TEN



$$\alpha = \text{Ang. tg. } 0.20$$

$$\alpha = 11.310^\circ$$

Dimensión para alojar la cumbrera.

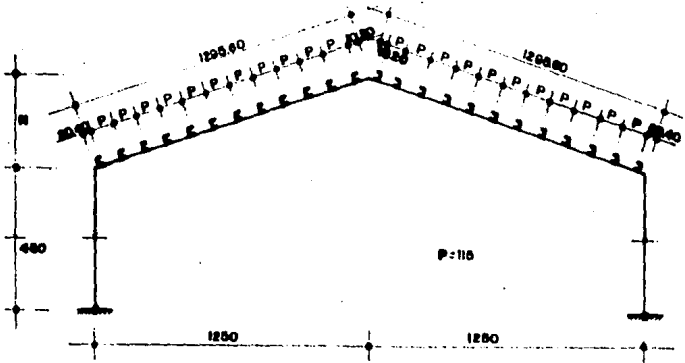
L_x = Distancia horizontal entre largueros.

$$L_x = 115 \text{ Cos } \alpha$$

$$L_x = 112.77 \text{ cms.}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Largueros} = \frac{1250-20-10}{112.77} + 1$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Largueros} = 11.82 \quad \text{Se proponen } 12 \text{ Largueros}$$



$$H = \sqrt{(1295.60)^2 - (1250)^2}$$

$$H = 340.70 \text{ cms.}$$

$$\text{Pendiente} = \frac{340.70}{1250} \times 100$$

$$\text{Pendiente} = 27.26\%$$

Dimensión Definitiva



Elevación

5.3. ANALISIS DE LARGUEROS

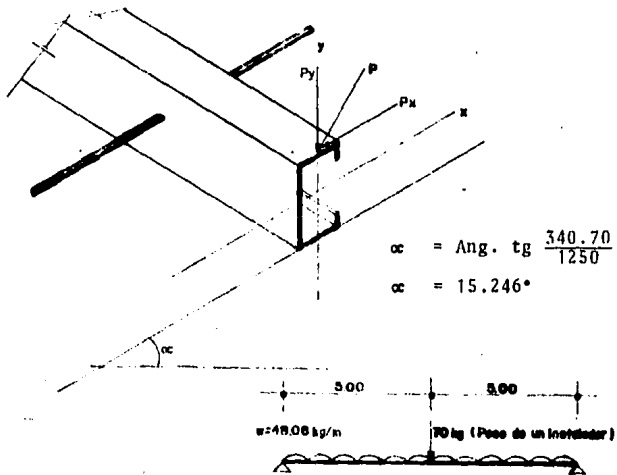
Descarga de los Langueros.

$$w = 35.76 \text{ Kg/m}^2 (1.15\text{m})$$

$$w = 41.124 \text{ Kg/m.}$$

Se propone MON-TEN 10 MT 14 con $w = 6.82 \text{ Kg/m.}$

Peso total = 48.06 Kg/m.



$$M_x = \frac{48.06 \cos(15.246)(10.00)^2}{8} + \frac{70 \cos(15.246)(10.00)}{4}$$

$$M_x = 748.45 \text{ Kg-m.} = 74845 \text{ Kg-cm.}$$

$$M_y = \frac{48.06 \sin(15.246)(5.00)^2}{8} + \frac{3(70) \sin(15.246)(5.00)}{16}$$

$$M_y = 25.16 \text{ Kg-m.} = 2516 \text{ Kg-cm.}$$

MON-TEN 10 MT 14

$$S_x = 66.95 \text{ cms}^3 \quad S_y = 12.67 \text{ cms}^3$$

Aplicando la fórmula de la escuadría.

$$\frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} \leq f_s$$

$$f_s = 0.60 f_y \quad f_y = 3500 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{para perfiles de lámina-doblada en frío})$$

$$f_s = 0.60 (3500) = 2100 \text{ Kgs/cm}^2$$

Sustituyendo:

$$\frac{74845}{66.95} + \frac{2516}{12.67} = 1316 \text{ Kgs/cm}^2 < 2100 \text{ Kgs/cm}^2$$

Revisión de flecha

$$f = \frac{5w l^4}{384EI}$$

$$I = 829 \text{ cms}^4$$

$$w = 0.4806 \text{ Kgs/cm.}$$

$$f = \frac{5(0.4806)(1000)^4}{384(2040000)(829)}$$

$$f = 3.70 \text{ cms.}$$

Se tiene entonces una limitación de (1/270) que resulta --- aceptable para este tipo de estructura.

Descarga del Larguero sobre el marco

$$R = 48.06 (10.00) = 480.60 \text{ Kg.}$$

5.4. ANALISIS Y DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Se hará el siguiente análisis:

5.4.1. Sección Transversal Constante

5.4.1.1. Carga Vertical

5.4.1.2. Carga Vertical y Viento

5.4.1.3. Carga Vertical y Sismo

5.4.2. Sección Transversal Variable

5.4.2.1. Carga Vertical

5.4.2.2. Carga Vertical y Viento

5.4.2.3. Carga Vertical y Sismo

Para el análisis y diseño de la estructura, se hará en primera instancia con una sección transversal constante que sea satisfactoria para las condiciones de Carga Vertical, Carga Vertical + Viento y Carga Vertical + Sismo.

Obteniéndose el peso total de la estructura.

Luego, se propondrá una sección transversal variable que sea satisfactoria para las condiciones de Carga Vertical, Carga Vertical + Viento y Carga Vertical + Sismo.

Obteniéndose el peso total de la estructura y comparando se por último el peso de ambas.

5.4.1. Sección Transversal Constante.

5.4.1.1. Carga Vertical

Peso Propio de Marco + Carga debida al granizo.

Se considera un peso aproximado de 30 Kgs/m^2

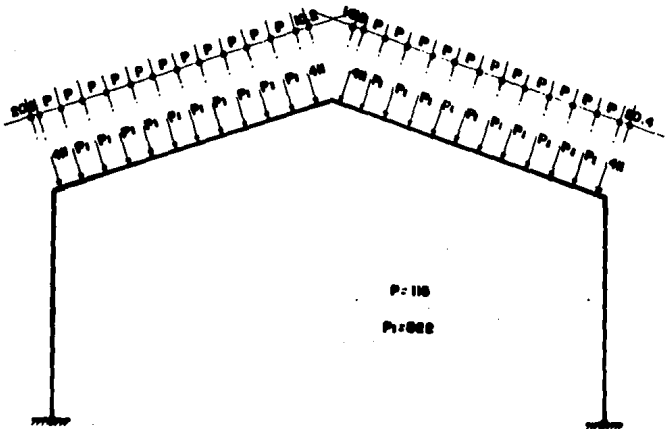
Peso por cada marco = $30 \text{ Kgs/m}^2 (10.00\text{m}) = 300 \text{ Kgs/m}$

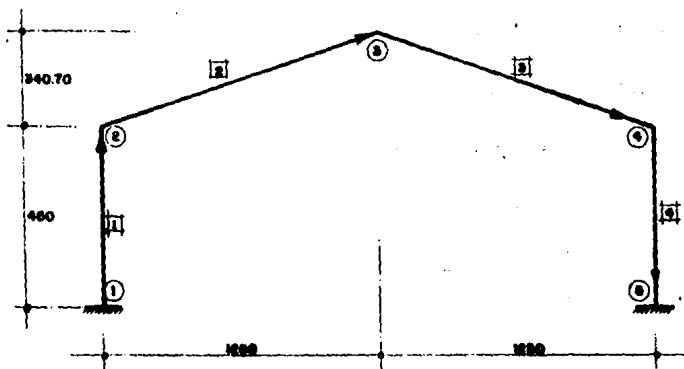
Peso adicional por MON-TEN = $\frac{300(25)}{22}$

Peso adicional = 340.91 Kgs.

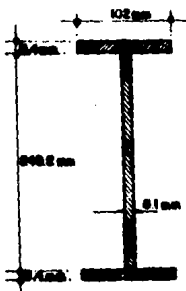
Carga total por larguero = $340.91 + 480.60 = 821.51 \text{ Kgs.}$

El croquis de cargas se presenta a continuación:





Se propondrá una viga para entrada al sistema.



$$A = 81.7 \text{ cm}^2$$

$$I = 3383 \text{ cm}^4$$

5.4.1.2. Análisis de Carga Vertical y Viento.

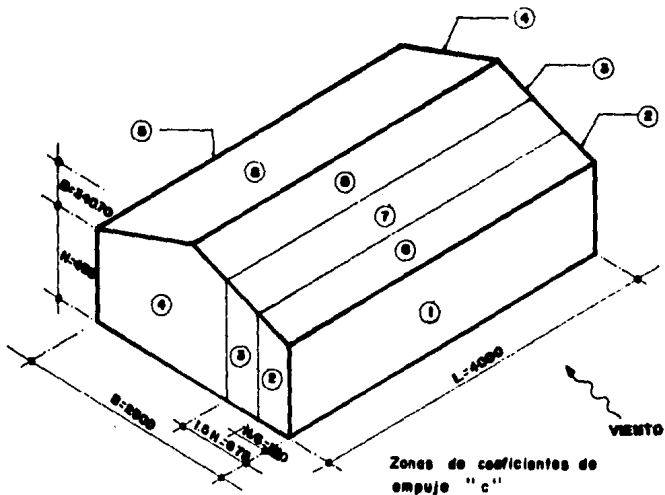
Velocidad de Diseño.

De acuerdo con el artículo 250 del reglamento, se trata de una estructura tipo I, por lo tanto se consideran únicamente los efectos debidos a empujes y succiones estáticos. Según el artículo 232, esta construcción pertenece al grupo B -- (se considera que no se manejarán productos altamente tóxicos-dentro de ella)

Para estas condiciones, según el artículo 253, la velocidad de diseño es:

$$V = 80 \text{ Kms/hr.}$$

a) Viento Normal a las generatrices.



De acuerdo al artículo 255 los coeficientes de empuje --
son, para los muros:

$$c_1 = 0.75$$

$$c_2 = - 1.75$$

$$c_3 = - 1.00$$

$$c_4 = - 0.40$$

$$c_5 = - 0.68$$

Para el techo:

$$\text{tg } \alpha = \frac{D}{(B/2)} = \frac{340.70}{1250} = 0.27256$$

$$\alpha = \text{Ang. tg. } (0.27256) = 15.246^\circ < 65^\circ$$

$D/H = \frac{340.70}{450.00} = 0.757 > 0.3$ Por tanto, de acuerdo-
con el inciso IV del artículo 255, los valores de "c" para la-
superficie de barlovento se obtendrán mediante interpolación.

$$c_6^I = - 1.75 + 0.0385 \alpha = - 1.75 + 0.0385 (15.246) = - 1.163$$

$$c_6^{II} = 0.5 \text{ tg. } \alpha = 0.50 (.27256) = 0.136$$

Interpolando linealmente:

$$c_6 = c_6^I + (D/H-0.3)(c_6^{II} - c_6^I)/(1-0.30)$$

$$c_6 = - 1.163 + (0.757-0.3)(.136 - (-1.163))/0.70$$

$c_6 = - 0.315$ el cual en valor absoluto es menor que 0.40, -
por lo tanto de acuerdo al inciso IV del artícu-
lo 255.

$$c_6 = \pm 0.40$$

$$c_7^I = - 1.0 + 0.027 \alpha = - 1.0 + 0.027 (15.246) = - 0.588$$

$$c_7^{II} = 0.4 \text{ tg. } \alpha = 0.4 (0.27256) = 0.109$$

Interpolando linealmente:

$$c_7^+ = c_7^- + (D/H-0.3)(c_7^+ - c_7^-)/(1-0.3)$$

$$c_7^- = -0.588 + (.757 - 0.3)(.109 - (-.588))/0.70$$

$c_7^- = -0.133$ el cual en valor absoluto es menor que 0.40 por tanto, de acuerdo al inciso IV del artículo 255

$$c_7 = \pm 0.40$$

Finalmente, para la superficie de sotavento:

$$c_8 = -0.68$$

Según el artículo 256 se tiene un porcentaje de aberturas "n"

$$n = \frac{(2500)(450) + (2500)(340.70)(0.50) \times 100}{4000(450)} = 24.3\% < 30\%$$

Las presiones interiores se toman con el signo desfavorable del coeficiente:

$$c^* = -0.60 \frac{n}{30} \pm 0.30 (1 - n/30)$$

$$c^*(+) = -0.60(24.3/30) + 0.30 (1 - 24.3/30) = -0.429$$

$$c^*(-) = -0.60(24.3/30) - 0.30 (1 - 24.3/30) = -0.543$$

El efecto combinado de presiones exteriores e interiores se toma sumando los coeficientes de empuje correspondientes.

$$c_6(+) = c_6 + c^* = 0.40 - 0.429 = -0.029$$

$$c_6(-) = c_6 + c^* = -0.40 - 0.543 = -0.943$$

$$c_7(+) = c_7 + c^* = 0.40 - 0.429 = -0.029$$

$$c_7(-) = c_7 + c^* = -0.40 - 0.543 = -0.943$$

$$c_8 = c_8 + c^* = -0.68 - 0.543 = -1.223$$

Presiones:

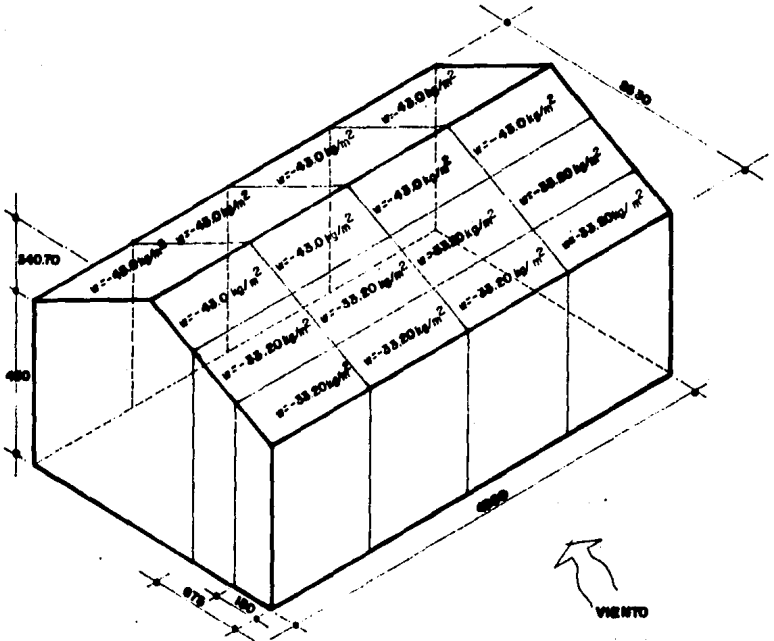
$$p = 0.0055 cv^2$$

Aplicando la fórmula anterior con el valor de "v" y los diferentes valores de "c" se obtiene:

$$p_6 = 0.0055(80)^2(-0.943) = - 33.2 \text{ Kgs/m}^2$$

$$p_7 = 0.0055(80)^2(-0.943) = - 33.2 \text{ Kgs/m}^2$$

$$p_8 = 0.0055(80)^2(-1.223) = - 43.0 \text{ Kgs/m}^2$$



Succión sobre el marco.

$$w_8 = - 43.0 \text{ Kgs/m}^2 (10.00\text{m}) = - 430 \text{ Kgs/m.}$$

$$w_7 = - 33.2 \text{ Kgs/m}^2 (10.00\text{m}) = - 332 \text{ Kgs/m.}$$

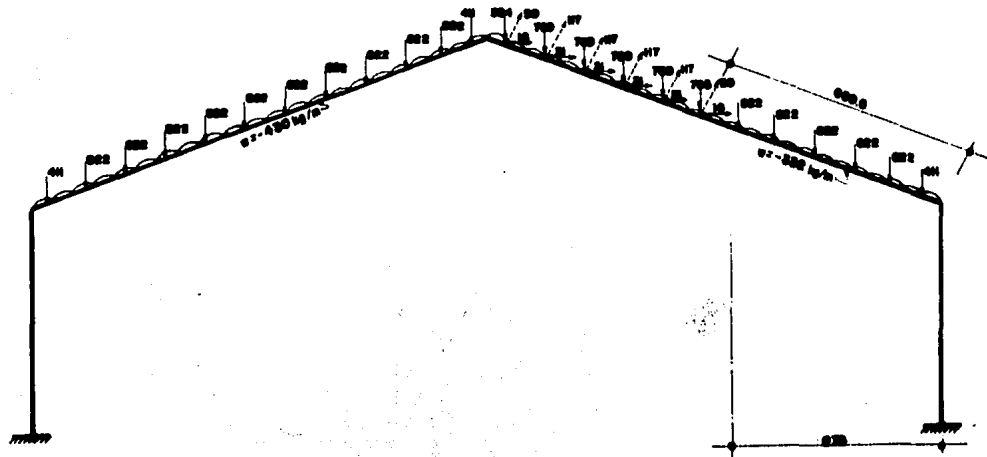
$$w_6 = - 33.2 \text{ Kgs/m}^2 (10.00\text{m}) = - 332 \text{ Kgs/m.}$$

$$\Delta w = - 430 - (-332) = - 98 \text{ Kgs/m.}$$

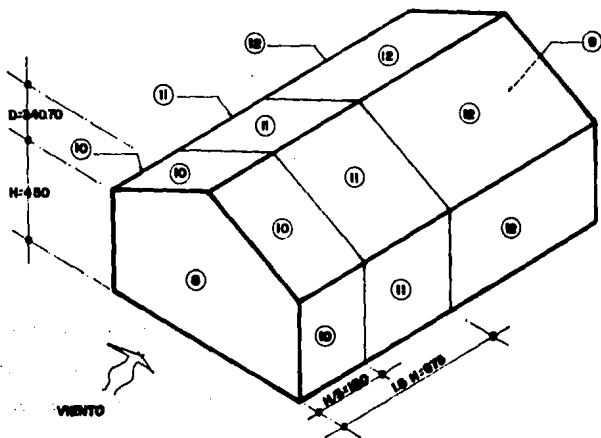
$$\text{Incremento de Fuerza} = - 98 \text{ Kgs/m.} (5.96\text{m}) = - 584.08 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Número de fuerzas que intervienen} = 5$$

$$P/\text{fuerza} = - 584.08/5 = - 117 \text{ Kgs.}$$



b) Viento paralelo a las generatrices.



Zonas de coeficientes de empujes "c"

De acuerdo con el artículo 255 se obtiene:

$$c_8 = 0.75$$

$$c_9 = - 0.68$$

$$c_{10} = - 1.75$$

$$c_{11} = - 1.00$$

$$c_{12} = - 0.40$$

Para presiones exteriores:

$$c^* = 0.80(n/30) \pm 0.30(1-n/30)$$

$$c^* (+) = 0.80(24.3/30) + 0.30(1-24.3/30) = 0.705$$

$$c^* (-) = 0.80(24.3/30) - 0.30(1-24.3/30) = 0.591$$

Por lo tanto, los efectos exteriores e interiores combinados se toman como:

$$c_{10} = c_{10} + c^*$$

$$c_{10} = - 1.75 + 0.591 = - 1.159$$

$$c_{11} = c_{11} + c^*$$

$$c_{11} = - 1.00 + 0.591 = - 0.409$$

$$c_{12} = c_{12} + c^*$$

$$c_{12} = - 0.40 + 0.591 = 0.191 \quad \text{el cual en valor absoluto es menor que 0.40, por -- tanto, de acuerdo con el inciso IV del reglamento- 255:}$$

$$c_{12} = \pm 0.40$$

Presiones:

$$p = 0.0055cv^2$$

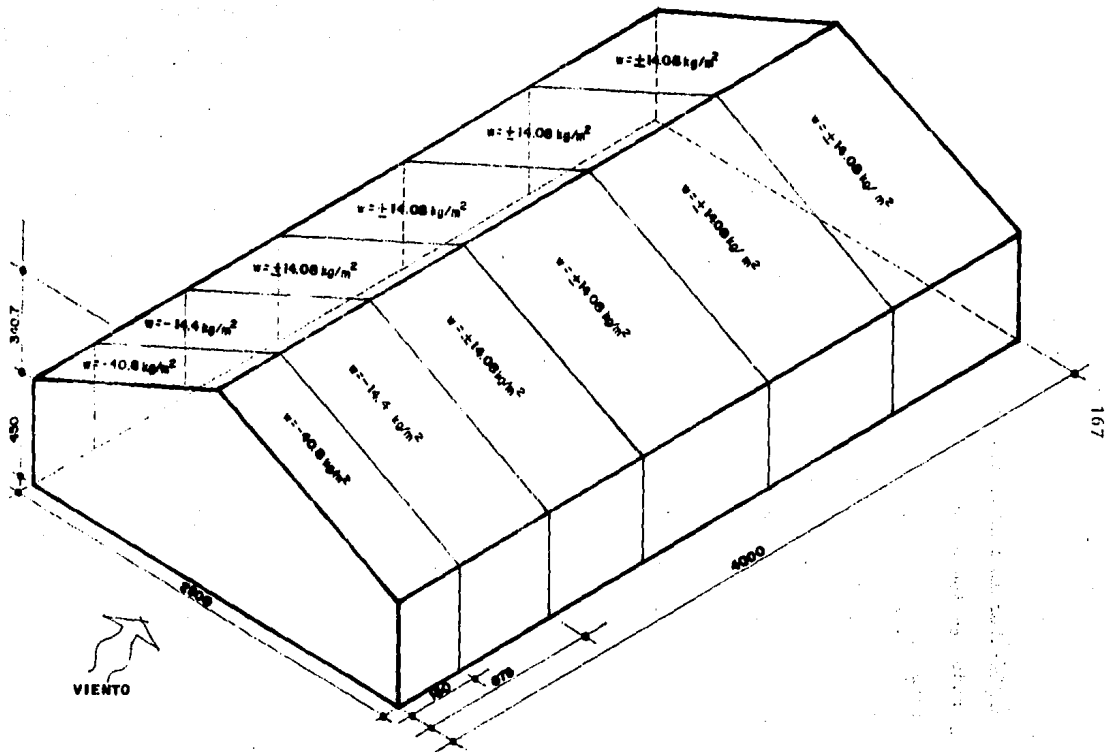
Aplicando la ecuación anterior con el valor de "v" y los diferentes valores de "c" se tiene:

$$P_{10} = 0.0055(80)^2(-1.159) = - 40.80 \text{ Kgs/m}^2$$

$$P_{11} = 0.0055(80)^2(-0.409) = - 14.40 \text{ Kgs/m}^2$$

$$P_{12} = 0.0055(80)^2(\pm 0.40) = \pm 14.08 \text{ Kgs/m}^2$$

A continuación se presentan las diferentes combinaciones más desfavorables de la acción de Carga Vertical y Viento.



Efectos sobre el Marco

Tomando un ancho unitario $B = 1.00$ m, se procederá a obtener las diferentes combinaciones de acciones sobre los marcos en (Kg/m)

a)



$$p_1 = - 40.8 (1.50) = - 61.2 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

$$p_2 = - 14.4 (5.25) = - 75.6 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

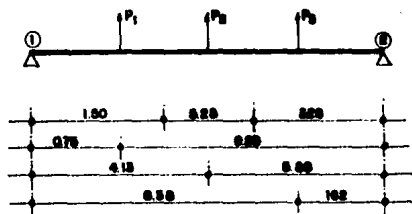
$$p_3 = + 14.03(3.25) = + 45.6 \text{ Kgs/m (Acción)}$$

$$R_1 = - 93.6 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

$$R_2 = + 2.57 \text{ Kgs/m (Acción)}$$

Carga sobre el marco = - 93.6 Kgs/m (Succión)

b)



$$p_1 = - 40.8 (1.50) = - 61.2 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

$$p_2 = - 14.4 (5.25) = - 75.6 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

$$p_3 = - 14.08 (3.25) = - 45.8 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

$$R_1 = - 108.4 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

$$R_2 = - 74.2 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

$$\text{Carga sobre el marco} = - 108.4 \text{ Kgs/m (Succión)}$$

c)



$$p_1 = + 14.08 (10) = 140.8 \text{ Kgs/m (Acción)}$$

$$R_1 = R_2 = 70.4 \text{ Kgs/m (Acción)}$$

$$\text{Carga sobre el marco} = R_{1(c)} + R_{2(a)}$$

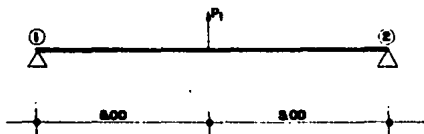
$$\text{Carga sobre el marco} = 70.4 + 2.57 = 73 \text{ Kgs/m. (Acción)}$$

d)

$$\text{Carga sobre el marco} = R_{1(c)} + R_{2(b)}$$

$$\text{Carga sobre el marco} = 70.4 - 74.2 = - 3.8 \text{ Kg/m (Succión)}$$

e)



$$p_1 = -14.08 (10) = -140.8 \text{ Kgs/m. (Succión)}$$

$$R_1 = R_2 = -70.4 \text{ Kgs/m. (Succión)}$$

$$\text{Carga sobre el marco} = R_{1(e)} + R_{2(a)}$$

$$\text{Carga sobre el marco} = -70.4 + 2.57 = -67.83 \text{ Kg/m (Succión)}$$

$$\text{f) Carga sobre el marco} = R_{1(e)} + R_{2(b)}$$

$$\text{Carga sobre el marco} = -70.4 - 74.2 = -144.6 \text{ Kg. (Succión)}$$

$$\text{g) Carga sobre el marco} = R_{1(c)} + R_{1(c)}$$

$$\text{Carga sobre el marco} = 70.4 + 70.4 = 140.8 \text{ Kg/m. (Acción)}$$

$$\text{h) Carga sobre el marco} = R_{1(e)} + R_{1(e)}$$

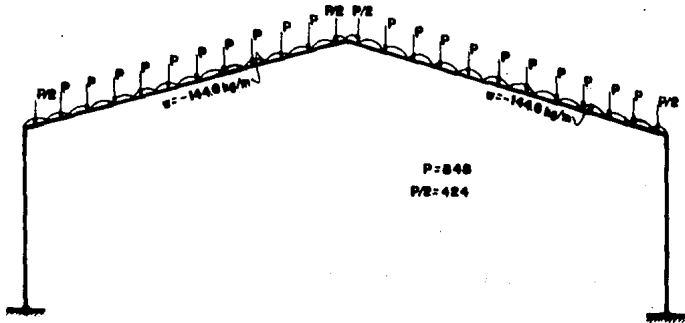
$$\text{Carga sobre el marco} = -70.4 - 70.4 = -140.8 \text{ Kg/m (Succión)}$$

$$\text{i) Carga sobre el marco} = R_{1(c)} + R_{1(e)}$$

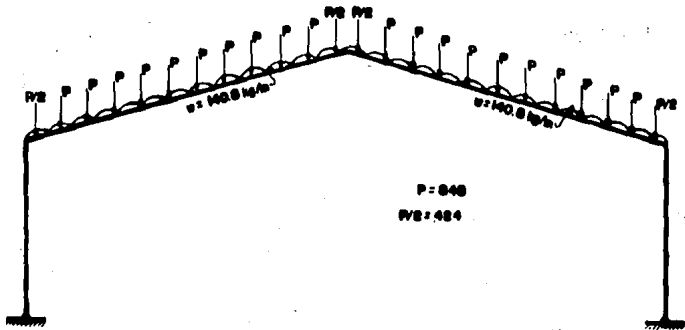
$$\text{Carga sobre el marco} = +70.4 - 70.4 = 0$$

De todos los casos anteriores los más desfavorables son: (f) y (g)

Caso (f)



Caso (g)

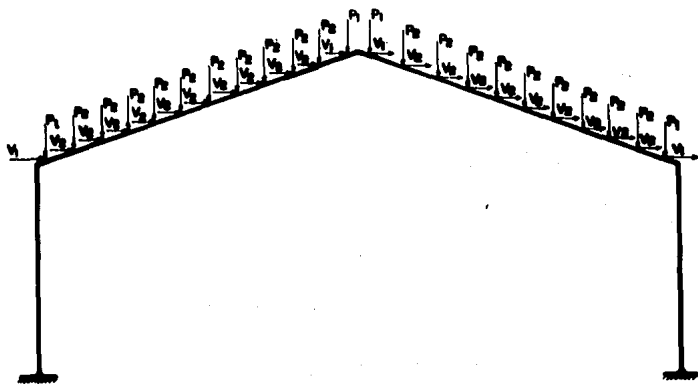


5.4.1.3 Carga Vertical y Sismo.

Tomando en cuenta la estructuración, el destino de la estructura y el tipo de subsuelo, se eligió un coeficiente de $c = 0.40$ (terreno compresible) y un factor de ductilidad Q --- igual a 2 por lo que el coeficiente sísmico es $C_s = 0.40/2 = -- 0.20$

Las fuerzas sísmicas de cada marco se aplicarán en el -- punto donde descarga cada larguero.

$$V = C_s W$$



$$P_1 = 411 \text{ Kgs.}$$

$$V_1 = 0.20(411\text{Kgs}) = 82.2 \text{ Kg.}$$

$$P_2 = 822 \text{ Kgs.}$$

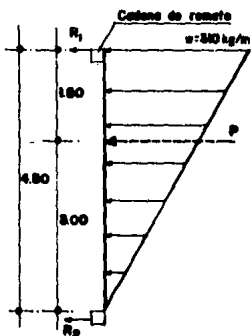
$$V_2 = 0.20(822\text{Kgs}) = 164.4 \text{ Kg.}$$

Consideración de la acción del muro sobre el marco.

Peso del muro:

Tabique:	0.13 x 1500 =	195 Kg/m ²
Yeso	0.015 x 1500 =	23 Kg/m ²
Mezcla	0.02 x 2000 =	40 Kg/m ²
		<u>258 Kg/m²</u>

Ancho tributario B = 10.00m.



$$w = 258 \text{ Kg/m}^2 (10.00\text{m}) = 2580 \text{ Kg/m.}$$

$$w_{\text{sismo}} = 0.20(2580\text{Kg/m}) = 516 \text{ Kg/m.}$$

$$P = 516 \text{ Kg/m. } (4.50\text{m})/2 = 1161 \text{ Kg.}$$

$$R_1 = 1161 (3.00)/4.50 = 774 \text{ Kg.}$$

Fuerza Horizontal sobre el nudo = 774 Kgs.

5.4.2. Sección Transversal Variable.

Para el análisis y diseño con sección transversal variable, se tomarán las mismas cargas externas de los puntos: 5.4.1.1, 5.4.1.2 y 5.4.1.3 para los puntos 5.4.2.1, 5.4.2.2 y 5.4.2.3, respectivamente.

A continuación se presentan las corridas de la Computadora, para el análisis y diseño del ejemplo escogido.

CORRESPONDENCIA	
BARRA	TIPO
1	C
2	T
3	T
4	C

T = trabe

C = columnas

TITULO: CARGA VERTICAL HOJA 4 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
2	1	-	-411	20.4
	2	-	-822	135.4
	3	-	-822	250.4
	4	-	-822	365.4
	5	-	-822	480.4
	6	-	-822	595.4
	7	-	-822	710.4
	8	-	-822	825.4
	9	-	-822	940.4
	10	-	-822	1055.4
	11	-	-822	1170.4
	12	-	-411	1285.4

TITULO: CARGA VERTICAL HOJA 5 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
3	1	-	-411	10.2
	2	-	-822	125.2
	3	-	-822	240.2
	4	-	-822	355.2
	5	-	-822	470.2
	6	-	-822	585.2
	7	-	-822	700.2
	8	-	-822	815.2
	9	-	-822	930.2
	10	-	-822	1045.2
	11	-	-822	1160.2
	12	-	-411	1275.2

TITULO: CARGA VERTICAL + VIENTO NORMAL -
A LAS GENERATRICES. HOJA 7 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
2	1	-	-411	20.4
	2	-	-822	135.4
	3	-	-822	250.4
	4	-	-822	365.4
	5	-	-822	480.4
	6	-	-822	595.4
	7	-	-822	710.4
	8	-	-822	825.4
	9	-	-822	940.4
	10	-	-822	1055.4
	11	-	-822	1170.4
	12	-	-411	1235.4

TITULO: CARGA VERTICAL + VIENTO NORMAL
A LAS GENERATRICES HOJA 8 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
3	1	16	-354	10.2
	2	31	-709	125.2
	3	31	-709	240.2
	4	31	-709	355.2
	5	31	-709	470.2
	6	16	-765	585.2
	7	--	-822	700.2
	8	--	-822	815.2
	9	--	-822	930.2
	10	--	-822	1045.2
	11	--	-822	1160.2
	12	--	-411	1275.2

CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO
 TITULO: A LAS GENERATRICES (Caso -f-) HOJA 10 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
2	1	-	-411	20.4
	2	-	-822	135.4
	3	-	-822	250.4
	4	-	-822	365.4
	5	-	-822	480.4
	6	-	-822	595.4
	7	-	-822	710.4
	8	-	-822	825.4
	9	-	-822	940.4
	10	-	-822	1055.4
	11	-	-822	1170.4
	12	-	-411	1285.4

CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO
 A LAS GENERATRICES (Caso -f-)

HOJA 11 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
3	1	-	-411	10.2
	2	-	-822	125.2
	3	-	-822	240.2
	4	-	-822	355.2
	5	-	-822	470.2
	6	-	-822	585.2
	7	-	-822	700.2
	8	-	-822	815.2
	9	-	-822	930.2
	10	-	-822	1045.2
	11	-	-822	1160.2
	12	-	-411	1275.2

TITULO: CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO
A LAS GENERATRICES (Caso -g-) HOJA 13 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
2	1	-	-411	20.4
	2	-	-822	135.4
	3	-	-822	250.4
	4	-	-822	365.4
	5	-	-822	480.4
	6	-	-822	595.4
	7	-	-822	710.4
	8	-	-822	825.4
	9	-	-822	940.4
	10	-	-822	1055.4
	11	-	-822	1170.4
	12	-	-411	1285.4

CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO
 TITULO: A LAS GENERATRICES (Caso -g-) HOJA 14 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
3	1	-	-411	10.2
	2	-	-822	125.2
	3	-	-822	240.2
	4	-	-822	355.2
	5	-	-822	470.2
	6	-	-822	585.2
	7	-	-822	700.2
	8	-	-822	815.2
	9	-	-822	930.2
	10	-	-822	1045.2
	11	-	-822	1160.2
	12	-	411	1275.2

TITULO: CARGA VERTICAL + SISMO HOJA 15 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
2	1	82.2	-411	20.4
	2	164.4	-822	135.4
	3	164.4	-822	250.4
	4	164.4	-822	365.4
	5	164.4	-822	480.4
	6	164.4	-822	595.4
	7	164.4	-822	710.4
	8	164.4	-822	825.4
	9	164.4	-822	940.4
	10	164.4	-822	1055.4
	11	164.4	-822	1170.4
	12	82.2	-411	1285.4

TITULO: CARGA VERTICAL + SISMO HOJA 16 DE 17

CARGAS CONCENTRADAS				
BARRA	CARGA No.	CARGA X Kg	CARGA Y Kg	POSICION cm
3	1	82.2	-411	10.2
	2	164.4	-822	125.2
	3	164.4	-822	240.2
	4	164.4	-822	355.2
	5	164.4	-822	470.2
	6	164.4	-822	585.2
	7	164.4	-822	700.2
	8	164.4	-822	815.2
	9	164.4	-822	930.2
	10	164.4	-822	1045.2
	11	164.4	-822	1160.2
	12	82.2	-411	1275.2

EJEMPLO DE APLICACION

NUMERO DE NUDOS 5

NUMERO DE BARRAS 4

N U D O S

NUDO	ABCISA <CM>	ORDENADA <CM>	DESP.X	DESP.Y	GIRO
1	0.0	0.0	NULO	NULO	DESC
2	0.0	450.0	DESC	DESC	DESC
3	1250.0	790.7	DESC	DESC	DESC
4	2500.0	450.0	DESC	DESC	DESC
5	2500.0	0.0	NULO	NULO	DESC

B A R R A S

BARRA	INICIO NUDO	TERMINO NUDO	AREA <CM ² >	INERCIA <CM ⁴ >
1	1	2	31.70	3353.0
2	2	3	31.70	3353.0
3	3	4	31.70	3353.0
4	4	5	31.70	3353.0

CARGA VERTICAL (Sección Transversal Constante)

I. - CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA <KG/M>
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00

II. - CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	POSICION <KG>
2	0.0	-411.0	20.4
	0.0	-822.0	135.4
	0.0	-822.0	270.4
	0.0	-822.0	365.4
	0.0	-822.0	480.4
	0.0	-822.0	595.4
	0.0	-822.0	710.4
	0.0	-822.0	825.4
	0.0	-822.0	940.4
	0.0	-822.0	1055.4
	0.0	-822.0	1170.4
	0.0	-411.0	1285.4
	3	0.0	-411.0
0.0		-822.0	125.2
0.0		-822.0	240.2
0.0		-822.0	355.2
0.0		-822.0	470.2
0.0		-822.0	585.2
0.0		-822.0	700.2
0.0		-822.0	815.2
0.0		-822.0	930.2
0.0		-822.0	1045.2
0.0		-822.0	1160.2
0.0		-411.0	1275.2

III. - CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP.<X> <CM>	DESP.<Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	.0773
2	-21.3907	-.0629	-.0119
3	2.88E-06	-79.0786	3.86E-11
4	21.3907	-.0629	.0119
5	0.0000	0.0000	-.0773

REACCIONES

NUDO	FUERZA<X> <KB>	FUERZA<Y> <KB>	MOMENTO <KG-CM>
1	6034.3	9041.9	-1
5	-6034.3	9042.0	-1

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KB>	CORTANTE <KB>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	9041.9	-6034.3	0
	2	-9041.9	-6034.3	2715467
2	2	8199.7	7136.9	-2715468
	3	-5821.9	-1586.8	-924364
3	3	5821.9	1586.8	924363
	4	-8199.7	-7136.9	2715467
4	4	9042.0	6034.3	-2715468
	5	-9042.0	6034.3	0

BARRA 1**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-90516	-6034.3	9041.9
2	45.0	-271547	-6034.3	9041.9
3	75.0	-452578	-6034.3	9041.9
4	105.0	-633610	-6034.3	9041.9
5	135.0	-814641	-6034.3	9041.9
6	165.0	-995672	-6034.3	9041.9
7	195.0	-1176703	-6034.3	9041.9
8	225.0	-1357734	-6034.3	9041.9
9	255.0	-1538765	-6034.3	9041.9
10	285.0	-1719797	-6034.3	9041.9
11	315.0	-1900828	-6034.3	9041.9
12	345.0	-2081859	-6034.3	9041.9
13	375.0	-2262890	-6034.3	9041.9
14	405.0	-2443921	-6034.3	9041.9
15	435.0	-2624952	-6034.3	9041.9

BARRA 2**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-2416284	6740.3	8091.6
2	129.5	-1834095	6740.3	8091.6
3	215.9	-1315775	5947.3	7875.5
4	302.3	-843251	5154.2	7659.3
5	388.6	-416525	4361.1	7443.1
6	475.0	-39836	4361.1	7443.1
7	561.4	272594	3568.1	7227.0
8	647.7	539226	2775.0	7010.8
9	734.1	760062	1981.9	6794.7
10	820.5	931251	1981.9	6794.7
11	906.9	1037789	1188.8	6578.5
12	993.2	1098531	395.8	6362.3
13	1079.6	1113475	-397.2	6146.2
14	1166.0	1079164	-397.2	6146.2
15	1252.4	979812	-1190.3	5930.0

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-2569875	7136.9	8199.7
2	135.4	-1794731	6740.3	8091.6
3	250.4	-1110790	5947.3	7875.5
4	365.4	-518051	5154.2	7659.3
5	480.4	-16516	4361.1	7443.1
6	595.4	393816	3568.1	7227.0
7	710.4	712945	2775.0	7010.8
8	825.4	940871	1981.9	6794.7
9	940.4	1077594	1188.8	6578.5
10	1055.4	1123115	395.8	6362.3
11	1170.4	1077432	-397.2	6146.2
12	1285.4	940546	-1190.3	5930.0

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	979813	1190.3	5930.0
2	129.5	1079166	397.2	6146.2
3	215.9	1113476	397.2	6146.2
4	302.3	1098532	-395.8	6362.3
5	388.6	1037791	-1188.9	6578.5
6	475.0	931252	-1981.9	6794.7
7	561.4	760063	-1981.9	6794.7
8	647.7	539227	-2775.0	7010.8
9	734.1	272595	-3568.1	7227.0
10	820.5	-39834	-4361.1	7443.1
11	906.9	-416524	-4361.1	7443.1
12	993.2	-843280	-5154.2	7659.3
13	1079.6	-1315773	-5947.3	7875.5
14	1166.0	-1834094	-6740.3	8091.6
15	1252.4	-2416283	-6740.3	8091.6

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	940549	1586.8	5821.9
2	125.2	1077434	1190.3	5930.0
3	240.2	1123116	397.2	6146.2
4	355.2	1077595	-395.8	6362.3
5	470.2	940871	-1188.9	6578.5
6	585.2	712944	-1981.9	6794.7
7	700.2	393814	-2775.0	7010.8
8	815.2	-16517	-3568.1	7227.0
9	930.2	-518056	-4361.1	7443.1
10	1045.2	-1110795	-5154.2	7659.3
11	1160.2	-1794737	-5947.3	7875.5
12	1275.2	-2569882	-6740.3	8091.6

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-2624953	6034.3	9042.0
2	45.0	-2443922	6034.3	9042.0
3	75.0	-2262890	6034.3	9042.0
4	105.0	-2081859	6034.3	9042.0
5	135.0	-1900828	6034.3	9042.0
6	165.0	-1719797	6034.3	9042.0
7	195.0	-1538766	6034.3	9042.0
8	225.0	-1357734	6034.3	9042.0
9	255.0	-1176703	6034.3	9042.0
10	285.0	-995672	6034.3	9042.0
11	315.0	-814641	6034.3	9042.0
12	345.0	-633610	6034.3	9042.0
13	375.0	-452579	6034.3	9042.0
14	405.0	-271547	6034.3	9042.0
15	435.0	-90516	6034.3	9042.0

PREDISEÑO

GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL					
BARRA NUDD		HW <MM>	TW <MM>	B <MM>	TF <MM>
1	1	100.0	5.95	.0	0.00
	2	594.7	5.61	268.4	12.43
2	2	594.7	5.61	268.4	12.43
	3	416.5	3.92	188.0	8.70
3	3	416.5	3.92	188.0	8.70
	4	594.7	5.61	268.4	12.43
4	4	594.7	5.61	268.4	12.43
	5	100.0	5.95	.0	0.00

BARRA 1

GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL

DOV.	HW <MM>	TW <MM>	B <MM>	TF <MM>
1	191.3	3.11	86.4	4.00
2	276.0	2.60	124.6	5.76
3	327.2	3.08	147.7	6.84
4	366.1	3.45	165.2	7.65
5	398.1	3.75	179.7	8.32
6	425.6	4.01	192.1	8.89
7	450.0	4.24	203.1	9.40
8	472.0	4.45	213.1	9.86
9	492.1	4.64	222.1	10.28
10	510.7	4.81	230.5	10.67
11	528.0	4.98	238.3	11.03
12	544.3	5.13	245.7	11.37
13	559.6	5.27	252.6	11.69
14	574.1	5.41	259.2	12.00
15	588.0	5.54	265.4	12.29

BARRA 2

GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL

DOV.	HW <MM>	TW <MM>	B <MM>	TF <MM>
1	572.3	5.39	258.3	11.96
2	522.0	4.92	235.6	10.91
3	467.3	4.40	210.9	9.76
4	402.9	3.80	181.9	8.42
5	318.5	3.00	143.8	6.65
6	145.6	2.95	65.7	3.04
7	275.5	2.60	124.8	5.78
8	347.1	3.27	156.7	7.25
9	389.2	3.67	175.7	8.13
10	416.4	3.92	188.0	8.70
11	431.8	4.07	194.9	9.02
12	440.0	4.15	198.6	9.19
13	442.0	4.17	199.5	9.23
14	437.4	4.12	197.5	9.14
15	423.6	3.99	191.2	8.85

BARRA 2

GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	HW <MM>	TW <MM>	B <MM>	TF <MM>
1	584.1	5.51	263.7	12.21
2	518.3	4.88	233.9	10.83
3	441.7	4.16	199.4	9.23
4	342.5	3.23	154.6	7.15
5	108.6	3.96	49.0	2.27
6	312.6	2.94	141.1	6.53
7	381.0	3.59	172.0	7.96
8	417.7	3.94	188.6	8.73
9	437.2	4.12	197.4	9.13
10	443.3	4.18	200.1	9.26
11	437.2	4.12	197.3	9.13
12	417.8	3.94	188.6	8.73

BARRA 3**GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL**

DDV.	HW <MM>	TW <MM>	B <MM>	TF <MM>
1	423.6	3.99	191.2	8.85
2	437.4	4.12	197.5	9.14
3	442.0	4.17	199.5	9.23
4	440.0	4.15	198.6	9.19
5	431.8	4.07	194.9	9.02
6	416.4	3.92	188.0	8.70
7	389.2	3.67	175.7	8.13
8	347.1	3.27	155.7	7.25
9	276.5	2.60	124.8	5.78
10	145.6	2.95	65.7	3.04
11	318.5	3.00	143.8	6.65
12	402.9	3.80	181.9	8.42
13	467.3	4.40	210.9	9.76
14	522.0	4.92	235.6	10.91
15	572.3	5.39	258.3	11.96

BARRA 3**GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS**

CARGA	HW <MM>	TW <MM>	B <MM>	TF <MM>
1	417.8	3.94	188.6	8.73
2	437.2	4.12	197.3	9.13
3	443.3	4.18	200.1	9.26
4	437.2	4.12	197.4	9.13
5	417.9	3.94	188.6	8.73
6	381.0	3.59	172.0	7.96
7	312.6	2.94	141.1	6.53
8	108.6	3.24	49.0	2.27
9	342.5	3.23	154.6	7.15
10	441.7	4.16	199.4	9.23
11	518.3	4.88	233.9	10.83
12	584.1	5.51	263.7	12.21

BARRA 4**GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL**

DOV.	HW <MM>	TW <MM>	B <MM>	TF <MM>
1	588.3	5.55	265.6	12.29
2	574.4	5.41	259.3	12.00
3	559.9	5.28	252.7	11.70
4	544.5	5.13	245.8	11.38
5	528.3	4.98	238.5	11.04
6	510.9	4.82	230.6	10.68
7	492.3	4.64	222.2	10.29
8	472.2	4.45	213.2	9.87
9	450.2	4.24	203.2	9.41
10	425.8	4.01	192.2	8.90
11	398.3	3.75	179.8	8.32
12	366.3	3.45	165.3	7.65
13	327.4	3.08	147.8	6.84
14	276.1	2.60	124.6	5.77
15	191.4	3.11	86.4	4.00

GEOMETRIA DE LA BARRA 1

ESPEJOR PATIN SUPERIOR <MM>	12.70
ESPEJOR PATIN INFERIOR <MM>	12.70
ESPEJOR ALMA <MM>	7.94
ANCHO PATIN <MM>	254.0
PERALTE ALMA INICIO <MM>	609.6
PERALTE ALMA FINAL <MM>	609.6
NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE	0

VARIACION DEL PERALTE DOVELA POSICION PERALTE ALMA <CM> <MM>

DOVELA	POSICION <CM>	PERALTE ALMA <MM>
1	15.0	609.6
2	45.0	609.6
3	75.0	609.6
4	105.0	609.6
5	135.0	609.6
6	165.0	609.6
7	195.0	609.6
8	225.0	609.6
9	255.0	609.6
10	285.0	609.6
11	315.0	609.6
12	345.0	609.6
13	375.0	609.6
14	405.0	609.6
15	435.0	609.6

GEOMETRIA DE LA BARRA 2

ESPESOR PATIN SUPERIOR <MM> 12.70
 ESPESOR PATIN INFERIOR <MM> 12.70
 ESPESOR ALMA <MM> 7.94
 ANCHO PATIN <MM> 254.0
 PERALTE ALMA INICIO <MM> 609.6
 PERALTE ALMA FINAL <MM> 609.6
 NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE 0

VARIACION DEL PERALTE
 DOVELA POSICION PERALTE ALMA
 <CM> <MM>

DOVELA	POSICION <CM>	PERALTE ALMA <MM>
1	43.1	609.6
2	127.5	609.6
3	215.9	609.6
4	302.3	609.6
5	380.6	609.6
6	475.0	609.6
7	561.4	609.6
8	647.7	609.6
9	734.1	609.6
10	820.5	609.6
11	906.9	609.6
12	993.2	609.6
13	1079.6	609.6
14	1166.0	609.6
15	1252.4	609.6

VARIACION DEL PERALTE
 EN CARGAS CONCENTRADAS
 CARGA POSICION PERALTE ALMA
 <CM> <MM>

CARGA	POSICION <CM>	PERALTE ALMA <MM>
1	20.4	609.6
2	135.4	609.6
3	250.4	609.6
4	365.4	609.6
5	480.4	609.6
6	595.4	609.6
7	710.4	609.6
8	825.4	609.6
9	940.4	609.6
10	1055.4	609.6
11	1170.4	609.6
12	1285.4	609.6

GEOMETRIA DE LA BARRA 3

ESPESOR PATIN SUPERIOR <MM>	12.70
ESPESOR PATIN INFERIOR <MM>	12.70
ESPESOR ALMA <MM>	7.94
ANCHO PATIN <MM>	254.0
PERALTE ALMA INICIO <MM>	609.6
PERALTE ALMA FINAL <MM>	609.6
NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE	0

VARIACION DEL PERALTE DOVELA POSICION PERALTE ALMA <CM> <MM>

DOVELA	POSICION <CM>	PERALTE ALMA <MM>
1	43.1	609.6
2	129.5	609.6
3	215.9	609.6
4	302.3	609.6
5	388.6	609.6
6	475.0	609.6
7	561.4	609.6
8	647.7	609.6
9	734.1	609.6
10	820.5	609.6
11	906.9	609.6
12	993.2	609.6
13	1079.6	609.6
14	1166.0	609.6
15	1252.4	609.6

VARIACION DEL PERALTE EN CARGAS CONCENTRADAS CARGA POSICION PERALTE ALMA <CM> <MM>

CARGA	POSICION <CM>	PERALTE ALMA <MM>
1	10.2	609.6
2	125.2	609.6
3	240.2	609.6
4	355.2	609.6
5	470.2	609.6
6	585.2	609.6
7	700.2	609.6
8	815.2	609.6
9	930.2	609.6
10	1045.2	609.6
11	1160.2	609.6
12	1275.2	609.6

GEOMETRIA DE LA BARRA 4

ESPESOR PATIN SUPERIOR <MM> 12.70
 ESPESOR PATIN INFERIOR <MM> 12.70
 ESPESOR ALMA <MM> 7.94
 ANCHO PATIN <MM> 254.0
 PERALTE ALMA INICIO <MM> 609.6
 PERALTE ALMA FINAL <MM> 609.6
 NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE 0

VARIACION DEL PERALTE
 DOVELA POSICION PERALTE ALMA
 <CM> <MM>

DOVELA	POSICION <CM>	PERALTE ALMA <MM>
1	15.0	609.6
2	45.0	609.6
3	75.0	609.6
4	105.0	609.6
5	135.0	609.6
6	165.0	609.6
7	195.0	609.6
8	225.0	609.6
9	255.0	609.6
10	285.0	609.6
11	315.0	609.6
12	345.0	609.6
13	375.0	609.6
14	405.0	609.6
15	435.0	609.6

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP.<X> <CM>	DESP.<Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	3.27E-03
2	-.9026	-.0176	-5.64E-04
3	-5.47E-09	-3.4794	-1.12E-10
4	.9026	-.0176	5.64E-04
5	0.0000	0.0000	-3.27E-03

REACCIONES

NUDO	FUERZA<X> <KG>	FUERZA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	6024.9	9041.9	-1
5	-6024.9	9042.0	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	9041.9	-6024.9	0
	2	-9041.9	-6024.9	2711241
2	2	8190.6	7139.3	-2711242
	3	-5812.9	-1584.3	-951788
3	3	5812.9	1584.3	951787
	4	-8190.6	-7139.3	2711242
4	4	9042.0	6024.9	-2711243
	5	-9042.0	6024.9	-1

N U D O S
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 BARRA NUDD CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

BARRA	NUDD	CARGA AXIAL	CORTANTE
1	1	.221	.123
	2	1.020	.123
2	2	.788	.145
	3	.291	.032
3	3	.291	.032
	4	.788	.145
4	4	1.020	.123
	5	.221	.123

Como se observa, la sección transversal escogida resultó satisfactoria, teniéndose un excedente del 24 en el esfuerzo actuante con relación al esfuerzo permisible.

A continuación, se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-90375	-6024.9	9041.9
2	45.0	-271125	-6024.9	9041.9
3	75.0	-451874	-6024.9	9041.9
4	105.0	-632624	-6024.9	9041.9
5	135.0	-813373	-6024.9	9041.9
6	165.0	-994123	-6024.9	9041.9
7	195.0	-1174872	-6024.9	9041.9
8	225.0	-1355621	-6024.9	9041.9
9	255.0	-1536371	-6024.9	9041.9
10	285.0	-1717120	-6024.9	9041.9
11	315.0	-1897870	-6024.9	9041.9
12	345.0	-2078619	-6024.9	9041.9
13	375.0	-2259369	-6024.9	9041.9
14	405.0	-2440118	-6024.9	9041.9
15	435.0	-2620868	-6024.9	9041.9

BARRA 2

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-2411952	6742.8	8082.6
2	129.5	-1829550	6742.8	8082.6
3	215.9	-1311016	5949.7	7866.4
4	302.3	-838279	5156.7	7650.2
5	388.6	-411339	4363.6	7434.1
6	475.0	-34437	4363.6	7434.1
7	561.4	278206	3570.5	7217.9
8	647.7	545052	2777.5	7001.8
9	734.1	766101	1984.4	6785.6
10	820.5	937503	1984.4	6785.6
11	906.9	1044255	1191.3	6569.4
12	993.2	1105209	398.2	6353.3
13	1079.6	1120367	-394.7	6137.1
14	1166.0	1086269	-394.7	6137.1
15	1252.4	987130	-1187.8	5921.0

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-2567599	7139.3	8190.6
2	135.4	-1750171	6742.8	8082.6
3	260.4	-1105946	5949.7	7866.4
4	365.4	-512923	5156.7	7650.2
5	480.4	-11104	4363.6	7434.1
6	595.4	399512	3570.5	7217.9
7	710.4	718925	2777.5	7001.8
8	825.4	947135	1984.4	6785.6
9	940.4	1084142	1191.3	6569.4
10	1055.4	1129947	398.2	6353.3
11	1170.4	1084548	-394.7	6137.1
12	1285.4	947946	-1187.8	5921.0

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	987130	1187.8	5921.0
2	129.5	1086270	394.7	6137.1
3	215.9	1120367	394.7	6137.1
4	302.3	1105209	-398.3	6353.3
5	388.6	1044255	-1191.3	6569.4
6	475.0	937503	-1984.4	6785.6
7	561.4	766100	-1984.4	6785.6
8	647.7	545052	-2777.5	7001.8
9	734.1	278206	-3570.5	7217.9
10	820.5	-34437	-4363.6	7434.1
11	906.9	-411339	-4363.6	7434.1
12	993.2	-838279	-5156.7	7650.2
13	1079.6	-1311016	-5949.7	7866.4
14	1166.0	-1829549	-6742.8	8082.6
15	1252.4	-2411952	-6742.8	8082.6

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	947948	1584.3	5812.9
2	125.2	1084549	1187.8	5921.0
3	240.2	1129947	394.7	6137.1
4	355.2	1084142	-398.3	6353.3
5	470.2	947133	-1191.3	6569.4
6	585.2	718922	-1984.4	6785.6
7	700.2	399508	-2777.5	7001.8
8	815.2	-11109	-3570.5	7217.9
9	930.2	-512929	-4363.6	7434.1
10	1045.2	-1105952	-5156.7	7650.2
11	1160.2	-1790178	-5949.7	7866.4
12	1275.2	-2565607	-6742.8	8082.6

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-2620868	6024.9	9042.0
2	45.0	-2440118	6024.9	9042.0
3	75.0	-2259369	6024.9	9042.0
4	105.0	-2078619	6024.9	9042.0
5	135.0	-1897870	6024.9	9042.0
6	165.0	-1717120	6024.9	9042.0
7	195.0	-1536371	6024.9	9042.0
8	225.0	-1355622	6024.9	9042.0
9	255.0	-1174872	6024.9	9042.0
10	285.0	-994123	6024.9	9042.0
11	315.0	-813373	6024.9	9042.0
12	345.0	-632624	6024.9	9042.0
13	375.0	-451874	6024.9	9042.0
14	405.0	-271125	6024.9	9042.0
15	435.0	-90375	6024.9	9042.0

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.099	.123
2	45.0	.148	.123
3	75.0	.196	.123
4	105.0	.245	.123
5	135.0	.294	.123
6	165.0	.343	.123
7	195.0	.392	.123
8	225.0	.440	.123
9	255.0	.489	.123
10	285.0	.538	.123
11	315.0	.587	.123
12	345.0	.636	.123
13	375.0	.684	.123
14	405.0	.733	.123
15	435.0	.782	.123

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.706	.137
2	129.5	.549	.137
3	215.9	.407	.121
4	302.3	.278	.105
5	388.6	.162	.089
6	475.0	.060	.089
7	561.4	.124	.072
8	647.7	.195	.056
9	734.1	.253	.040
10	820.5	.299	.040
11	906.9	.326	.024
12	993.2	.341	0.008
13	1079.6	.344	0.008
14	1166.0	.335	0.008
15	1252.4	.307	.024

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	20.4	.748	.145
2	135.4	.538	.137
3	250.4	.352	.121
4	365.4	.190	.105
5	480.4	.053	.089
6	595.4	.157	.072
7	710.4	.242	.056
8	825.4	.302	.040
9	940.4	.337	.024
10	1055.4	.348	0.008
11	1170.4	.334	0.008
12	1285.4	.296	.024

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	43.1	.307	.024
2	129.5	.335	0.008
3	215.9	.344	0.008
4	302.3	.341	0.008
5	388.6	.326	.024
6	475.0	.299	.040
7	561.4	.253	.040
8	647.7	.195	.056
9	734.1	.124	.072
10	820.5	.060	.089
11	906.9	.162	.089
12	993.2	.278	.108
13	1079.6	.407	.121
14	1166.0	.549	.137
15	1252.4	.706	.137

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	10.2	.295	.032
2	125.2	.333	.024
3	240.2	.347	0.008
4	355.2	.336	0.008
5	470.2	.300	.024
6	585.2	.240	.040
7	700.2	.155	.056
8	815.2	.052	.072
9	930.2	.189	.089
10	1045.2	.351	.105
11	1160.2	.537	.121
12	1275.2	.748	.137

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	.782	.123
2	45.0	.733	.123
3	75.0	.684	.123
4	105.0	.636	.123
5	135.0	.587	.123
6	165.0	.538	.123
7	195.0	.489	.123
8	225.0	.440	.123
9	255.0	.392	.123
10	285.0	.343	.123
11	315.0	.294	.123
12	345.0	.245	.123
13	375.0	.196	.123
14	405.0	.148	.123
15	435.0	.099	.123

CARGA VERTICAL + VIENTO NORMAL A LAS GENERATRICES
(Sección Transversal Constante)

I. - CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA (KG/M)
1	0.00
2	-450.00
3	-322.00
4	0.00

II. - CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	POSICION (CM)
2	0.0	-411.0	20.2
	0.0	-822.0	135.1
	0.0	-822.0	250.4
	0.0	-822.0	365.4
	0.0	-822.0	470.4
	0.0	-822.0	585.4
	0.0	-822.0	710.4
	0.0	-822.0	825.4
	0.0	-822.0	940.4
	0.0	-822.0	1055.4
	0.0	-822.0	1170.4
3	0.0	-111.0	1285.4
	16.0	-354.0	10.2
	31.0	-709.0	125.2
	31.0	-709.0	240.2
	31.0	-709.0	355.2
	31.0	-709.0	470.2
	16.0	-765.0	585.2
	0.0	-822.0	700.2
	0.0	-822.0	815.2
	0.0	-822.0	930.2
	0.0	-822.0	1045.2
0.0	-822.0	1160.2	
0.0	-411.0	1275.2	

III. - CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	MOMENTO (KG-CM)
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS:

NUDO	DESP. <X> <CM>	DESP. <Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	2.04E-03
2	-1.6672	-6.57E-02	3.21E-01
3	-1.2731	-1.5025	-3.91E-01
4	1.1037	-7.61E-02	7.42E-04
5	0.0000	0.0000	-7.78E-04

REACCIONES

NUDO	FUERZA <X> <KG>	FUERZA <Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	2721.1	3367.1	0
5	-2372.8	4000.8	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	3367.1	-2721.1	-1
	2	-3367.1	-2721.1	1224506
2	2	3510.8	2533.1	-1224507
	3	-1133.0	28.2	-179223
3	3	962.0	599.2	475222
	4	-3341.4	-3276.0	1067800
4	4	4000.8	2372.8	-1067801
	5	-4000.8	2372.8	0

N U D O S
REVISION SECCION TRANSVERSAL
BARRA MUDD CARGA AXIAL CONSTANTE
Y FLEXION

1	1	.082	.055
	2	.413	.055
2	2	.354	.051
	3	.137	0.000
3	3	.135	.012
	4	.311	.046
4	4	.386	.048
	5	.097	.048

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interacción - deben ser menores a 1.33 como sucede en este caso.

A continuación, se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-40817	-2721.1	3367.1
2	45.0	-122451	-2721.1	3367.1
3	75.0	-204085	-2721.1	3367.1
4	105.0	-285719	-2721.1	3367.1
5	135.0	-367352	-2721.1	3367.1
6	165.0	-448986	-2721.1	3367.1
7	195.0	-530620	-2721.1	3367.1
8	225.0	-612254	-2721.1	3367.1
9	255.0	-693887	-2721.1	3367.1
10	285.0	-775521	-2721.1	3367.1
11	315.0	-857155	-2721.1	3367.1
12	345.0	-938789	-2721.1	3367.1
13	375.0	-1020422	-2721.1	3367.1
14	405.0	-1102056	-2721.1	3367.1
15	435.0	-1183690	-2721.1	3367.1

BARRA 2**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-1119670	2343.8	3402.7
2	129.5	-872317	2758.4	3402.7
3	215.9	-707023	2379.9	3186.5
4	302.3	-524716	2001.5	2970.4
5	388.6	-352396	1623.0	2754.2
6	475.0	-194305	2037.6	2754.2
7	561.4	-64663	1659.1	2538.0
8	647.7	54991	1280.6	2321.9
9	734.1	164658	902.1	2105.7
10	820.5	260988	1316.7	2105.7
11	906.9	327477	938.3	1889.6
12	993.2	384479	559.8	1673.4
13	1079.6	431494	181.3	1457.3
14	1166.0	463062	595.9	1457.3
15	1252.4	469399	217.4	1241.1

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-1171933	2731.0	3510.8
2	135.4	-883125	2785.4	3402.7
3	250.4	-622141	2545.4	3186.5
4	365.4	-388879	2304.3	2970.4
5	480.4	-183341	2063.2	2754.2
6	595.4	-5525	1822.2	2538.0
7	710.4	144567	1581.1	2321.9
8	825.4	266936	1310.0	2105.7
9	940.4	361583	1099.0	1889.6
10	1055.4	428506	857.9	1673.4
11	1170.4	467707	616.8	1457.3
12	1285.4	479164	375.8	1241.1

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	13.1	497071	405.3	1070.5
2	129.5	541517	16.1	1286.9
3	215.9	555298	302.9	1286.9
4	302.3	551870	-86.2	1503.2
5	388.6	534180	-475.3	1719.6
6	475.0	502228	-864.4	1935.9
7	561.4	439945	-577.7	1935.9
8	647.7	356491	-1024.8	2152.5
9	734.1	253415	-1531.1	2368.7
10	820.5	129311	-2037.4	2584.9
11	906.9	-34286	-1750.6	2884.9
12	993.2	-223150	-2256.9	2801.0
13	1079.6	-433044	-2763.3	3017.2
14	1166.0	-663966	-3269.6	3233.3
15	1252.4	-933989	-2982.8	3233.3

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	467508	633.1	962.0
2	125.2	541478	677.5	1070.5
3	240.2	563627	383.5	1286.9
4	355.2	551955	89.4	1503.2
5	470.2	506462	-204.6	1719.6
6	585.2	427149	-498.7	1935.9
7	700.2	307348	-850.9	2152.5
8	815.2	140256	-1262.1	2369.7
9	930.2	-74143	-1673.3	2584.9
10	1045.2	-335832	-2084.6	2801.0
11	1160.2	-641913	-2495.9	3017.2
12	1275.2	-1001999	-2907.1	3233.3

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-1032207	2372.8	4000.8
2	45.0	-961021	2372.8	4000.8
3	75.0	-889834	2372.8	4000.8
4	105.0	-818647	2372.8	4000.8
5	135.0	-747461	2372.8	4000.8
6	165.0	-676274	2372.8	4000.8
7	195.0	-605087	2372.8	4000.8
8	225.0	-533901	2372.8	4000.8
9	255.0	-462714	2372.8	4000.8
10	285.0	-391527	2372.8	4000.8
11	315.0	-320341	2372.8	4000.8
12	345.0	-249154	2372.8	4000.8
13	375.0	-177967	2372.8	4000.8
14	405.0	-106781	2372.8	4000.8
15	435.0	-35594	2372.8	4000.8

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

(CM)

1	15.0	.038	.055
2	45.0	.060	.055
3	75.0	.082	.055
4	105.0	.105	.055
5	135.0	.127	.055
6	165.0	.149	.055
7	195.0	.171	.055
8	225.0	.193	.055
9	255.0	.215	.055
10	285.0	.237	.055
11	315.0	.259	.055
12	345.0	.281	.055
13	375.0	.303	.055
14	405.0	.325	.055
15	435.0	.347	.055

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

(CM)

1	13.1	.325	.047
2	129.5	.266	.056
3	215.9	.212	.048
4	302.3	.162	.040
5	388.6	.114	.033
6	475.0	.071	.041
7	561.4	.034	.033
8	647.7	.030	.026
9	734.1	.058	.018
10	820.5	.081	.026
11	906.9	.101	.019
12	993.2	.115	.011
13	1079.6	.126	0.003
14	1166.0	.135	.012
15	1252.4	.135	0.004

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION
 <CM>

1	20.4	.340	.053
2	135.4	.261	.056
3	250.4	.189	.051
4	365.4	.125	.047
5	480.4	.068	.042
6	595.4	.018	.037
7	710.4	.054	.032
8	825.4	.086	.027
9	940.4	.110	.022
10	1055.4	.127	.017
11	1170.4	.136	.012
12	1285.4	.137	0.007

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION
 <CM>

1	43.1	.141	0.008
2	129.5	.155	0.000
3	215.9	.158	0.006
4	302.3	.159	0.001
5	388.6	.156	0.009
6	475.0	.148	.017
7	561.4	.132	.011
8	647.7	.111	.020
9	734.1	.084	.031
10	820.5	.052	.041
11	906.9	.026	.035
12	993.2	.079	.046
13	1079.6	.137	.056
14	1166.0	.201	.066
15	1252.4	.274	.060

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

(CM)

1	10.2	.137	.012
2	125.2	.153	.013
3	240.2	.161	0.007
4	355.2	.159	0.001
5	470.2	.148	0.004
6	585.2	.128	.010
7	700.2	.097	.017
8	815.2	.054	.025
9	930.2	.037	.034
10	1045.2	.109	.042
11	1160.2	.194	.050
12	1275.2	.292	.059

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

(CM)

1	15.0	.311	.048
2	45.0	.292	.048
3	75.0	.273	.048
4	105.0	.254	.048
5	135.0	.234	.048
6	165.0	.215	.048
7	195.0	.196	.048
8	225.0	.177	.048
9	255.0	.158	.048
10	285.0	.138	.048
11	315.0	.119	.048
12	345.0	.100	.048
13	375.0	.081	.048
14	405.0	.061	.048
15	435.0	.042	.048

CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES

-CASO "f" - (Sección Transversal Constante)

I .- CARGA REFARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA <KG/M>
1	0.00
2	-144.60
3	-144.60
4	0.00

II .- CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	POSICION <KG>	
2	0.0	-411.0	20.4	
	0.0	-822.0	135.4	
	0.0	-822.0	250.4	
	0.0	-822.0	365.4	
	0.0	-822.0	480.4	
	0.0	-822.0	595.4	
	0.0	-822.0	710.4	
	0.0	-822.0	825.4	
	0.0	-822.0	940.4	
	0.0	-822.0	1055.4	
	0.0	-822.0	1170.4	
	0.0	-411.0	1285.4	
	3	0.0	-411.0	10.2
		0.0	-822.0	125.2
0.0		-822.0	240.2	
0.0		-822.0	355.2	
0.0		-822.0	470.2	
0.0		-822.0	585.2	
0.0		-822.0	700.2	
0.0		-822.0	815.2	
0.0		-822.0	930.2	
0.0		-822.0	1045.2	
0.0		-822.0	1160.2	
0.0		-411.0	1275.2	

III .- CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	MOIENTO <KG-CM>
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP.<X> <CM>	DESP.<Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	2.68E-03
2	-.7384	-.0141	-4.41E-04
3	-9.60E-05	-2.8391	-1.65E-07
4	.7382	-.0141	4.41E-04
5	0.0000	0.0000	-2.68E-03

REACCIONES

NUDO	FUERZA<X> <KG>	FUERZA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	4879.6	7234.3	0
5	-4879.6	7234.6	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	7234.3	-4879.6	-1
	2	-7234.3	-4879.6	2195858
2	2	6610.3	5696.5	-2195859
	3	-4232.5	-1153.8	-791808
3	3	4232.6	1153.4	791807
	4	-6610.4	-5696.8	2195858
4	4	7234.6	4879.6	-2195859
	5	-7234.6	4879.6	0

N U D O S
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 BARRA NUDO CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

BARRA	NUDO	CARGA AXIAL	CORTANTE
1	1	.177	.099
	2	.789	.099
2	2	.638	.116
	3	.242	.023
3	3	.242	.023
	4	.638	.116
4	4	.789	.099
	5	.177	.099

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que -- los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interac--- ción deben ser menores a 1.33 como sucede en este caso.

A continuación se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-73196	-4879.6	7234.3
2	45.0	-219586	-4879.6	7234.3
3	75.0	-365977	-4879.6	7234.3
4	105.0	-512367	-4879.6	7234.3
5	135.0	-658758	-4879.6	7234.3
6	165.0	-805149	-4879.6	7234.3
7	195.0	-951539	-4879.6	7234.3
8	225.0	-1097930	-4879.6	7234.3
9	255.0	-1244320	-4879.6	7234.3
10	285.0	-1390711	-4879.6	7234.3
11	315.0	-1537101	-4879.6	7234.3
12	345.0	-1683492	-4879.6	7234.3
13	375.0	-1829883	-4879.6	7234.3
14	405.0	-1976273	-4879.6	7234.3
15	435.0	-2122664	-4879.6	7234.3

BARRA 2

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-1957533	5362.4	6502.2
2	129.5	-1488967	5487.3	6502.2
3	215.9	-1073483	4819.1	6286.0
4	302.3	-693008	4150.9	6069.9
5	388.6	-347542	3482.8	5853.7
6	475.0	-41326	3607.7	5853.7
7	561.4	211418	2939.5	5637.6
8	647.7	429152	2271.3	5421.4
9	734.1	611878	1603.1	5205.3
10	820.5	755744	1728.0	5205.3
11	906.9	845748	1059.9	4989.1
12	993.2	901139	391.7	4772.9
13	1079.6	921123	-276.4	4556.8
14	1166.0	902640	-151.5	4556.8
15	1252.4	829904	-819.7	4340.6

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-2079349	5726.0	6610.3
2	135.4	-1456896	5495.7	6502.2
3	250.4	-906523	4869.0	6286.0
4	365.4	-428239	4242.2	6069.9
5	480.4	-22015	3615.4	5853.7
6	595.4	312119	2988.6	5637.6
7	710.4	574174	2361.8	5421.4
8	825.4	764149	1735.1	5205.3
9	940.9	882599	1109.0	4989.1
10	1055.4	928257	481.5	4772.9
11	1170.4	901993	-145.2	4556.8
12	1285.4	803650	-772.0	4340.6

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DDV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	829891	819.4	4340.7
2	129.5	902601	151.2	4556.9
3	215.9	921057	276.1	4556.9
4	302.3	901046	-392.0	4773.0
5	388.6	846025	-1060.2	4989.2
6	475.0	755996	-1728.3	5205.3
7	561.4	612102	-1603.5	5205.3
8	647.7	429351	-2271.6	5421.5
9	734.1	211590	-2939.8	5637.7
10	820.5	-41181	-3608.0	5853.8
11	906.9	-347423	-3483.1	5853.8
12	993.2	-692915	-4151.3	6070.0
13	1079.6	-1073417	-4819.4	6286.1
14	1166.0	-1488927	-5487.6	6502.3
15	1252.4	-1957520	-5362.7	6502.3

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	803648	1168.2	4232.6
2	125.2	901956	937.9	4340.7
3	240.2	928183	311.2	4556.9
4	355.2	882332	-315.5	4773.0
5	470.2	764400	-942.3	4989.2
6	585.2	574389	-1569.1	5205.3
7	700.2	312299	-2195.9	5421.5
8	815.2	-21871	-2822.6	5637.7
9	930.2	-428121	-3449.4	5853.8
10	1045.2	-906451	-4076.2	6070.0
11	1160.2	-1456860	-4703.0	6286.1
12	1275.2	-2079349	-5329.8	6502.3

BARRA 4

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-2122664	4879.6	7234.6
2	45.0	-1976273	4879.6	7234.6
3	75.0	-1829883	4879.6	7234.6
4	105.0	-1683492	4879.6	7234.6
5	135.0	-1537102	4879.6	7234.6
6	165.0	-1390711	4879.6	7234.6
7	195.0	-1244320	4879.6	7234.6
8	225.0	-1097930	4879.6	7234.6
9	255.0	-951539	4879.6	7234.6
10	285.0	-805149	4879.6	7234.6
11	315.0	-658758	4879.6	7234.6
12	345.0	-512368	4879.6	7234.6
13	375.0	-365977	4879.6	7234.6
14	405.0	-219586	4879.6	7234.6
15	435.0	-73196	4879.6	7234.6

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	.079	.099
2	45.0	.119	.099
3	75.0	.158	.099
4	105.0	.198	.099
5	135.0	.237	.099
6	165.0	.277	.099
7	195.0	.316	.099
8	225.0	.356	.099
9	255.0	.395	.099
10	285.0	.435	.099
11	315.0	.474	.099
12	345.0	.514	.099
13	375.0	.554	.099
14	405.0	.593	.099
15	435.0	.633	.099

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	43.1	.573	.109
2	129.5	.446	.112
3	215.9	.332	.098
4	302.3	.228	.084
5	388.6	.133	.071
6	475.0	.051	.073
7	561.4	.095	.060
8	647.7	.153	.046
9	734.1	.200	.032
10	820.5	.239	.035
11	906.9	.262	.021
12	993.2	.276	0.007
13	1079.6	.279	0.005
14	1166.0	.274	0.003
15	1252.4	.253	.016

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	20.4	.606	.116
2	135.4	.437	.112
3	250.4	.287	.099
4	365.4	.157	.086
5	480.4	.046	.073
6	595.4	.122	.061
7	710.4	.192	.048
8	825.4	.241	.035
9	940.9	.272	.022
10	1055.4	.283	0.009
11	1170.4	.274	0.002
12	1285.4	.246	.015

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	43.1	.253	.016
2	129.5	.274	0.003
3	215.9	.279	0.005
4	302.3	.276	0.008
5	388.6	.262	.021
6	475.0	.239	.035
7	561.4	.200	.032
8	647.7	.153	.046
9	734.1	.095	.060
10	820.5	.051	.073
11	906.9	.133	.071
12	993.2	.228	.084
13	1079.6	.332	.098
14	1166.0	.446	.112
15	1252.4	.573	.109

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	10.2	.246	.023
2	125.2	.273	.019
3	240.2	.281	0.006
4	355.2	.270	0.006
5	470.2	.240	.019
6	585.2	.190	.032
7	700.2	.121	.044
8	815.2	.044	.057
9	930.2	.155	.070
10	1045.2	.286	.083
11	1160.2	.436	.096
12	1275.2	.606	.108

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	.633	.099
2	45.0	.593	.099
3	75.0	.554	.099
4	105.0	.514	.099
5	135.0	.474	.099
6	165.0	.435	.099
7	195.0	.395	.099
8	225.0	.356	.099
9	255.0	.316	.099
10	285.0	.277	.099
11	315.0	.237	.099
12	345.0	.198	.099
13	375.0	.158	.099
14	405.0	.119	.099
15	435.0	.079	.099

CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES

-CASO "g" - (Sección Transversal Constante)

I. -CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA <KG/M>
1	0.00
2	140.80
3	140.80
4	0.00

II. -CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	POSICION <KG>
2	0.0	-411.0	70.4
	0.0	-822.0	135.4
	0.0	-822.0	250.4
	0.0	-822.0	365.4
	0.0	-822.0	480.4
	0.0	-822.0	595.4
	0.0	-822.0	710.4
	0.0	-822.0	825.4
	0.0	-822.0	940.4
	0.0	-822.0	1055.4
	0.0	-822.0	1170.4
	0.0	-411.0	1285.4
3	0.0	-411.0	10.2
	0.0	-822.0	125.4
	0.0	-822.0	240.2
	0.0	-822.0	355.2
	0.0	-822.0	470.2
	0.0	-822.0	585.2
	0.0	-822.0	700.2
	0.0	-822.0	815.2
	0.0	-822.0	930.2
	0.0	-822.0	1045.2
	0.0	-822.0	1160.2
	0.0	-411.0	1275.2

III. -CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	MOMENTO <KG·CM>
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP.<X> <CM>	DESP<Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	3.89E-03
2	-1.0627	-.0211	-6.85E-04
3	1.62E-08	-4.1030	-9.74E-11
4	1.0627	-.0211	6.85E-04
5	0.0000	0.0000	-3.89E-03

REACCIONES

NUDO	FUERZA<X> <KG>	FUERZA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	7140.2	10801.9	0
5	-7140.2	10802.0	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	10801.9	-7140.2	-1
	2	-10801.9	-7140.2	3213122
2	2	9727.5	8544.1	-3213123
	3	-7351.7	-2003.8	-1068210
3	3	7351.7	2003.8	1068209
	4	-9729.5	-8544.1	3213122
4	4	10802.0	7140.2	-3213123
	5	-10802.0	7140.2	-1

N U D O S
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 BARRA NUDDO CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

BARRA	NUDDO	CARGA AXIAL	CORTANTE
1	1	.264	.145
	2	1.267	.145
2	2	.934	.174
	3	.338	.040
3	3	.338	.040
	4	.934	.174
4	4	1.267	.145
	5	.264	.145

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interacción deben ser menores a 1.33 como sucede en este caso.

A continuación se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-107105	-7140.2	10801.9
2	45.0	-321313	-7140.2	10801.9
3	75.0	-535521	-7140.2	10801.9
4	105.0	-749729	-7140.2	10801.9
5	135.0	-963937	-7140.2	10801.9
6	165.0	-1178145	-7140.2	10801.9
7	195.0	-1392354	-7140.2	10801.9
8	225.0	-1606562	-7140.2	10801.9
9	255.0	-1820770	-7140.2	10801.9
10	285.0	-2034978	-7140.2	10801.9
11	315.0	-2249186	-7140.2	10801.9
12	345.0	-2463394	-7140.2	10801.9
13	375.0	-2677603	-7140.2	10801.9
14	405.0	-2891811	-7140.2	10801.9
15	435.0	-3106019	-7140.2	10801.9

BARRA 2

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	65.1	-2854478	8086.8	9621.4
2	129.3	-2161245	7965.2	9621.4
3	215.9	-1542385	7050.5	9405.3
4	302.3	-979826	6135.8	9189.1
5	388.6	-473568	5221.1	8972.9
6	475.0	-27852	5099.5	8972.9
7	561.4	343100	4184.8	8756.8
8	647.7	657752	3270.1	8540.6
9	734.1	916102	2355.4	8324.5
10	820.5	1114302	2233.8	8324.5
11	906.9	1237347	1319.1	8108.3
12	993.2	1304090	404.5	7892.1
13	1079.6	1314533	-510.1	7676.0
14	1166.0	1265216	-631.7	7676.0
15	1252.4	1140353	-1546.4	7459.8

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-3039115	8515.4	9729.5
2	135.4	-2114752	7956.9	9621.4
3	250.4	-1300212	7001.9	9405.3
4	365.4	-595497	6047.0	9189.1
5	480.4	-605	5092.0	8972.9
6	595.4	484464	4137.0	8756.8
7	710.4	859708	3182.0	8540.6
8	825.4	1125128	2227.0	8324.5
9	940.4	1280725	1272.0	8108.3
10	1055.4	1326498	317.0	7892.1
11	1170.4	1262447	-637.9	7676.0
12	1285.4	1088573	-1592.9	7459.8

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	1140353	1546.4	7459.8
2	129.5	1265216	631.7	7676.0
3	215.9	1314533	510.1	7676.0
4	302.3	1304090	-404.5	7892.1
5	388.6	1237347	-1319.2	8108.3
6	475.0	1114302	-2233.8	8324.5
7	561.4	916102	-2355.5	8324.5
8	647.7	657752	-3270.1	8540.6
9	734.1	343101	-4184.8	8756.8
10	820.5	-27852	-5099.5	8972.9
11	906.9	-473569	-5221.1	8972.9
12	993.2	-979826	-6135.8	9189.1
13	1079.6	-1542385	-7050.5	9405.3
14	1166.0	-2161245	-7965.2	9621.4
15	1252.4	-2854479	-8086.8	9621.4

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	1088575	1989.4	7351.7
2	125.2	1262448	1430.9	7459.8
3	240.2	1326498	475.9	7676.0
4	355.2	1280724	-478.9	7892.1
5	470.2	1125126	-1433.9	8108.3
6	585.2	859705	-2388.9	8324.5
7	700.2	484459	-3343.9	8540.6
8	815.2	-610	-4298.9	8756.8
9	930.2	-595503	-5253.9	8972.9
10	1045.2	-1300220	-6208.9	9189.1
11	1160.2	-2114760	-7163.9	9405.3
12	1275.2	-3039125	-8118.9	9621.4

BARRA 4

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-3106019	7140.2	10802.0
2	45.0	-2891811	7140.2	10802.0
3	75.0	-2677603	7140.2	10802.0
4	105.0	-2463395	7140.2	10802.0
5	135.0	-2249186	7140.2	10802.0
6	165.0	-2034978	7140.2	10802.0
7	195.0	-1820770	7140.2	10802.0
8	225.0	-1606562	7140.2	10802.0
9	255.0	-1392354	7140.2	10802.0
10	285.0	-1178145	7140.2	10802.0
11	315.0	-963937	7140.2	10802.0
12	345.0	-749729	7140.2	10802.0
13	375.0	-535521	7140.2	10802.0
14	405.0	-321313	7140.2	10802.0
15	435.0	-107105	7140.2	10802.0

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	.118	.145
2	45.0	.176	.145
3	75.0	.234	.145
4	105.0	.291	.145
5	135.0	.349	.145
6	165.0	.407	.145
7	195.0	.465	.145
8	225.0	.523	.145
9	255.0	.581	.145
10	285.0	.638	.145
11	315.0	.696	.145
12	345.0	.754	.145
13	375.0	.812	.145
14	405.0	.870	.145
15	435.0	.928	.145

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	43.1	.836	.165
2	129.5	.649	.162
3	215.9	.480	.143
4	302.3	.327	.125
5	388.6	.189	.104
6	475.0	.068	.104
7	561.4	.152	.085
8	647.7	.236	.066
9	734.1	.304	.048
10	820.5	.357	.045
11	906.9	.389	.026
12	993.2	.406	0.008
13	1079.6	.407	.010
14	1166.0	.394	.012
15	1252.4	.359	.031

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	20.4	.887	.173
2	135.4	.636	.162
3	250.4	.415	.142
4	365.4	.223	.123
5	480.4	.061	.103
6	595.4	.190	.084
7	710.4	.290	.064
8	825.4	.360	.045
9	940.4	.401	.025
10	1055.4	.412	0.006
11	1170.4	.393	.013
12	1285.4	.345	.032

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.359	.031
2	129.5	.394	.012
3	215.9	.407	.010
4	302.3	.406	0.008
5	388.6	.389	.026
6	475.0	.357	.045
7	561.4	.304	.048
8	647.7	.236	.066
9	734.1	.152	.085
10	820.5	.068	.104
11	906.9	.189	.106
12	993.2	.327	.125
13	1079.6	.480	.143
14	1166.0	.649	.162
15	1252.4	.836	.165

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	10.2	.344	.040
2	125.2	.391	.029
3	240.2	.410	0.009
4	355.2	.399	0.009
5	470.2	.359	.029
6	585.2	.289	.048
7	700.2	.189	.068
8	815.2	.060	.087
9	930.2	.222	.107
10	1045.2	.414	.126
11	1160.2	.635	.146
12	1275.2	.886	.165

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.928	.145
2	45.0	.870	.145
3	75.0	.812	.145
4	105.0	.754	.145
5	135.0	.696	.145
6	165.0	.638	.145
7	195.0	.581	.145
8	225.0	.523	.145
9	255.0	.465	.145
10	285.0	.407	.145
11	315.0	.349	.145
12	345.0	.291	.145
13	375.0	.234	.145
14	405.0	.176	.145
15	435.0	.118	.145

CARGA VERTICAL + SISMO (Sección Transversal Constante)

I.-CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA (KG/M)
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00

II.-CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA<X> (KG)	CARGA<Y> (KG)	POSICION (KG)
2	82.2	-411.0	20.4
	164.4	-822.0	135.4
	164.4	-822.0	250.4
	164.4	-822.0	365.4
	164.4	-822.0	480.4
	164.4	-822.0	595.4
	164.4	-822.0	710.4
	164.4	-822.0	825.4
	164.4	-822.0	940.4
	164.4	-822.0	1055.4
	164.4	-822.0	1170.4
3	82.2	-411.0	1285.4
	82.2	-411.0	10.2
	164.4	-822.0	125.2
	164.4	-822.0	240.2
	164.4	-822.0	355.2
	164.4	-822.0	470.2
	164.4	-822.0	585.2
	164.4	-822.0	700.2
	164.4	-822.0	815.2
	164.4	-822.0	930.2
	164.4	-822.0	1045.2
164.4	-822.0	1160.2	
82.2	-411.0	1275.2	

III.-CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA<X> (KG)	CARGA<Y> (KG)	MOMENTO (KG-CM)
1	0.0	0.0	0
2	774.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP.<X> <CM>	DESP<Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	-1.09E-03
2	.8530	-.0156	-3.48E-03
3	1.7402	-3.4017	1.56E-03
4	2.6128	-.0196	-2.34E-03
5	0.0000	0.0000	-7.54E-03

REACCIONES

NUDO	FUERZA<X> <KG>	FUERZA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	3722.3	8003.2	0
5	-8113.1	10080.7	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	8003.2	-3722.3	-1
	2	-8003.2	-3722.3	1675066
2	2	6442.7	6539.1	-1675067
	3	-5809.7	-2650.1	-884710
3	3	6356.0	655.7	884709
	4	-10478.5	-7592.4	3650925
4	4	10080.7	8113.1	-3650926
	5	-10080.7	8113.1	-1

N U D O S
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 BARRA NUDD CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

1	1	.196	.075
	2	.674	.075
2	2	.496	.133
	3	.278	.054
3	3	.282	.013
	4	1.057	.155
4	4	1.359	.165
	5	.246	.165

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interacción deben ser menores a 1.33, en este caso fue de 1.359 que se puede considerar como aceptable debido a que no se hizo reducción de carga viva.

BARRA 1**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-55836	-3722.3	8003.2
2	45.0	-167507	-3722.3	8003.2
3	75.0	-279178	-3722.3	8003.2
4	105.0	-390849	-3722.3	8003.2
5	135.0	-502521	-3722.3	8003.2
6	165.0	-614192	-3722.3	8003.2
7	195.0	-725863	-3722.3	8003.2
8	225.0	-837534	-3722.3	8003.2
9	255.0	-949205	-3722.3	8003.2
10	285.0	-1060876	-3722.3	8003.2
11	315.0	-1172547	-3722.3	8003.2
12	345.0	-1284218	-3722.3	8003.2
13	375.0	-1395890	-3722.3	8003.2
14	405.0	-1507561	-3722.3	8003.2
15	435.0	-1619232	-3722.3	8003.2

BARRA 2**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-1402190	6121.0	6413.9
2	129.5	-873496	6121.0	6413.9
3	215.9	-412152	5284.7	6356.3
4	302.3	899	4448.4	6298.8
5	388.6	365656	3612.1	6241.3
6	475.0	677648	3612.1	6241.3
7	561.4	921877	2775.8	6183.7
8	647.7	1117813	1939.5	6126.2
9	734.1	1265456	1103.2	6068.6
10	820.5	1360745	1103.2	6068.6
11	906.9	1387860	266.9	6011.1
12	993.2	1366682	-569.3	5953.5
13	1079.6	1297210	-1405.6	5896.0
14	1166.0	1175797	-1405.6	5896.0
15	1252.4	985798	-2241.9	5838.4

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-1541668	6539.1	6442.7
2	135.4	-837748	6121.0	6413.9
3	250.4	-230004	5284.7	6356.3
4	365.4	281566	4448.4	6298.8
5	480.4	696962	3612.1	6241.3
6	595.4	1016183	2775.8	6183.7
7	710.4	1239229	1939.5	6126.2
8	825.4	1366100	1103.2	6068.6
9	940.4	1396797	266.9	6011.1
10	1055.4	1331319	-569.3	5953.5
11	1170.4	1169667	-1405.6	5896.0
12	1285.4	911840	-2241.9	5838.4

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	900663	280.8	6543.4
2	129.5	921651	-468.9	6918.1
3	215.9	881143	-468.9	6918.1
4	302.3	794066	-1218.8	7292.9
5	388.6	663688	-1968.6	7667.7
6	475.0	490009	-2718.5	8042.5
7	561.4	255203	-2718.5	8042.5
8	647.7	-26542	-3468.3	8417.2
9	734.1	-351588	-4218.1	8792.0
10	820.5	-719934	-4968.0	9166.8
11	906.9	-1149037	-4968.0	9166.8
12	993.2	-1623450	-5717.8	9341.5
13	1079.6	-2145163	-6467.6	9916.8
14	1166.0	-2708177	-7217.5	10291.1
15	1252.4	-3331578	-7217.5	10291.1

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	891398	655.7	6356.0
2	125.2	923696	280.8	6543.4
3	240.2	869763	-468.9	6918.1
4	355.2	729598	-1218.8	7292.9
5	470.2	503202	-1968.6	7667.7
6	585.2	190574	-2718.5	8042.5
7	700.2	-208285	-3468.3	8417.2
8	815.2	-693375	-4218.1	8792.0
9	930.2	-1264696	-4968.0	9166.8
10	1045.2	-1922249	-5717.8	9541.5
11	1160.2	-2666033	-6467.6	9916.3
12	1275.2	-3496049	-7217.5	10291.1

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-3529229	8113.1	10080.7
2	45.0	-3285834	8113.1	10080.7
3	75.0	-3042439	8113.1	10080.7
4	105.0	-2799044	8113.1	10080.7
5	135.0	-2555649	8113.1	10080.7
6	165.0	-2312254	8113.1	10080.7
7	195.0	-2068859	8113.1	10080.7
8	225.0	-1825463	8113.1	10080.7
9	255.0	-1582068	8113.1	10080.7
10	285.0	-1338673	8113.1	10080.7
11	315.0	-1095278	8113.1	10080.7
12	345.0	-851883	8113.1	10080.7
13	375.0	-608488	8113.1	10080.7
14	405.0	-365093	8113.1	10080.7
15	435.0	-121698	8113.1	10080.7

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.081	.075
2	45.0	.111	.075
3	75.0	.141	.075
4	105.0	.171	.075
5	135.0	.201	.075
6	165.0	.232	.075
7	195.0	.262	.075
8	225.0	.292	.075
9	255.0	.322	.075
10	285.0	.352	.075
11	315.0	.382	.075
12	345.0	.413	.075
13	375.0	.443	.075
14	405.0	.473	.075
15	435.0	.503	.075

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.422	.124
2	129.5	.279	.124
3	215.9	.154	.107
4	302.3	.043	.090
5	388.6	.141	.073
6	475.0	.225	.073
7	561.4	.291	.056
8	647.7	.343	.039
9	734.1	.383	.022
10	820.5	.409	.022
11	906.9	.415	0.005
12	993.2	.409	.011
13	1079.6	.390	.028
14	1166.0	.357	.028
15	1252.4	.306	.045

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	20.4	.460	.133
2	135.4	.270	.124
3	250.4	.105	.107
4	365.4	.119	.090
5	480.4	.230	.073
6	595.4	.316	.056
7	710.4	.376	.039
8	825.4	.410	.022
9	940.4	.418	0.005
10	1055.4	.400	.011
11	1170.4	.356	.028
12	1285.4	.286	.045

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	43.1	.288	0.005
2	129.5	.296	0.009
3	215.9	.285	0.009
4	302.3	.264	.024
5	388.6	.231	.040
6	475.0	.187	.055
7	561.4	.124	.055
8	647.7	.064	.070
9	734.1	.155	.086
10	820.5	.257	.101
11	906.9	.373	.101
12	993.2	.504	.116
13	1079.6	.647	.132
14	1166.0	.801	.147
15	1252.4	.970	.147

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	10.2	.284	.013
2	125.2	.294	0.005
3	240.2	.282	0.009
4	355.2	.246	.024
5	470.2	.188	.040
6	585.2	.106	.055
7	700.2	.113	.070
8	815.2	.247	.086
9	930.2	.404	.101
10	1045.2	.584	.116
11	1160.2	.787	.132
12	1275.2	1.014	.147

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	1.036	.165
2	45.0	.970	.165
3	75.0	.905	.165
4	105.0	.839	.165
5	135.0	.773	.165
6	165.0	.707	.165
7	195.0	.642	.165
8	225.0	.576	.165
9	255.0	.510	.165
10	285.0	.444	.165
11	315.0	.379	.165
12	345.0	.313	.165
13	375.0	.247	.165
14	405.0	.182	.165
15	435.0	.116	.165

La Estructura propuesta resultó satisfactoria para las condiciones de: Carga Vertical, Carga Vertical + Viento Normal a las Generatrices, Carga Vertical + Viento Paralelo a las Generatrices y Carga Vertical + Sismo.

Por lo que se procederá a valuar el peso de ésta mediante el Programa "CUANTIFICACION"

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA =3110.3KG

GEOMETRIA DE LA BORRA 1

ESPESOR PATIN SUPERIOR <MM> 14.30
 ESPESOR PATIN INFERIOR <MM> 14.30
 ESPESOR ALMA <MM> 6.35
 ANCHO PATIN <MM> 300.0
 PERALTE ALMA INICIO <MM> 150.0
 PERALTE ALMA FINAL <MM> 510.0
 NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE 0

VARIACION DEL PERALTE
 DOVELA POSICION PERALTE ALMA
 <CM> <MM>

DOVELA	POSICION <CM>	PERALTE ALMA <MM>
1	15.0	162.0
2	45.0	186.0
3	75.0	210.0
4	105.0	234.0
5	135.0	258.0
6	165.0	282.0
7	195.0	306.0
8	225.0	330.0
9	255.0	354.0
10	285.0	378.0
11	315.0	401.9
12	345.0	426.0
13	375.0	449.9
14	405.0	473.9
15	435.0	497.9

GEOMETRIA DE LA BARRA 2

ESPESOR PATIN SUPERIOR <MM>	14.30
ESPESOR PATIN INFERIOR <MM>	14.30
ESPESOR ALMA <MM>	6.35
ANCHO PATIN <MM>	300.0
PERALTE ALMA INICIO <MM>	450.0
PERALTE ALMA FINAL <MM>	150.0
NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE	1

CAMBIOS DE PENDIENTE

NUMERO	PERALTE VAR. <MM>	POSICION <CM>
1	175.0	475.0

 VARIACION DEL PERALTE
 DOVELA POSICION PERALTE ALMA
 <CM> <MM>

1	43.1	424.9
2	129.5	374.9
3	215.9	324.9
4	302.3	274.9
5	388.6	224.9
6	475.0	174.9
7	561.4	172.3
8	647.7	169.7
9	734.1	167.1
10	820.5	164.4
11	906.9	161.8
12	993.2	159.2
13	1079.6	156.5
14	1166.0	153.9
15	1252.4	151.3

 VARIACION DEL PERALTE
 EN CARGAS CONCENTRADAS
 CARGA POSICION PERALTE ALMA
 <CM> <MM>

1	20.4	438.1
2	135.4	371.6
3	250.4	305.0
4	365.4	238.4
5	480.4	174.8
6	595.4	171.3
7	710.4	167.8
8	825.4	164.3
9	940.4	160.8
10	1055.4	157.3
11	1170.4	153.8
12	1285.4	150.3

GEOMETRIA DE LA BARRA 3

ESPEJOR PATIN SUPERIOR <MM>	14.30
ESPEJOR PATIN INFERIOR <MM>	14.30
ESPEJOR ALMA <MM>	6.35
ANCHO PATIN <MM>	300.0
PERALTE ALMA INICIO <MM>	150.0
PERALTE ALMA FINAL <MM>	450.0
NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE	1

CAMBIOS DE PENDIENTE

NUMERO	PERALTE VAR. <MM>	POSICION <CM>
1	175.0	820.5

VARIACION DEL PERALTE DOVELA POSICION PERALTE ALMA <CM> <MM>

1	43.1	151.3
2	129.5	153.9
3	215.9	156.5
4	302.3	159.2
5	388.6	161.8
6	475.0	164.4
7	561.4	167.1
8	647.7	169.7
9	734.1	172.3
10	820.5	175.0
11	906.9	225.0
12	993.2	275.0
13	1079.6	325.0
14	1166.0	375.0
15	1252.4	425.0

VARIACION DEL PERALTE EN CARGAS CONCENTRADAS CARGA POSICION PERALTE ALMA <CM> <MM>

1	10.2	150.3
2	125.2	153.8
3	240.2	157.3
4	355.2	160.8
5	470.2	164.3
6	585.2	167.8
7	700.2	171.3
8	815.2	174.8
9	930.2	238.4
10	1045.2	305.0
11	1160.2	371.6
12	1275.2	438.1

GEOMETRIA DE LA BARRA 1

ESPESOR PATIN SUPERIOR <MM> 14.30
 ESPESOR PATIN INFERIOR <MM> 14.30
 ESPESOR ALMA <MM> 6.35
 ANCHO PATIN <MM> 300.0
 PERALTE ALMA INICIO <MM> 510.0
 PERALTE ALMA FINAL <MM> 150.0
 NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE 0

VARIACION DEL PERALTE
 DOVELA POSICION PERALTE ALMA
 <CM> <MM>

1	15.0	498.0
2	45.0	474.0
3	75.0	450.0
4	105.0	426.0
5	135.0	402.0
6	165.0	378.0
7	195.0	354.0
8	225.0	330.0
9	255.0	306.0
10	285.0	282.0
11	315.0	258.0
12	345.0	234.0
13	375.0	210.0
14	405.0	186.0
15	435.0	162.0

CARGA VERTICAL (Sección Transversal Variable)

I. - CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA <KG/M>
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00

II. - CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA(X) <KG>	CARGA(Y) <KG>	POSICION <KB>
2	0.0	-411.0	20.4
	0.0	-822.0	135.4
	0.0	-822.0	250.4
	0.0	-822.0	365.4
	0.0	-822.0	480.4
	0.0	-822.0	595.4
	0.0	-822.0	710.4
	0.0	-822.0	825.4
	0.0	-822.0	940.4
	0.0	-822.0	1055.4
	0.0	-822.0	1170.4
	0.0	-411.0	1285.4
	3	0.0	-411.0
0.0		-822.0	125.2
0.0		-822.0	240.2
0.0		-822.0	355.2
0.0		-822.0	470.2
0.0		-822.0	585.2
0.0		-822.0	700.2
0.0		-822.0	815.2
0.0		-822.0	930.2
0.0		-822.0	1045.2
0.0		-822.0	1160.2
0.0		-411.0	1275.2

III. - CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA(X) <KG>	CARGA(Y) <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP. <X> <CM>	DESP. <Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	.0120
2	-3.1264	-.0107	1.20E-03
3	-5.76E-04	-11.6836	-4.10E-07
4	3.1272	-.0167	-1.19E-03
5	0.0000	0.0000	-.0120

REACCIONES

NUDO	FUERZA <X> <KG>	FUERZA <Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	6905.3	9041.9	-1
5	-6905.3	9042.0	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	9041.9	6905.3	0
	2	-9041.9	-6905.3	3107412
2	2	9040.0	6907.8	-3107413
	3	-6662.3	-1815.8	-235672
3	3	6662.3	1815.0	235671
	4	-9040.0	-6907.0	3107412
4	4	9042.0	6905.3	-3107413
	5	-9042.0	6905.3	-1

N U D O S
REVISION SECCION TRANSVERSAL
BARRA NUDO CARGA AXIAL CORTANTE
Y FLEXION

BARRA	NUDO	CARGA AXIAL	CORTANTE
1	1	.174	.716
	2	1.010	.210
2	2	1.024	.238
	3	.417	.188
3	3	.417	.188
	4	1.024	.238
1	4	1.010	.210
	5	.174	.716

Como se observa la sección transversal escogida resultó satisfactoria, teniéndose un excedente del 2% en el esfuerzo, - actuante con relación al esfuerzo permisible.

A continuación se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION (CM)	MOMENTO (KG-CM)	CORTANTE (KG)	NORMAL (KG)
1	15.0	-103581	-6905.3	9041.9
2	45.0	-310742	-6905.3	9041.9
3	75.0	-517903	-6905.3	9041.9
4	105.0	-725063	-6905.3	9041.9
5	135.0	-932224	-6905.3	9041.9
6	165.0	-1139385	-6905.3	9041.9
7	195.0	-1346546	-6905.3	9041.9
8	225.0	-1553707	-6905.3	9041.9
9	255.0	-1760867	-6905.3	9041.9
10	285.0	-1968028	-6905.3	9041.9
11	315.0	-2175189	-6905.3	9041.9
12	345.0	-2382350	-6905.3	9041.9
13	375.0	-2589511	-6905.3	9041.9
14	405.0	-2796672	-6905.3	9041.9
15	435.0	-3003832	-6905.3	9041.9

BARRA 2**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION (CM)	MOMENTO (KG-CM)	CORTANTE (KG)	NORMAL (KG)
1	43.1	-2818120	6511.3	8931.9
2	129.5	-2255714	6511.3	8931.9
3	215.9	-1757177	5718.2	8715.8
4	302.3	-1304436	4925.2	8499.6
5	388.6	-897493	4132.1	8283.5
6	475.0	-540587	4132.1	8283.5
7	561.4	-247940	3339.0	8067.3
8	647.7	-1091	2545.9	7851.1
9	734.1	199962	1752.9	7635.0
10	820.5	351368	1752.9	7635.0
11	906.9	438123	959.8	7418.8
12	993.2	479082	166.7	7202.7
13	1079.6	474243	-626.2	6986.5
14	1166.0	420149	-626.2	6986.5
15	1252.4	301013	-1419.3	6770.4

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-2966492	6907.8	9040.0
2	135.4	-2217687	6511.3	8931.9
3	250.4	-1560086	5718.2	8715.9
4	365.4	-993688	4925.2	8499.6
5	480.4	-518492	4132.1	8283.5
6	595.4	-134500	3339.0	8067.3
7	710.4	158290	2545.9	7851.1
8	825.4	359876	1752.9	7635.0
9	940.4	470260	959.8	7418.8
10	1055.4	489440	166.7	7202.7
11	1170.4	417418	-626.2	6986.5
12	1285.4	254192	-1419.3	6770.4

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	301013	1419.3	6770.4
2	129.5	420149	626.2	6986.5
3	215.9	474242	626.2	6986.5
4	302.3	479081	-166.7	7202.7
5	388.6	438122	-959.8	7418.8
6	475.0	351367	-1752.9	7635.0
7	561.4	199961	-1752.9	7635.0
8	647.7	-1092	-2516.0	7851.1
9	734.1	-247941	-3339.0	8067.3
10	820.5	-540587	-4132.1	8283.5
11	906.9	-89.494	-4132.1	8283.5
12	993.2	-1304437	-4925.2	8499.6
13	1079.6	-1757177	-5718.2	8715.8
14	1166.0	-2255714	-6511.3	8931.9
15	1252.4	-2818121	-6511.3	8931.9

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	251193	1813.8	6662.3
2	125.2	417418	1419.3	6770.4
3	240.2	489440	626.2	6986.5
4	355.2	470258	-166.7	7202.7
5	470.2	359874	-959.8	7418.8
6	585.2	158287	-1752.9	7635.0
7	700.2	-134503	-2546.0	7851.1
8	815.2	-518497	-3339.0	8067.3
9	930.2	-993693	-4132.1	8283.5
10	1045.2	-1560092	-4925.2	8499.6
11	1160.2	-2217695	-5718.2	8715.8
12	1275.2	-2966500	-6511.3	8931.9

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-3003832	6905.3	9042.0
2	45.0	-2796672	6905.3	9042.0
3	75.0	-2589511	6905.3	9042.0
4	105.0	-2382350	6905.3	9042.0
5	135.0	-2175189	6905.3	9042.0
6	165.0	-1968028	6905.3	9042.0
7	195.0	-1760868	6905.3	9042.0
8	225.0	-1553707	6905.3	9042.0
9	255.0	-1346546	6905.3	9042.0
10	285.0	-1139385	6905.3	9042.0
11	315.0	-932224	6905.3	9042.0
12	345.0	-725063	6905.3	9042.0
13	375.0	-517903	6905.3	9042.0
14	405.0	-310742	6905.3	9042.0
15	435.0	-103581	6905.3	9042.0

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	.245	.663
2	45.0	.365	.577
3	75.0	.463	.511
4	105.0	.543	.459
5	135.0	.608	.416
6	165.0	.662	.381
7	195.0	.706	.351
8	225.0	.744	.325
9	255.0	.775	.303
10	285.0	.802	.284
11	315.0	.825	.267
12	345.0	.846	.252
13	375.0	.863	.238
14	405.0	.879	.226
15	435.0	.892	.215

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	43.1	.992	.238
2	129.5	.920	.270
3	215.9	.848	.273
4	302.3	.770	.278
5	388.6	.687	.285
6	475.0	.628	.367
7	561.4	.581	.301
8	647.7	.567	.233
9	734.1	.546	.163
10	820.5	.494	.145
11	906.9	.581	.072
12	993.2	.627	.016
13	1079.6	.630	.062
14	1166.0	.593	.063
15	1252.4	.481	.145

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	20.4	1.008	.245
2	135.4	.915	.272
3	250.4	.813	.291
4	365.4	.706	.321
5	480.4	.610	.367
6	595.4	.285	.303
7	710.4	.312	.236
8	825.4	.502	.165
9	940.4	.617	.092
10	1055.4	.648	.016
11	1170.4	.591	.063
12	1285.4	.438	.146

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.481	.145
2	129.5	.593	.063
3	215.9	.630	.062
4	302.3	.627	.016
5	388.6	.581	.092
6	475.0	.494	.165
7	561.4	.346	.163
8	647.7	.167	.233
9	734.1	.381	.301
10	820.5	.628	.367
11	906.9	.687	.285
12	993.2	.770	.276
13	1079.6	.848	.273
14	1166.0	.920	.270
15	1252.4	.992	.238

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	10.2	.434	.187
2	125.2	.583	.143
3	240.2	.640	.061
4	355.2	.609	.016
5	470.2	.496	.090
6	585.2	.306	.162
7	700.2	.280	.231
8	815.2	.603	.297
9	930.2	.703	.269
10	1045.2	.811	.251
11	1160.2	.913	.239
12	1275.2	1.007	.231

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.892	.215
2	45.0	.879	.226
3	75.0	.863	.238
4	105.0	.845	.252
5	135.0	.825	.267
6	165.0	.801	.284
7	195.0	.772	.303
8	225.0	.739	.325
9	255.0	.699	.351
10	285.0	.651	.381
11	315.0	.594	.416
12	345.0	.524	.459
13	375.0	.438	.511
14	405.0	.328	.577
15	435.0	.185	.663

CARGA VERTICAL + VIENTO NORMAL A LAS GENERATRICES
(Sección Transversal Variable).

I. - CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA (KG/M)
1	0.00
2	-480.00
3	-332.00
4	0.00

II. - CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	POSICION (KG)
2	0.0	-411.0	20.4
	0.0	-822.0	135.4
	0.0	-822.0	250.4
	0.0	-822.0	365.4
	0.0	-822.0	480.4
	0.0	-822.0	595.4
	0.0	-822.0	710.4
	0.0	-822.0	825.4
	0.0	-822.0	940.4
	0.0	-822.0	1055.4
	0.0	-822.0	1170.4
	0.0	-411.0	1285.4
	3	16.0	-354.0
31.0		-709.0	125.2
31.0		-709.0	240.2
31.0		-709.0	355.2
31.0		-709.0	470.2
16.0		-765.0	585.2
0.0		-822.0	700.2
0.0		-822.0	815.2
0.0		-822.0	930.2
0.0		-822.0	1045.2
0.0		-822.0	1160.2
0.0		-411.0	1275.2

III. - CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	MOMENTO (KG-CM)
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP.<X> <CM>	DESP.<Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	9.07E-03
2	-3.0521	-6.98E-03	4.20E-03
3	-1.6373	-5.2627	-3.82E-03
4	-.2221	-8.29E-03	2.78E-03
5	0.0000	0.0000	-1.54E-03

REACCIONES

NUDO	FUERZA<X> <KG>	FUERZA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	3099.8	3367.1	0
5	-2751.6	4000.8	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	3367.1	3099.8	-1
	2	-3367.1	-3099.8	1394926
2	2	3875.1	2433.5	-1394927
	3	-1498.4	-71.3	-179769
3	3	1327.4	698.8	179768
	4	-3706.8	-3136.4	1238220
4	4	4000.8	2751.6	-1238221
	5	-4000.8	2751.6	-1

N U D O S
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 BARRA NUDD CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

BARRA	NUDD	CARGA AXIAL	CORTANTE
1	1	.065	.321
	2	.435	.094
2	2	.458	.084
	3	.216	0.007
3	3	.212	.072
	4	.408	.108
4	4	.404	.083
	5	.077	.285

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que -- los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interac--- ción deben ser menores a 1.33 como sucede en este caso.

A continuación se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1**ELEMENTOS MECANICOS**

DDV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-46498	-3099.8	3367.1
2	45.0	-139493	-3099.8	3367.1
3	75.0	-232489	-3099.8	3367.1
4	105.0	-325484	-3099.8	3367.1
5	135.0	-418479	-3099.8	3367.1
6	165.0	-511474	-3099.8	3367.1
7	195.0	-604469	-3099.8	3367.1
8	225.0	-697465	-3099.8	3367.1
9	255.0	-790460	-3099.8	3367.1
10	285.0	-883455	-3099.8	3367.1
11	315.0	-976450	-3099.8	3367.1
12	345.0	-1069445	-3099.8	3367.1
13	375.0	-1162441	-3099.8	3367.1
14	405.0	-1255436	-3099.8	3367.1
15	435.0	-1348431	-3099.8	3367.1

BARRA 2**ELEMENTOS MECANICOS**

DDV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-1294392	2244.2	3768.1
2	129.5	-1082641	2658.8	3768.1
3	215.9	-898949	2280.3	3551.9
4	302.3	-725244	1901.9	3335.8
5	388.6	-561527	1523.4	3119.6
6	475.0	-412037	1938.0	3119.6
7	561.4	-290997	1559.5	2903.4
8	647.7	-179945	1181.0	2687.3
9	734.1	-78880	802.6	2471.1
10	820.5	8348	1217.1	2471.1
11	906.9	66736	838.7	2255.0
12	993.2	115136	460.2	2038.8
13	1079.6	153548	81.7	1822.6
14	1166.0	178515	496.3	1822.6
15	1252.4	174250	117.8	1606.5

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-1344286	2531.4	3876.2
2	135.4	-1067031	2686.9	3768.1
3	250.4	-817500	2445.8	3551.9
4	365.4	-595691	2204.7	3335.8
5	480.4	-401606	1963.7	3119.6
6	595.4	-235243	1722.6	2903.4
7	710.4	-96603	1481.5	2687.3
8	825.4	14313	1240.4	2471.1
9	940.4	97507	999.4	2255.0
10	1055.4	152977	758.3	2038.8
11	1170.4	180725	517.2	1822.6
12	1285.4	180750	276.2	1606.5

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	201921	504.9	1435.9
2	129.5	254969	115.7	1652.3
3	215.9	277352	402.5	1652.3
4	302.3	282526	13.3	1868.6
5	388.6	273438	-375.7	2085.0
6	475.0	250088	-764.8	2301.3
7	561.4	196407	-478.1	2301.3
8	647.7	121554	-925.2	2517.9
9	734.1	27080	-1431.5	2734.1
10	820.5	-88422	-1937.8	2950.2
11	906.9	-243416	-1651.0	2950.2
12	993.2	-423679	-2157.4	3166.4
13	1079.6	-624971	-2663.7	3382.6
14	1166.0	-847291	-3170.0	3598.7
15	1252.4	-1108712	-2883.2	3598.7

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	187073	732.7	1327.4
2	125.2	254495	777.1	1435.9
3	240.2	288097	483.0	1652.3
4	355.2	287879	188.9	1868.6
5	470.2	253839	-105.0	2085.0
6	585.2	185978	-399.1	2301.3
7	700.2	77630	-751.2	2517.9
8	815.2	-78015	-1162.5	2734.1
9	930.2	-280955	-1573.8	2950.2
10	1045.2	-531192	-1985.0	3166.4
11	1160.2	-828724	-2396.3	3382.6
12	1275.2	-1173553	-2807.6	3598.7

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-1196949	2751.6	4000.8
2	45.0	-1114401	2751.6	4000.8
3	75.0	-1031853	2751.6	4000.8
4	105.0	-949304	2751.6	4000.8
5	135.0	-866756	2751.6	4000.8
6	165.0	-784208	2751.6	4000.8
7	195.0	-701660	2751.6	4000.8
8	225.0	-619112	2751.6	4000.8
9	255.0	-536564	2751.6	4000.8
10	285.0	-454015	2751.6	4000.8
11	315.0	-371467	2751.6	4000.8
12	345.0	-288919	2751.6	4000.8
13	375.0	-206371	2751.6	4000.8
14	405.0	-123823	2751.6	4000.8
15	435.0	-41275	2751.6	4000.8

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	10.2	.218	.075
2	125.2	.280	.078
3	240.2	.310	.047
4	355.2	.307	.018
5	470.2	.274	0.009
6	585.2	.212	.037
7	700.2	.119	.068
8	815.2	.170	.103
9	930.2	.206	.102
10	1045.2	.278	.101
11	1160.2	.342	.100
12	1275.2	.399	.099

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	.358	.085
2	45.0	.353	.070
3	75.0	.347	.095
4	105.0	.339	.100
5	135.0	.331	.106
6	165.0	.322	.113
7	195.0	.310	.120
8	225.0	.297	.129
9	255.0	.281	.139
10	285.0	.262	.151
11	315.0	.239	.165
12	345.0	.212	.182
13	375.0	.178	.203
14	405.0	.134	.230
15	435.0	.078	.264

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.098	.297
2	45.0	.154	.259
3	75.0	.200	.229
4	105.0	.236	.206
5	135.0	.266	.186
6	165.0	.291	.171
7	195.0	.311	.157
8	225.0	.328	.146
9	255.0	.342	.136
10	285.0	.354	.127
11	315.0	.365	.119
12	345.0	.374	.113
13	375.0	.382	.107
14	405.0	.389	.101
15	435.0	.395	.096

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.453	.082
2	129.5	.437	.110
3	215.9	.426	.109
4	302.3	.414	.107
5	388.6	.403	.103
6	475.0	.408	.172
7	561.4	.308	.140
8	647.7	.212	.108
9	734.1	.123	.074
10	820.5	.063	.115
11	906.9	.112	.080
12	993.2	.155	.044
13	1079.6	.189	0.008
14	1166.0	.217	.050
15	1252.4	.212	.012

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	20.4	.455	.089
2	135.4	.436	.112
3	250.4	.417	.124
4	365.4	.402	.143
5	480.4	.400	.174
6	595.4	.262	.156
7	710.4	.142	.137
8	825.4	.068	.117
9	940.4	.142	.096
10	1055.4	.193	.075
11	1170.4	.219	.052
12	1285.4	.220	.028

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	43.1	.234	.051
2	129.5	.286	.011
3	215.9	.301	.040
4	302.3	.306	0.001
5	388.6	.297	.036
6	475.0	.275	.072
7	561.4	.223	.044
8	647.7	.158	.084
9	734.1	.079	.129
10	820.5	.133	.172
11	906.9	.195	.114
12	993.2	.254	.122
13	1079.6	.304	.127
14	1166.0	.347	.131
15	1252.4	.391	.105

CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES

-CASO "f" - (Sección Transversal Variable)

I.-CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA <KG/M>
1	0.00
2	-144.60
3	-144.60
4	0.00

II.-CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	POSICION <KG>
2	0.0	-411.0	20.4
	0.0	-822.0	135.4
	0.0	-822.0	250.4
	0.0	-822.0	365.4
	0.0	-822.0	480.4
	0.0	-822.0	595.4
	0.0	-822.0	710.4
	0.0	-822.0	825.4
	0.0	-822.0	940.4
	0.0	-822.0	1055.4
	0.0	-822.0	1170.4
	0.0	-411.0	1285.4
3	0.0	-411.0	10.2
	0.0	-822.0	125.2
	0.0	-822.0	240.2
	0.0	-822.0	355.2
	0.0	-822.0	470.2
	0.0	-822.0	585.2
	0.0	-822.0	700.2
	0.0	-822.0	815.2
	0.0	-822.0	930.2
	0.0	-822.0	1045.2
	0.0	-822.0	1160.2
	0.0	-411.0	1275.2

III.-CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA<X> <KG>	CARGA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP. (X) (CM)	DESP. (Y) (CM)	GIRO (GRAD)
1	0.0000	0.0000	9.88E-07
2	-2.5659	-1.0150	1.06E-03
3	-4.77E-04	-9.6476	-3.43E-07
4	2.5849	-1.0150	-1.06E-03
5	0.0000	0.0000	-9.88E-07

REACCIONES

NUDO	FUERZA (X) (KG)	FUERZA (Y) (KG)	MOMENTO (KG-CM)
1	5597.1	7234.4	-1
5	-5597.1	7234.4	-1

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL (KG)	CORTANTE (KG)	MOMENTO (KG-CM)
1	1	7234.4	5597.1	0
	2	-7234.4	-5597.1	2518734
2	2	7302.6	5507.9	2518735
	3	-4924.8	-1342.3	224279
	3	4924.8	1342.3	224278
4	4	-7302.6	-5508.0	2518735
	4	7234.4	5597.1	-2518735
	5	-7234.4	5597.1	0

N U D O S
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 BARRA NUDDO CARGA AXIAL. CORTANTE
 Y FLEXION

BARRA	NUDDO	CARGA AXIAL. Y FLEXION	CORTANTE
1	1	.139	.580
	2	.807	.170
2	2	.829	.190
	3	.352	.139
3	3	.352	.139
	4	.829	.190
4	4	.807	.170
	5	.139	.580

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interacción deben ser menores a 1.33 como sucede en este caso.

A continuación se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-83958	-5597.1	7234.4
2	45.0	-251874	-5597.1	7234.4
3	75.0	-419790	-5597.1	7234.4
4	105.0	-587705	-5597.1	7234.4
5	135.0	-755621	-5597.1	7234.4
6	165.0	-923537	-5597.1	7234.4
7	195.0	-1091452	-5597.1	7234.4
8	225.0	-1259368	-5597.1	7234.4
9	255.0	-1427284	-5597.1	7234.4
10	285.0	-1595199	-5597.1	7234.4
11	315.0	-1763115	-5597.1	7234.4
12	345.0	-1931031	-5597.1	7234.4
13	375.0	-2098946	-5597.1	7234.4
14	405.0	-2266862	-5597.1	7234.4
15	435.0	-2434778	-5597.1	7234.4

BARRA 2

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-2288551	5173.9	7194.5
2	129.5	-1836269	5298.8	7194.5
3	215.9	-1437068	4630.6	6978.3
4	302.3	-1072877	3962.4	6762.2
5	388.6	-743695	3294.2	6546.0
6	475.0	-453763	3419.1	6546.0
7	561.4	-217302	2751.0	6329.9
8	647.7	-15851	2082.8	6113.7
9	734.1	150590	1414.6	5897.5
10	820.5	278173	1539.5	5897.5
11	906.9	351893	871.3	5681.4
12	993.2	370603	203.2	5465.2
13	1079.6	394305	-464.9	5249.1
14	1166.0	359538	-340.0	5249.1
15	1252.4	270518	-1008.2	5032.9

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-2406071	5537.4	7302.6
2	135.4	-1805299	5307.2	7194.5
3	250.4	-1276606	4680.4	6978.3
4	365.4	-819973	4053.6	6762.2
5	480.4	-435460	3426.9	6546.0
6	595.4	-123006	2800.1	6329.9
7	710.4	117368	2173.3	6113.7
8	825.4	285663	1546.5	5897.5
9	940.4	381878	919.7	5681.4
10	1055.4	406013	293.0	5465.2
11	1170.4	358069	-333.7	5249.1
12	1285.4	238045	-960.8	5032.9

BARRA 3

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KN>	NORMAL <KG>
1	43.1	270517	1008.2	5032.9
2	127.5	359538	340.0	5249.1
3	215.9	394304	464.9	5249.1
4	302.3	390603	-203.2	5465.2
5	388.6	351892	-871.3	5681.4
6	475.0	278173	-1539.5	5897.5
7	561.4	150589	-1414.6	5897.5
8	647.7	-15852	-2082.8	6113.7
9	734.1	-217303	-2751.0	6329.9
10	820.5	-453763	-3419.1	6546.0
11	906.9	-743696	-3294.2	6546.0
12	993.2	-1072878	-3962.4	6762.2
13	1079.6	-1437069	-4630.6	6978.3
14	1166.0	-1836269	-5298.8	7194.5
15	1232.4	-2288551	-5173.9	7194.5

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	238015	1377.0	4924.8
2	125.2	358069	1124.0	5072.9
3	240.2	406013	500.0	5249.1
4	355.2	381077	126.7	5465.2
5	470.2	285561	-753.5	5681.4
6	585.2	117366	-1380.2	5897.5
7	700.2	-123009	-2007.0	6113.7
8	815.2	-435463	-2633.8	6329.9
9	930.2	-819998	-3260.6	6546.0
10	1045.2	-1276611	-3887.4	6762.2
11	1160.2	-1805305	-4514.1	6978.3
12	1275.2	-2406078	-5140.5	7194.5

BARRA 4

ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-2434778	5597.1	7234.5
2	45.0	-2266862	5597.1	7234.5
3	75.0	-2098946	5597.1	7234.5
4	105.0	-1931031	5597.1	7234.5
5	135.0	-1763115	5597.1	7234.5
6	165.0	-1595197	5597.1	7234.5
7	195.0	-1427284	5597.1	7234.5
8	225.0	-1259368	5597.1	7234.5
9	255.0	-1091452	5597.1	7234.5
10	285.0	-923537	5597.1	7234.5
11	315.0	-755621	5597.1	7234.5
12	345.0	-587705	5597.1	7234.5
13	375.0	-419790	5597.1	7234.5
14	405.0	-251874	5597.1	7234.5
15	435.0	-83958	5597.1	7234.5

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.197	.537
2	45.0	.294	.468
3	75.0	.374	.414
4	105.0	.439	.372
5	135.0	.492	.337
6	165.0	.535	.308
7	195.0	.572	.284
8	225.0	.602	.263
9	255.0	.627	.246
10	285.0	.649	.230
11	315.0	.668	.216
12	345.0	.685	.204
13	375.0	.699	.193
14	405.0	.711	.183
15	435.0	.722	.174

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.605	.189
2	129.5	.748	.219
3	215.9	.692	.221
4	302.3	.631	.224
5	388.6	.565	.227
6	475.0	.512	.204
7	561.4	.465	.248
8	647.7	.443	.190
9	734.1	.461	.131
10	820.5	.381	.145
11	906.9	.481	.083
12	993.2	.492	.019
13	1079.6	.500	.044
14	1166.0	.477	.034
15	1252.4	.395	.103

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

	<CM>		
1	30.4	.817	.196
2	135.4	.741	.222
3	250.4	.664	.238
4	365.4	.579	.264
5	480.4	.497	.305
6	595.4	.237	.254
7	710.4	.335	.201
8	825.4	.388	.146
9	940.4	.482	.089
10	1055.4	.513	.028
11	1170.4	.476	.033
12	1285.4	.367	.099

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

	<CM>		
1	43.1	.395	.103
2	129.5	.477	.034
3	215.9	.500	.046
4	302.3	.492	.019
5	388.6	.451	.083
6	475.0	.381	.145
7	561.4	.261	.131
8	647.7	.143	.190
9	734.1	.315	.248
10	820.5	.512	.303
11	906.9	.565	.227
12	993.2	.631	.224
13	1079.6	.692	.221
14	1166.0	.748	.219
15	1252.4	.805	.189

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	10.2	.364	.140
2	125.2	.471	.114
3	240.2	.508	.049
4	355.2	.477	.012
5	470.2	.383	.071
6	585.2	.230	.127
7	700.2	.232	.182
8	815.2	.492	.234
9	930.2	.577	.212
10	1045.2	.662	.198
11	1160.2	.742	.189
12	1275.2	.817	.182

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	.722	.174
2	45.0	.711	.183
3	75.0	.699	.193
4	105.0	.685	.204
5	135.0	.668	.216
6	165.0	.648	.230
7	195.0	.625	.246
8	225.0	.598	.263
9	255.0	.566	.284
10	285.0	.527	.308
11	315.0	.480	.337
12	345.0	.424	.372
13	375.0	.354	.414
14	405.0	.265	.468
15	435.0	.149	.537

CARGA VERTICAL + VIENTO PARALELO A LAS GENERATRICES

-CASO "g" - (Sección Transversal Variable)

I. -CARGA REPARTIDA

BARRA	CARGA REPARTIDA (KG/M)
1	0.00
2	140.80
3	140.80
4	0.00

II. -CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	POSICION (CM)	
2	0.0	-411.0	20.4	
	0.0	-822.0	135.4	
	0.0	-822.0	250.4	
	0.0	-822.0	365.4	
	0.0	-822.0	480.4	
	0.0	-822.0	595.4	
	0.0	-822.0	710.4	
	0.0	-822.0	825.4	
	0.0	-822.0	940.4	
	0.0	-822.0	1055.4	
	0.0	-822.0	1170.4	
	0.0	-411.0	1285.4	
	3	0.0	-411.0	10.2
		0.0	-822.0	125.2
0.0		-822.0	240.2	
0.0		-822.0	355.2	
0.0		-822.0	470.2	
0.0		-822.0	585.2	
0.0		-822.0	700.2	
0.0		-822.0	815.2	
0.0		-822.0	930.2	
0.0		-822.0	1045.2	
0.0		-822.0	1160.2	
0.0		-411.0	1275.2	

III. -CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	MOMENTO (KG CM)
1	0.0	0.0	0
2	0.0	0.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP. <X> <CM>	DESP. <Y> <CM>	GIRC <RAD>
1	0.0000	0.0000	.0141
2	-3.6566	-.0224	1.31E-02
3	-6.270 04	-13.6682	-4.76E-07
4	3.6566	-.0224	-1.31E-03
5	0.0000	0.0000	-.0141

REACCIONES

NUDO	FUERZA <X> <KG>	FUERZA <Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	8179.1	10801.9	0
5	-8179.1	10802.0	0

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	10801.9	-8179.1	-1
	2	-10801.9	-8179.1	3680619
2	2	10751.8	8270.9	-3680620
	3	-8354.1	-2276.9	-246766
3	3	8354.1	2276.9	246765
	4	-10751.8	-8270.9	3680619
4	4	10802.0	8175.1	-3680620
	5	-10802.0	8177.1	-1

N U D O S
REVISION SECCION TRANSVERSAL
BARRA NUDD CARGA AXIAL. CONSTANTE
Y FLEXION

1	1	.208	.848
	2	1.237	.249
2	2	1.213	.285
	3	.488	.216
3	3	.488	.236
	4	1.213	.286
4	4	1.237	.249
	5	.208	.848

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interacción deben ser menores a 1.33 como sucede en este caso.

A continuación se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-122688	-8179.1	10801.9
2	45.0	-368062	-8179.1	10801.9
3	75.0	-613437	-8179.1	10801.9
4	105.0	-858812	-8179.1	10801.9
5	135.0	-1104186	-8179.1	10801.9
6	165.0	-1349561	-8179.1	10801.9
7	195.0	-1594935	-8179.1	10801.9
8	225.0	-1840310	-8179.1	10801.9
9	255.0	-2085685	-8179.1	10801.9
10	285.0	-2331059	-8179.1	10801.9
11	315.0	-2576434	-8179.1	10801.9
12	345.0	-2821809	-8179.1	10801.9
13	375.0	-3067183	-8179.1	10801.9
14	405.0	-3312558	-8179.1	10801.9
15	435.0	-3557932	-8179.1	10801.9

BARRA 2**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-3333773	7813.6	10623.7
2	129.5	-2664137	7692.0	10623.7
3	215.9	-2068873	6777.3	10407.6
4	302.3	-1529910	5862.6	10191.4
5	388.6	-1047249	4947.9	9975.3
6	475.0	-625129	4826.3	9975.3
7	561.4	-277773	3911.6	9759.1
8	647.7	13282	2996.9	9542.9
9	734.1	248036	2082.3	9326.8
10	820.5	422639	1960.6	9326.8
11	906.9	522087	1046.0	9110.6
12	993.2	565235	131.3	8894.5
13	1079.6	552081	-783.3	8678.3
14	1166.0	479167	-904.9	8678.3
15	1252.4	330708	-1819.6	8462.1

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-3512185	8242.2	10731.8
2	135.4	-2619239	7683.7	10623.7
3	250.4	-1836114	6728.8	10407.6
4	365.4	-1162817	5773.8	10191.4
5	480.4	-599342	4818.8	9973.3
6	595.4	-145691	3863.8	9759.1
7	710.4	198136	2908.8	9542.9
8	825.4	432139	1953.8	9326.8
9	940.4	556319	998.8	9110.6
10	1055.4	570675	43.8	8894.5
11	1170.4	475207	-911.1	8678.3
12	1285.4	269916	-1866.1	8462.1

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	330707	1819.6	8462.1
2	129.5	479167	904.9	8678.3
3	215.9	552079	783.3	8678.3
4	302.3	565234	-131.3	8894.5
5	388.6	522087	-1046.0	9110.6
6	475.0	422638	-1960.6	9326.8
7	561.4	248035	-2082.3	9326.8
8	647.7	13281	-2996.9	9542.9
9	734.1	-277774	-3911.6	9759.1
10	820.5	-625129	-4826.3	9975.3
11	906.9	-1047250	-4947.9	9975.3
12	993.2	-1529911	-5862.6	10191.4
13	1079.6	-2068873	-6777.3	10407.6
14	1166.0	-2664137	-7692.0	10623.7
15	1252.4	-3333774	-7813.6	10623.7

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	269917	2262.6	8354.1
2	125.2	475208	1704.1	8462.1
3	240.2	570674	749.1	8678.3
4	355.2	556318	-205.8	8894.5
5	470.2	432137	-1160.7	9110.6
6	585.2	198132	-2115.7	9326.8
7	700.2	-145696	-3070.7	9542.9
8	815.2	-599348	-4025.7	9759.1
9	930.2	-1162824	-4980.7	9975.3
10	1045.2	-1836124	-5935.7	10191.4
11	1160.2	-2619247	-6890.7	10407.6
12	1275.2	-3512194	-7845.7	10623.7

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-3557933	8179.1	10802.0
2	45.0	-3312558	8179.1	10802.0
3	75.0	-3067183	8179.1	10802.0
4	105.0	-2821809	8179.1	10802.0
5	135.0	-2576434	8179.1	10802.0
6	165.0	-2331059	8179.1	10802.0
7	195.0	-2085685	8179.1	10802.0
8	225.0	-1840310	8179.1	10802.0
9	255.0	-1594936	8179.1	10802.0
10	285.0	-1349561	8179.1	10802.0
11	315.0	-1104186	8179.1	10802.0
12	345.0	-858812	8179.1	10802.0
13	375.0	-613437	8179.1	10802.0
14	405.0	-368062	8179.1	10802.0
15	435.0	-122688	8179.1	10802.0

BARRA 1
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.296	.785
2	45.0	.433	.684
3	75.0	.350	.606
4	105.0	.644	.543
5	135.0	.721	.493
6	165.0	.785	.451
7	195.0	.837	.415
8	225.0	.882	.385
9	255.0	.919	.359
10	285.0	.950	.336
11	315.0	.978	.316
12	345.0	1.002	.298
13	375.0	1.023	.282
14	405.0	1.041	.268
15	435.0	1.057	.255

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	1.174	.286
2	129.5	1.088	.319
3	215.9	1.000	.324
4	302.3	.906	.331
5	388.6	.805	.342
6	475.0	.757	.429
7	561.4	.453	.353
8	647.7	.214	.274
9	734.1	.436	.193
10	820.5	.616	.185
11	906.9	.723	.100
12	993.2	.777	.012
13	1079.6	.775	.077
14	1166.0	.721	.091
15	1252.4	.574	.187

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	20.4	1.194	.292
2	135.4	1.081	.321
3	250.4	.959	.343
4	365.4	.829	.376
5	480.4	.735	.428
6	595.4	.336	.350
7	710.4	.392	.269
8	825.4	.626	.185
9	940.4	.764	.096
10	1055.4	.797	0.004
11	1170.4	.718	.092
12	1285.4	.515	.193

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.574	.187
2	129.5	.721	.091
3	215.9	.775	.077
4	302.3	.777	.012
5	388.6	.723	.100
6	475.0	.616	.185
7	561.4	.436	.193
8	647.7	.214	.274
9	734.1	.453	.353
10	820.5	.757	.429
11	906.9	.805	.342
12	993.2	.905	.331
13	1079.6	1.000	.324
14	1166.0	1.088	.319
15	1252.4	1.174	.286

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	10.2	.511	.234
2	125.2	.709	.172
3	240.2	.788	.074
4	355.2	.755	.019
5	470.2	.619	.109
6	585.2	.386	.196
7	700.2	.331	.278
8	815.2	.728	.358
9	930.2	.826	.324
10	1045.2	.957	.302
11	1160.2	1.079	.288
12	1275.2	1.193	.278

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>			
1	15.0	1.057	.255
2	45.0	1.041	.268
3	75.0	1.023	.282
4	105.0	1.002	.298
5	135.0	.978	.316
6	165.0	.949	.336
7	195.0	.916	.359
8	225.0	.876	.385
9	255.0	.829	.415
10	285.0	.772	.451
11	315.0	.704	.493
12	345.0	.622	.543
13	375.0	.520	.606
14	405.0	.390	.684
15	435.0	.221	.785

CARGA VERTICAL + SISMO (Sección Transversal Variable)

I. - CARGAS REPARTIDAS

BARRA	CARGA REPARTIDA (KG/M)
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00

II. - CARGAS CONCENTRADAS

BARRA	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	POSICION (CM)
2	82.2	-411.0	20.4
	164.4	-822.0	135.4
	164.4	-822.0	250.4
	164.4	-822.0	365.4
	164.4	-822.0	480.4
	164.4	-822.0	595.4
	164.4	-822.0	710.4
	164.4	-822.0	825.4
	164.4	-822.0	940.4
	164.4	-822.0	1055.4
	164.4	-822.0	1170.4
3	82.2	-411.0	1285.4
	82.2	-411.0	10.2
	164.4	-822.0	125.2
	164.4	-822.0	240.2
	164.4	-822.0	355.2
	164.4	-822.0	470.2
	164.4	-822.0	585.2
	164.4	-822.0	700.2
	164.4	-822.0	815.2
	164.4	-822.0	930.2
	164.4	-822.0	1045.2
164.4	-822.0	1160.2	
82.2	-411.0	1275.2	

III. - CARGAS EN LOS NUDOS

NUDO	CARGA(X) (KG)	CARGA(Y) (KG)	MOMENTO (KG-CM)
1	0.0	0.0	0
2	771.0	3.0	0
3	0.0	0.0	0
4	0.0	0.0	0
5	0.0	0.0	0

DESPLAZAMIENTOS

NUDO	DESP.<X> <CM>	DESP.<Y> <CM>	GIRO <RAD>
1	0.0000	0.0000	-7.40E-03
2	4.8557	-0.0166	-0.0146
3	7.8709	-11.3217	0.0144
4	10.9097	-0.0209	-0.0167
5	0.0000	0.0000	-0.0303

REACCIONES

NUDO	FUERZA<X> <KG>	FUERZA<Y> <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	4583.7	8003.2	-1
5	-8974.5	10080.7	-1

ELEMENTOS MECANICOS

BARRA	NUDO	NORMAL <KG>	CORTANTE <KG>	MOMENTO <KG-CM>
1	1	8003.2	-4583.7	0
	2	-8003.2	-4583.7	2062668
2	2	7273.7	6312.6	-2062667
	3	-6640.7	-2886.6	-203651
3	3	7187.0	882.2	203650
	4	-11309.5	-7365.9	4038526
4	4	10080.7	8974.5	-4038527
	5	-10080.7	8974.5	0

N U D O S
REVISION SECCION TRANSVERSAL
BARRA NUDD CARGA AXIAL. CORTANTE
Y FLEXION

1	1	.154	.475
	2	.698	.137
2	2	.628	.218
	3	.384	.299
3	3	.402	.091
	4	1.327	.254
4	4	1.308	.273
	5	.194	.931

La sección transversal resultó satisfactoria, ya que los esfuerzos para cargas permanentes y accidentales se pueden incrementar en un 33%, por lo que las relaciones de interacción deben ser menores a 1.33 como sucede en este caso.

A continuación se revisará la efectividad de la sección transversal a lo largo de cada barra.

BARRA 1**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-68756	-4583.7	8003.2
2	45.0	-206267	-4583.7	8003.2
3	75.0	-343779	-4583.7	8003.2
4	105.0	-481290	-4583.7	8003.2
5	135.0	-618801	-4583.7	8003.2
6	165.0	-756312	-4583.7	8003.2
7	195.0	-893824	-4583.7	8003.2
8	225.0	-1031335	-4583.7	8003.2
9	255.0	-1168846	-4583.7	8003.2
10	285.0	-1306357	-4583.7	8003.2
11	315.0	-1443869	-4583.7	8003.2
12	345.0	-1581380	-4583.7	8003.2
13	375.0	-1718891	-4583.7	8003.2
14	405.0	-1856402	-4583.7	8003.2
15	435.0	-1993914	-4583.7	8003.2

BARRA 2**ELEMENTOS MECANICOS**

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	-1799574	5894.5	7244.9
2	129.5	-1290444	5894.5	7244.9
3	215.9	-848663	5058.2	7187.4
4	302.3	-455176	4221.9	7129.8
5	388.6	-109983	3385.6	7072.3
6	475.0	182445	3385.6	7072.3
7	561.4	407111	2549.3	7014.7
8	647.7	583483	1713.0	6957.2
9	734.1	711562	876.7	6899.6
10	820.5	787288	876.7	6899.6
11	906.9	794839	40.4	6842.1
12	993.2	754096	-795.8	6784.6
13	1079.6	665061	-1632.1	6727.0
14	1166.0	524084	-1632.1	6727.0
15	1252.4	314521	-2468.4	6669.5

BARRA 2
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	20.4	-1933890	6312.6	7273.7
2	135.4	-1256019	5894.5	7244.9
3	250.4	-674322	5058.2	7187.4
4	365.4	-188800	4221.9	7129.8
5	480.4	200548	3385.6	7072.3
6	595.4	493721	2549.3	7014.7
7	710.4	690719	1713.0	6957.2
8	825.4	791543	876.7	6899.6
9	940.4	796192	40.4	6842.1
10	1055.4	704667	-795.8	6784.6
11	1170.4	516766	-1632.1	5727.0
12	1285.4	233091	-2468.4	6669.5

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	43.1	227385	507.3	7374.4
2	122.5	269738	-242.4	7749.2
3	215.9	248994	-242.4	7749.2
4	302.3	181480	-992.3	8123.9
5	388.6	70666	-1742.1	8498.7
6	475.0	-83449	-2491.9	8873.5
7	561.4	-298691	-2491.9	8873.5
8	647.7	-560872	-3241.8	9248.2
9	734.1	-666354	-3991.6	9623.0
10	820.5	-1215134	-4741.5	9997.8
11	906.9	-1620675	4741.5	9997.8
12	993.2	-2081523	-5491.3	10372.6
13	1079.6	-2581674	-6211.1	10747.3
14	1166.0	-3123174	-6991.0	11122.1
15	1252.4	-3728961	-6991.0	11122.1

BARRA 3
ELEMENTOS MECANICOS
EN LAS CARGAS CONCENTRADAS

CARGA	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	10.2	212649	882.2	7187.0
2	125.2	270995	507.3	7374.4
3	240.2	243110	-242.4	7749.2
4	355.2	128993	-992.3	8123.9
5	470.2	-71353	-1742.1	8498.7
6	585.2	-357935	-2491.9	8873.5
7	700.2	-730746	-3241.8	9248.2
8	815.2	-1189788	-3991.6	9623.0
9	930.2	-1735062	-4741.3	9997.8
10	1045.2	-2366567	-5491.3	10372.6
11	1160.2	-3084303	-6241.1	10747.3
12	1275.2	-3888271	-6991.0	11122.1

BARRA 4
ELEMENTOS MECANICOS

DOV.	POSICION <CM>	MOMENTO <KG-CM>	CORTANTE <KG>	NORMAL <KG>
1	15.0	-3903910	8974.5	10080.7
2	45.0	-3634675	8974.5	10080.7
3	75.0	-3365439	8974.5	10080.7
4	105.0	-3096204	8974.5	10080.7
5	135.0	-2826969	8974.5	10080.7
6	165.0	-2557734	8974.5	10080.7
7	195.0	-2288499	8974.5	10080.7
8	225.0	-2019264	8974.5	10080.7
9	255.0	-1750029	8974.5	10080.7
10	285.0	-1480794	8974.5	10080.7
11	315.0	-1211558	8974.5	10080.7
12	345.0	-942323	8974.5	10080.7
13	375.0	-673088	8974.5	10080.7
14	405.0	-403853	8974.5	10080.7
15	435.0	-134618	8974.5	10080.7

BARRA 1
REVISION SECCION TRANSVERSAL
DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
Y FLEXION

<CM>

1	15.0	.196	.440
2	45.0	.269	.383
3	75.0	.330	.339
4	105.0	.381	.304
5	135.0	.423	.275
6	165.0	.457	.252
7	195.0	.486	.233
8	225.0	.509	.216
9	255.0	.530	.201
10	285.0	.547	.183
11	315.0	.562	.177
12	345.0	.576	.167
13	375.0	.587	.158
14	405.0	.597	.150
15	435.0	.606	.143

BARRA 2
REVISION SECCION TRANSVERSAL
DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.645	.215
2	129.5	.543	.214
3	215.9	.436	.242
4	302.3	.311	.238
5	388.6	.161	.234
6	475.0	.294	.301
7	561.4	.451	.230
8	647.7	.653	.157
9	734.1	.777	.031
10	820.5	.864	.082
11	906.9	.889	0.003
12	993.2	.870	.077
13	1079.6	.803	.162
14	1166.0	.685	.164
15	1252.4	.491	.253

BARRA 2
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	20.4	.667	.224
2	135.4	.035	.246
3	250.4	.383	.258
4	365.4	.199	.275
5	480.4	.310	.301
6	595.4	.569	.231
7	710.4	.756	.158
8	825.4	.869	.083
9	940.4	.898	0.003
10	1055.4	.838	.078
11	1170.4	.679	.165
12	1285.4	.413	.255

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 DOVELA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

<CM>

1	43.1	.429	.052
2	129.5	.470	.024
3	215.9	.437	.024
4	302.3	.371	.096
5	388.6	.265	.167
6	475.0	.278	.235
7	561.4	.470	.232
8	647.7	.709	.297
9	734.1	.981	.360
10	820.5	1.284	.421
11	906.9	1.179	.327
12	993.2	1.197	.310
13	1079.6	1.228	.298
14	1166.0	1.265	.290
15	1252.4	1.307	.255

BARRA 3
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGO AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

(CM)

1	10.2	.410	.091
2	125.2	.457	.051
3	240.2	.478	.023
4	355.2	.314	.096
5	470.2	.256	.164
6	585.2	.522	.231
7	700.2	.852	.294
8	815.2	1.246	.355
9	930.2	1.175	.309
10	1045.2	1.208	.280
11	1160.2	1.257	.261
12	1275.2	1.316	.248

BARRA 4
 REVISION SECCION TRANSVERSAL
 CARGA POSICION CARGO AXIAL CORTANTE
 Y FLEXION

(CM)

1	15.0	1.117	.280
2	45.0	1.170	.294
3	75.0	1.110	.310
4	105.0	1.087	.327
5	135.0	1.060	.347
6	165.0	1.029	.369
7	195.0	.992	.394
8	225.0	.948	.423
9	255.0	.896	.455
10	285.0	.834	.495
11	315.0	.753	.541
12	345.0	.668	.592
13	375.0	.585	.665
14	405.0	.417	.750
15	435.0	.224	.862

La Estructura propuesta resultó satisfactoria para las condiciones de: Carga Vertical, Carga Vertical + Viento Normal a las Generatrices, Carga Vertical + Viento Paralelo a las Generatrices y Carga Vertical + Sismo.

Por lo que se procederá a valuar el peso de ésta mediante el Programa "CUANTIFICACION"

PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA = 2794KG

CUANTIFICACION ESTRUCTURA			
Elemento	Sección Transversal Constante	Sección Transversal Variable	Ahorro
Marco	3110.3 Kgs.	2794.0 Kgs.	316.3 Kgs.
Total obra (Marcos)	12441.2 Kgs.	11176.0 Kgs.	1265.2 Kgs.

Como se observó, el ahorro en peso de la estructura por marco no resulta muy grande, pero considerando el número total de marcos, esta cantidad se vuelve considerable.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. El método presentado busca en lo posible, no continuar tolerando en la práctica de la Ingeniería los análisis -- simplificados, basándose en hipótesis de dudosa validez.

2. El método propuesto para la solución de estructuras con sección transversal variable utiliza como base, el método de las rigideces sólo que para la obtención de las rigideces de los miembros utiliza la inversa de la matriz de flexibilidad, y para la obtención de las fuerzas de empotramiento, se emplea el método de la viga conjugada en colaboración con la rigidez del miembro.

Esto tuvo la finalidad de aprovechar la facilidad de estos métodos y englobarlos en uno solo, para hacer así un método sencillo para la solución de este tipo de estructuras.

3. El método de las rigideces permite resolver cualquier estructura, por diversa que sea su condición de apoyos y cargas.

4. Se presentó una solución para la obtención de la rigidez de miembros con sección transversal variable, a base de incrementos finitos que por medio de una tabla facilita la obtención de ésta.

5. Se encontró que dividiendo los elementos en 15 dolas tenemos una excelente aproximación en los resultados.

6. El método de solución presentado, resulta muy adecuado para programarse y la elaboración de dicho programa es relativamente sencilla.

7. El diseño de este tipo de estructuras queda regido casi exclusivamente por flexión (la fuerza cortante es de gran importancia en el comportamiento de las conexiones, pero no del miembro en si).

8. Se propuso un preanálisis para este tipo de estructuras que resulta muy apegado a la realidad, y que además nos proporciona una sección bastante económica, para el diseño de elementos con sección transversal constante.

Este preanálisis también nos brinda gran ayuda para guiar al proyectista en el diseño de la estructura con sección transversal variable.

9. Se llegó a la elaboración de un programa que tiene la posibilidad de analizar estructuras, tanto con sección transversal variable como constante.

10. Con respecto al programa, se recomienda lo siguiente:

- a). Incluir subrutinas que autogeneren los datos, para evitar la tediosa tarea de tener que dar uno por uno los datos a la máquina.
- b). Elaborar subrutinas que permitan el diseño de otro tipo de sección transversal.
- c). Depurar adecuadamente el programa, utilizando el concepto de memoria dinámica para aprovechar al máximo la memoria disponible, ya que en esta clase de equipos tenemos fuerte limitante de memoria.
- d). Hacer el programa lo menos interactivo posible ya que esto reduce al máximo el tiempo del operador, ofreciendo así una mayor velocidad en la solución.
- e). Se recomienda que si el número de marcos para una obra no es muy grande, se haga el diseño con sección transversal constante, utilizando el preanálisis ya que esto evita el tiempo de máquina, que se utiliza en el diseño con sección transversal variable.

11. Con el advenimiento de las microcomputadoras, programas como el desarrollado resultan muy convenientes, pues a muy bajo costo y rápidamente, se pueden analizar este tipo de estructuras que resultan muy complicadas.

12. Hay que tener en cuenta que las microcomputadoras, son herramientas que facilitan el trabajo del Ingeniero y que le permiten tener más tiempo para la mejor toma de decisiones.

13. La experiencia adquirida en el análisis y diseño de estructuras con sección transversal variable y la elaboración de programas en microcomputadora, han sido muy satisfactorias, puesto que han contribuido en gran parte al desarrollo profesional del autor.

B I B L I O G R A F I A

ANALISIS DE ESTRUCTURAS RETICULARES
James M. Gere y William Weaver Jr.
C.E.C.S.A.
México, 1980.

ANALISIS ESTRUCTURAL
Rodolfo Luthé
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
México, 1981.

ANALISIS MATRICIAL DE ESTRUCTURAS RETICULARES
Carlos Magdaleno
Unidad Profesional de Zacatenco
México, 1978.

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL
Heberto Castillo M.
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
México, 1980.

CONSTRUCCION DE ACERO
Altos Hornos de México, S.A.
México, 1977.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO
Bresler, Lin y Scalzi
LIMUSA
México, 1973.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS

Jack C. McCormac
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
México, 1971.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS

Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

U.N.A.M.
México, 1978.

ESTRUCTURAS DE ACERO

Comportamiento y Diseño
Oscar de Buen López de Heredia
LIMUSA
México, 1980.

ESTRUCTURAS ESTATICAMENTE INDETERMINADAS Vol. 2

White, Gergely y Sexsmith
LIMUSA
México, 1977.

MANUAL DE DISEÑO POR SISMO

U.N.A.M.
México, 1977.

MANUAL DE DISEÑO POR VIENTO

U.N.A.M.
México, 1977.

NORMAS DE EMERGENCIA EN MATERIA DE CONSTRUCCION PARA EL DISTRICTO FEDERAL.

Diario Oficial
México, 1985.

PORTICOS Y ARCOS

Valerian Leontovich
C.E.C.S.A.
México, 1983.

PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA LA SOLUCION DE LAS ESTRUCTURAS ESQUELETALES PLANAS Y APLICACIONES.

Luis Miguel Arroyo Yllanes. Tesis Profesional
México, 1984.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL
PORRUA
México, 1983.

A P E N D I C E

a) LISTADO DE PROGRAMAS

b) FORMAS DE DATOS

LIST

```

10 REM
20 REM
30 REM          PROGRAMA SALIC0
40 REM
50 REM
60 REM
70 REM
80 HOME
90 GOSUB 280
100 D$ = CHR$(4)
110 VTAB 1: HTAB 2: PRINT "ANALISIS Y OPTIMIZACION DE MARCOS"
120 INVERSE : PRINT "-----NORMAL"
130 VTAB 4: HTAB 2: PRINT "1.-DATOS DE LA ESTRUCTURA"
140 VTAB 6: HTAB 2: PRINT "    "
150 VTAB 7: HTAB 2: PRINT "2.-DISEÑO DE LA ESTRUCTURA"
160 VTAB 10: HTAB 2: PRINT "3.-MODIFICACION DE CARGAS"
170 VTAB 13: HTAB 2: PRINT "4.-CUANTIFICACION DE LA ESTRUCTURA"
180 VTAB 16: HTAB 2: PRINT "5.-SALIR"
190 VTAB 21: HTAB 2: INVERSE : PRINT "DAME TU OPCION ": NORMAL : VTAB 21: HT
AB 17: INPUT "OP"
200 IF OP < 1 OR OP > 5 THEN GO
210 IF INT(OP) < > OP THEN GO
220 IF OP = 1 THEN 270
230 IF OP = 2 THEN PRINT D$;"RUN SECCION TRANSVERSAL,D1"
240 IF OP = 3 THEN PRINT D$;"RUN FUERTAS INICIAL,D1"
250 IF OP = 4 THEN PRINT D$;"RUN CUANTIFICACION,D1"
260 HOME : END
270 PRINT D$;"OPEN BANDERA,D7,L32:BA$ = "CERRADO": PRINT D$;"WRITE BANDERA,
RO": PRINT BA$: PRINT D$;"CLOSE": PRINT D$;"RUN PROGRAMA DE DATOS,D1"
280 HOME
290 VTAB 1: HTAB 2: PRINT "ANALISIS Y OPTIMIZACION DE MARCOS"
300 VTAB 2: PRINT "-----NORMAL"
310 VTAB 5: HTAB 3: PRINT "RENGLON #1"
320 VTAB 7: INVERSE : PRINT "
": VTAB 7: INPUT "":T1$
330 VTAB 10: HTAB 3: PRINT "RENGLON #3"
340 VTAB 12: INVERSE : PRINT "
": NORMA
L : VTAB 12: INPUT "":T2$
350 D$ = CHR$(4)
360 PRINT D$;"R#1"
370 PRINT CHR$(9);"BON"
380 PRINT SPC( INT (80 - LEN (T1$) / 2);T1$
390 PRINT " "
400 PRINT SPC( INT (80 - LEN (T2$) / 2);T2$
410 HOME
420 PRINT D$;"PR#0"
430 RETURN

```


LIST

```

10 REM #####
20 REM #####
30 REM ##### PROGRAM DE DATOS #####
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####
70 REM #####
80 REM PROGRAM DE DATOS
90 D4 = CHR$ (4)
100 LT$ = "NUDO ABCISA ORDENADA DES.X DES.Y GIRO"
110 LR$ = "-----"
120 LB$ = " "
130 HOME
140 VTAB 1: HTAB 12: PRINT "DATOS GENERALES"
150 VTAB 2: HTAB 12: PRINT "-----"
160 VTAB 5: HTAB 2: PRINT "1.-DAR DE ALTA DATOS"
170 VTAB 8: HTAB 2: PRINT "2.-MODIFICACION DE DATOS"
180 VTAB 11: HTAB 2: PRINT "3.-VER DATOS"
190 VTAB 14: HTAB 2: PRINT "4.-IMPRESION"
200 VTAB 17: HTAB 2: PRINT "5.-S A L I R"
210 VTAB 21: HTAB 2: INPUT "DAME TU OPCION ";D
220 ON OP GOSUB 250,1140,3680,4230,240
230 GOTO 130
240 PRINT D;"RUN CORRESPONDENCIA,D!"
250 CLEAR
260 D$ = CHR$ (4)
270 HOME
280 VTAB 1: HTAB 11: PRINT "DAR DE ALTA DATOS"
290 VTAB 2: HTAB 11: PRINT "-----"
300 VTAB 5: HTAB 2: INPUT "NUMERO DE NUDOS ";NN
310 IF NN < > INT (NN) THEN 300
320 Z$ = STR$ (NN);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4810
330 VTAB 5: HTAB 10: PRINT Z$
340 VTAB 10: HTAB 2: INPUT "NUMERO DE BARRAS ";NB
350 IF NB < > INT (NB) THEN 340
360 Z$ = STR$ (NB);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4810
370 VTAB 10: HTAB 19: PRINT Z$
380 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z$
390 HOME
400 DIM X(NN),Y(NN),DX$(NN),DY$(NN),DO$(NN)
410 DIM I(NB),J(NB),L(NB),DS(NB),RA(NB),II(NB)
420 LT$ = "NUDO ABCISA ORDENADA DES.X DES.Y GIRO"
430 LR$ = "-----";RR = 2
440 VTAB 1: HTAB 1: PRINT LT$: VTAB 2: HTAB 1: PRINT LR$
450 FOR T = 1 TO NN
460 RR = RR + 1
470 IF T = 1 THEN 490
480 IF ((T - 1) / 15) = INT ((T - 1) / 15) THEN VTAB 20: INPUT "TECLEA <RE
TURN> PARA CONTINUAR ";Z$: HOME : VTAB 1: HTAB 1: PRINT LT$: VTAB 2: HTAB 1:
PRINT LR$:RR = 3
490 Z$ = STR$ (T);Y = 2: GOSUB 5130
500 VTAB (RR): HTAB 2: INVERSE : PRINT Z$: NORMAL
510 VTAB (RR): HTAB 6: INPUT " ";X(T)
520 Z$ = STR$ (X(T));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4810
530 VTAB (RR): HTAB 6: PRINT Z$
540 VTAB (RR): HTAB 14: INPUT " ";Y(T)
550 Z$ = STR$ (Y(T));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4810
560 VTAB (RR): HTAB 14: PRINT Z$
570 VTAB (RR): HTAB 22: GET DX$(T)
580 IF DX$(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 22: PRINT "NULL": GOTO 610
590 IF DX$(T) = "D" THEN VTAB (RR): HTAB 22: PRINT "DESC": GOTO 610
600 GOTO 570
610 VTAB (RR): HTAB 29: GET DY$(T)
620 IF DY$(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 29: PRINT "NULL": GOTO 650

```

```

650 IF DV%(T) = "D" THEN VTAB (RR): HTAB 29: PRINT "DESC": GOTO 650
660 GOTO 610
65C VTAB (RR): HTAB 36: GET DO%(T)
660 IF DO%(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 36: PRINT "NULO": GOTO 690
670 IF DO%(T) = "D" THEN VTAB (RR): HTAB 36: PRINT "DESC": GOTO 690
680 GOTO 650
690 NEXT T
700 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z%
710 HOME
720 LB% = "BARRA INICIO TERMINO AREA INERCIA":RR = 2
730 LS% = LB%
740 VTAB 1: HTAB 1: PRINT LB%: VTAB 2: HTAB 1: PRINT LR%
750 FOR T = 1 TO NB
760 RR = RR + 1
770 IF T = 1 THEN 790
780 IF ((T - 1) / 15) = INT ((T - 1) / 15) THEN VTAB 20: INPUT "TECLEA <RE
TURN> PARA CONTINUAR ";Z%: HOME : VTAB 1: HTAB 1: PRINT LB%: VTAB 2: HTAB 1:
PRINT LR%:RR = 3
790 Z% = STR% (T):Y = 2: GOSUB 5130
800 VTAB (RR): HTAB 1: INVERSE 1: PRINT Z%: NORMAL
810 VTAB (RR): HTAB 9: INPUT " ";I(T)
820 IF I(T) < INT (I(T)) THEN 810
830 Z% = STR% (I(T)):Y = 2: GOSUB 5130
840 VTAB (RR): HTAB 9: PRINT Z%
850 VTAB (RR): HTAB 16: INPUT " ";J(T)
860 IF J(T) > INT (J(T)) THEN 850
870 Z% = STR% (J(T)):Y = 2: GOSUB 5130
880 VTAB (RR): HTAB 16: PRINT Z%
890 L(T) = ((X(I(T)) - X(J(T))) ^ 2 + (Y(J(T)) - Y(I(T))) ^ 2) ^ .5
900 RR = RR + 15
910 VTAB (RR): HTAB 22: INPUT " ";AA(T)
920 Z% = STR% (AA(T)):Z = 2:Y = 7: GOSUB 4810
930 VTAB (RR): HTAB 22: PRINT Z%
940 VTAB (RR): HTAB 31: INPUT " ";II(T)
950 Z% = STR% (II(T)):Z = 1:Y = 8: GOSUB 4810
960 VTAB (RR): HTAB 31: PRINT Z%
970 NE
980 AA: 20: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z4
990 PRINT D%,"OPEN DATOS,D2": PRINT D%,"DELETE DATOS": PRINT D%,"OPEN DATOS,
D2,L12B"
1000 PRINT D%,"WRITE DATOS,R0": PRINT NN: PRINT NB
1010 FOR I = 1 TO NN
1020 PRINT D%,"WRITE DATOS,R":I
1030 PRINT X(I): PRINT Y(I): PRINT DX%(I): PRINT DY%(I): PRINT DO%(I)
1040 NEXT I
1050 PRINT D%,"CLOSE"
1060 PRINT D%,"OPEN BARRA,D2": PRINT D%,"DELETE BARRA": PRINT D%,"OPEN BARRA
,D2,L12B"
1070 PRINT D%,"WRITE BARRA,R0": PRINT NB
1080 FOR T = 1 TO NB
1090 PRINT D%,"WRITE BARRA,R",T
1100 PRINT I(T): PRINT J(T): PRINT AA(T): PRINT II(T): PRINT L(T): PRINT DS
(T)
1110 NEXT T
1120 PRINT D%,"CLOSE"
1130 GOTO 130
1140 REM MODIFICACION
1150 PRINT D%,"OPEN DATOS,D2,L12B"
1160 PRINT D%,"READ DATOS,R0": INPUT NN, NB
1170 FOR I = 1 TO NN
1180 PRINT D%,"READ DATOS,R":I
1190 INPUT X(I),Y(I),DX%(I),DY%(I),DO%(I)
1200 NEXT I
1210 PRINT D%,"CLOSE"
1220 PRINT D%,"OPEN BARRA,D2,L12B"
1230 PRINT D%,"READ BARRA,R0": INPUT NB

```

```

1240 FOR I = 1 TO NB
1250 PRINT D$;"READ BARRA,R";I
1260 INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
1270 NEXT I
1280 PRINT D$;"CLOSE"
1290 HOME
1300 VTAB 1: HTAB 10: PRINT "MODIFICACION DE DATOS"
1310 VTAB 2: HTAB 10: PRINT "-----"
1320 Z$ = STR$(NN);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4B10
1330 VTAB 5: HTAB 2: PRINT "NUMERO DE NUDOS ";Z$
1340 Z$ = STR$(NB);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4B10
1350 VTAB 10: HTAB 2: PRINT "NUMERO DE BARRAS ";Z$
1360 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "DESEAS MODIFICAR <SI/NO> ";Z$
1370 IF Z$ = "NO" THEN 1330
1380 IF Z$ = "SI" THEN 1400
1390 GOTO 1360
1400 VTAB 5: HTAB 18: INPUT " ";Z$
1410 IF Z$ = "" THEN Z$ = STR$(NN);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4B10: GOTO 1440
1420 NN = VAL (Z$); IF NN < > INT (NN) THEN 1400
1430 Z$ = STR$(NN);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4B10
1440 VTAB 5: HTAB 18: PRINT Z$
1450 VTAB 10: HTAB 19: INPUT " ";Z$
1460 IF Z$ = "" THEN Z$ = STR$(NB);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4B10: GOTO 1490
1470 NB = VAL (Z$); IF NB < > INT (NB) THEN 1450
1480 Z$ = STR$(NB);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4B10
1490 VTAB 10: HTAB 19: PRINT Z$
1500 ND = NN;BN = NB
1510 PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L12B": PRINT D$;"READ DATOS,RO": INPUT NN,NB: P
PRINT D$;"CLOSE"
1520 IF (ND < > NN) OR (BN < > NB) THEN 250
1530 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z$
1540 HOME
1550 VTAB 1: HTAB 1: PRINT LT$: VTAB 2: HTAB 1: PRINT LR$
1560 RR = 2
1570 FOR T = 1 TO NN
1580 IF T = 1 THEN RR = RR + 1: GOTO 1610
1590 RR = RR + 1
1600 IF ((T - 1) / 15) = INT ((T - 1) / 15) THEN 1750
1610 Z$ = STR$(T);Y = 2: GOSUB 5130
1620 VTAB (RR): HTAB 2: INVERBE: PRINT Z$: NORMAL
1630 Z$ = STR$(X(T));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4B10
1640 VTAB (RR): HTAB 6: PRINT Z$
1650 Z$ = STR$(Y(T));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4B10
1660 VTAB (RR): HTAB 14: PRINT Z$
1670 IF DX$(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 22: PRINT "NIL0": GOTO 1690
1680 VTAB (RR): HTAB 22: PRINT "DESC"
1690 IF DY$(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 29: PRINT "NIL0": GOTO 1710
1700 VTAB (RR): HTAB 29: PRINT "DESC"
1710 IF DQ$(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 36: PRINT "NIL0": GOTO 1740
1720 VTAB (RR): HTAB 36: PRINT "DESC"
1730 IF T = NN THEN 2200
1740 GOTO 2170
1750 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "NUDO A CORREGIR (<O=FIN>) ";RE
1760 IF RE = 0 THEN RR = 3: HOME: GOTO 1610
1770 IF RE > (T - 1) OR RE < (T - 15) THEN 1750
1780 RR = RE - (INT (T / 15) - 1) * 90 + 2
1790 Z$ = STR$(X(RE));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4B10
1800 Q1$ = Z$
1810 Z$ = STR$(Y(RE));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4B10
1820 Q2$ = Z$
1830 IF DX$(RE) = "N" THEN Q3$ = "NIL0": GOTO 1850
1840 Q3$ = "DESC"
1850 IF DY$(RE) = "N" THEN Q4$ = "NIL0": GOTO 1870
1860 Q4$ = "DESC"
1870 IF DQ$(RE) = "N" THEN Q5$ = "NIL0": GOTO 1890
1880 Q5$ = "DESC"
1890 LB$ = "

```

```

1900 VTAB 20: PRINT LB$
1910 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "ADCISA <X> ";C$
1920 IF C$ = "" THEN VTAB (RR): HTAB 6: INVERSE : PRINT Q1$: NORMAL : GOTO
1950
1930 X(RE) = VAL (C$)
1940 Z$ = STR$ (X(RE)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 4B10: VTAB (RR): HTAB 6: INVERSE :
PRINT Z$: NORMAL
1950 VTAB 20: PRINT LB$
1960 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "ORDENADA <Y> ";C$
1970 IF C$ = "" THEN VTAB (RR): HTAB 14: INVERSE : PRINT Q2$: NORMAL : GOTO
2000
1980 Y(RE) = VAL (C$)
1990 Z$ = STR$ (Y(RE)):Z = 1:Y = 4: GOSUB 4B10: VTAB (RR): HTAB 14: INVERSE
: PRINT Z$: NORMAL
2000 VTAB 20: PRINT LB$
2010 VTAB 20: HTAB 2: PRINT "DESPLAZAMIENTO <X> ";: GET C$
2020 IF C$ = "" THEN VTAB (RR): HTAB 22: INVERSE : PRINT Q3$: NORMAL : GOTO
2060
2030 IF C$ = "N" THEN DX$(RE) = "N": VTAB (RR): HTAB 22: INVERSE : PRINT "NU
LD": NORMAL : GOTO 2060
2040 IF C$ = "D" THEN DX$(RE) = "D": VTAB (RR): HTAB 22: INVERSE : PRINT "DE
SC": NORMAL : GOTO 2060
2050 GOTO 2010
2060 VTAB 20: PRINT LB$
2070 VTAB 20: HTAB 2: PRINT "DESPLAZAMIENTO <Y> ";: GET C$
2080 IF C$ = "" THEN VTAB (RR): HTAB 29: INVERSE : PRINT Q4$: NORMAL : GOTO
2120
2090 IF C$ = "N" THEN DY$(RE) = "N": VTAB (RR): HTAB 29: INVERSE : PRINT "NU
LD": NORMAL : GOTO 2120
2100 IF C$ = "D" THEN DY$(RE) = "D": VTAB (RR): HTAB 29: INVERSE : PRINT "DE
SC": NORMAL : GOTO 2120
2110 GOTO 2070
2120 VTAB 20: PRINT LB$
2130 VTAB 20: HTAB 2: PRINT "GIRO ";: GET C$
2140 IF C$ = "" THEN VTAB (RR): HTAB 36: INVERSE : PRINT Q5$: NORMAL : GOTO
2180
2150 IF C$ = "N" THEN D0$(RE) = "N": VTAB (RR): HTAB 36: INVERSE : PRINT "NU
LD": NORMAL : GOTO 2180
2160 IF C$ = "D" THEN D0$(RE) = "D": VTAB (RR): HTAB 36: INVERSE : PRINT "DE
SC": NORMAL : GOTO 2180
2170 GOTO 2130
2180 GOTO 1750
2190 NEXT T
2200 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "MUDD A CORREGIR <O=FIN> ";RE
2210 IF RE = 0 THEN 2640
2220 IF RE > (NN) OR RE < = 15 $ INT (NN / 15) THEN 2200
2230 RR = RE - ( INT ( T / 15 + 1) - 1) $ 90 + 2
2240 Z$ = STR$ (X(RE)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 4B10
2250 D1$ = Z$
2260 Z$ = STR$ (Y(RE)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 4B10
2270 Q2$ = Z$
2280 IF DX$(RE) = "N" THEN Q3$ = "NIL0": GOTO 2300
2290 Q3$ = "DESC"
2300 IF DY$(RE) = "N" THEN Q4$ = "NIL0": GOTO 2320
2310 Q4$ = "DESC"
2320 IF D0$(RE) = "N" THEN Q5$ = "NIL0": GOTO 2340
2330 Q5$ = "DESC"
2340 LB$ = " "
2350 VTAB 20: PRINT LB$
2360 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "ADCISA <X> ";C$
2370 IF C$ = "" THEN VTAB (RR): HTAB 6: INVERSE : PRINT Q1$: NORMAL : GOTO
2400
2380 X(RE) = VAL (C$)
2390 Z$ = STR$ (X(RE)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 4B10: VTAB (RR): HTAB 6: INVERSE :
PRINT Z$: NORMAL
2400 VTAB 20: PRINT LB$
2410 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "ORDENADA <Y> ";C$

```

```

2420 IF C0 = "" THEN VTAB (RR): HTAB 14: INVERSE : PRINT Q24: NORMAL : GOTO
2450
2430 Y(RE) = VAL (C0)
2440 Z0 = STR0 (Y(RE)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 4810: VTAB (RR): HTAB 14: INVERSE
: PRINT Z0: NORMAL
2450 VTAB 20: PRINT LB0
2460 VTAB 20: HTAB 2: PRINT "DESPLAZAMIENTO <X> ": GET C0
2470 IF C0 = "" THEN VTAB (RR): HTAB 22: INVERSE : PRINT Q30: NORMAL : GOTO
2510
2480 IF C0 = "N" THEN DX0(RE) = "N": VTAB (RR): HTAB 22: INVERSE : PRINT "NU
LD": NORMAL : GOTO 2510
2490 IF C0 = "D" THEN DX0(RE) = "D": VTAB (RR): HTAB 22: INVERSE : PRINT "DE
SC": NORMAL : GOTO 2510
2500 GOTO 2460
2510 VTAB 20: PRINT LB0
2520 VTAB 20: HTAB 2: PRINT "DESPLAZAMIENTO <Y> ": GET C0
2530 IF C0 = "" THEN VTAB (RR): HTAB 29: INVERSE : PRINT Q40: NORMAL : GOTO
2570
2540 IF C0 = "N" THEN DY0(RE) = "N": VTAB (RR): HTAB 29: INVERSE : PRINT "NU
LD": NORMAL : GOTO 2570
2550 IF C0 = "D" THEN DY0(RE) = "D": VTAB (RR): HTAB 29: INVERSE : PRINT "DE
SC": NORMAL : GOTO 2570
2560 GOTO 2520
2570 VTAB 20: PRINT LB0
2580 VTAB 20: HTAB 2: PRINT "DIR0 ": GET C0
2590 IF C0 = "" THEN VTAB (RR): HTAB 36: INVERSE : PRINT Q50: NORMAL : GOTO
2630
2600 IF C0 = "N" THEN D00(RE) = "N": VTAB (RR): HTAB 36: INVERSE : PRINT "NU
LD": NORMAL : GOTO 2630
2610 IF C0 = "D" THEN D00(RE) = "D": VTAB (RR): HTAB 36: INVERSE : PRINT "DE
SC": NORMAL : GOTO 2630
2620 GOTO 2580
2630 VTAB 20: PRINT LB0: GOTO 2200
2640 HOME
2650 LB0 = "BARRA INICIO TERMINO AREA INERCIA":RR = 2
2660 VTAB 1: HTAB 1: PRINT LB0: VTAB 2: HTAB 1: PRINT LB0
2670 FOR T = 1 TO NR
2680 IF T = 1 THEN RR = RR + 1: GOTO 2710
2690 RR = RR + 1
2700 IF ((T - 1) / 15) = INT ((T - 1) / 15) THEN 2830
2710 Z0 = STR0 (T):Y = 2: GOSUB 5130
2720 VTAB (RR): HTAB 1: INVERSE : PRINT Z0: NORMAL
2730 Z0 = STR0 (I(T)):Y = 2: GOSUB 5130
2740 VTAB (RR): HTAB 9: PRINT Z0
2750 Z0 = STR0 (J(T)):Y = 2: GOSUB 5130
2760 VTAB (RR): HTAB 16: PRINT Z0
2770 Z0 = STR0 (AA(T)):Z = 2:Y = 7: GOSUB 4810
2780 VTAB (RR): HTAB 22: PRINT Z0
2790 Z0 = STR0 (II(T)):Z = 1:Y = 8: GOSUB 4810
2800 VTAB (RR): HTAB 31: PRINT Z0
2810 IF T = NR THEN 3180
2820 GOTO 3170
2830 VTAB 20: PRINT LB0: VTAB 20: HTAB 2: INPUT "BARRA A CORREGIR (<0=FIN) ":
RE
2840 IF RE = 0 THEN HOME :RR = 3: GOTO 2710
2850 IF RE > (T - 1) OR RE < (T - 15) THEN 2830
2860 RR = RE - (INT (T / 15) - 1) * 90 + 2
2870 Z0 = STR0 (I(RE)):Y = 2: GOSUB 5130:O10 = Z0
2880 Z0 = STR0 (J(RE)):Y = 2: GOSUB 5130:O20 = Z0
2890 Z0 = STR0 (AA(RE)):Z = 2:Y = 7: GOSUB 4810:O30 = Z0
2900 Z0 = STR0 (II(RE)):Z = 1:Y = 8: GOSUB 4810:O40 = Z0
2910 VTAB 20: PRINT LB0
2920 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "INICIO ":C0
2930 IF C0 = "" THEN INVERSE : VTAB (RR): HTAB 9: PRINT O10: NORMAL : GOTO
2970
2940 I(RE) = VAL (C0)
2950 IF I(RE) < > INT (I(RE)) THEN 2920

```

```

2960 Z# = STR# (I(RE));Y = 2; GOSUB 5130; VTAB (RR); HTAB 9; INVERSE ; PRINT
Z#; NORMAL
2970 VTAB 20; PRINT LB#
2980 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "TERMINO ";C#
2990 IF C# = "" THEN VTAB (RR); HTAB 16; INVERSE ; PRINT Q2#; NORMAL ; GOTO
3030
3000 J(RE) = VAL (C#)
3010 IF J(RE) < > INT (J(RE)) THEN 2980
3020 Z# = STR# (J(RE));Y = 2; GOSUB 5130; VTAB (RR); HTAB 16; INVERSE ; PRIN
T Z#; NORMAL
3030 VTAB 20; PRINT LE#
3040 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "AREA ";C#
3050 IF C# = "" THEN VTAB (RR); HTAB 22; INVERSE ; PRINT Q3#; NORMAL ; GOTO
3090
3060 AA(RE) = VAL (C#)
3070 Z# = STR# (AA(RE));Z = 2;Y = 7; GOSUB 4810
3080 VTAB (RR); HTAB 22; INVERSE ; PRINT Z#; NORMAL
3090 VTAB 20; PRINT LB#
3100 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "INERCI ";C#
3110 IF C# = "" THEN VTAB (RR); HTAB 31; INVERSE ; PRINT Q4#; NORMAL ; GOTO
3160
3120 PRINT " "; PRINT " "
3130 II(RE) = VAL (C#)
3140 Z# = STR# (II(RE));Z = 1;Y = 8; GOSUB 4810
3150 VTAB (RR); HTAB 31; INVERSE ; PRINT Z#; NORMAL
3160 GOTO 2000
3170 NEXT I
3180 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "DEBE A CORREGIR (O=FIN) ";RE
3190 IF RE = 0 THEN RR = 3; GOTO 3710
3200 IF RE > (NB) OR RE < 15 & INT (NB / 15) THEN 3180
3210 RR = RE - ( INT (T / 15 + 1) - 1) * 90 + 2
3220 Z# = STR# (I(RE));Y = 2; GOSUB 5130;Q1# = Z#
3230 Z# = STR# (J(RE));Y = 2; GOSUB 5130;Q2# = Z#
3240 Z# = STR# (AA(RE));Z = 2;Y = 7; GOSUB 4810;Q3# = Z#
3250 Z# = STR# (II(RE));Z = 1;Y = 8; GOSUB 4810;Q4# = Z#
3260 VTAB 20; PRINT " "
3270 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "INICIO ";C#
3280 IF C# = "" THEN INVERSE ; VTAB (RR); HTAB 9; PRINT Q1#; NORMAL ; GOTO
3320
3290 I(RE) = VAL (C#)
3300 IF I(RE) < > INT (I(RE)) THEN 3270
3310 Z# = STR# (I(RE));Y = 2; GOSUB 5130; VTAB (RR); HTAB 9; INVERSE ; PRINT
Z#; NORMAL
3320 VTAB 20; PRINT LB#
3330 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "TERMINO ";C#
3340 IF C# = "" THEN VTAB (RR); HTAB 16; INVERSE ; PRINT Q2#; NORMAL ; GOTO
3380
3350 J(RE) = VAL (C#)
3360 IF J(RE) < > INT (J(RE)) THEN 3330
3370 Z# = STR# (J(RE));Y = 2; GOSUB 5130; VTAB (RR); HTAB 16; INVERSE ; PRIN
T Z#; NORMAL
3380 VTAB 20; PRINT LE#
3390 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "AREA ";C#
3400 IF C# = "" THEN VTAB (RR); HTAB 22; INVERSE ; PRINT Q3#; NORMAL ; GOTO
3440
3410 AA(RE) = VAL (C#)
3420 Z# = STR# (AA(RE));Z = 2;Y = 7; GOSUB 4810
3430 VTAB (RR); HTAB 22; INVERSE ; PRINT Z#; NORMAL
3440 VTAB 20; PRINT LB#
3450 VTAB 20; HTAB 2; INPUT "INERCI ";C#
3460 IF C# = "" THEN VTAB (RR); HTAB 31; INVERSE ; PRINT Q4#; NORMAL ; GOTO
3500
3470 II(RE) = VAL (C#)
3480 Z# = STR# (II(RE));Z = 1;Y = 8; GOSUB 4810
3490 VTAB (RR); HTAB 31; INVERSE ; PRINT Z#; NORMAL

```

```

3500 GOTO 3180
3510 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z#
3520 FOR I = 1 TO NB
3530 L(I) = ((X(J(I)) - X(I(I))) ^ 2 + (Y(J(I)) - Y(I(I))) ^ 2) ^ .5/DS(I) =
L(I) / 15
3540 NEXT I
3550 PRINT D#;"OPEN DATOS,D2": PRINT D#;"DELETE DATOS": PRINT D#;"OPEN DATOS
D2,L12B"
3560 PRINT D#;"WRITE DATOS,RO": PRINT NB: PRINT NB
3570 FOR I = 1 TO NN: PRINT D#;"WRITE DATOS,R";I
3580 PRINT X(I): PRINT Y(I): PRINT DX(I): PRINT DY(I): PRINT DO(I)
3590 NEXT I
3600 PRINT D#;"CLOSE"
3610 PRINT D#;"OPEN BARRA,D2": PRINT D#;"DELETE BARRA": PRINT D#;"OPEN BARRA
D2,L12B"
3620 PRINT D#;"WRITE BARRA,RO": PRINT NB
3630 FOR I = 1 TO NB: PRINT D#;"WRITE BARRA,R";I
3640 PRINT I(I): PRINT J(I): PRINT AA(I): PRINT II(I): PRINT L(I): PRINT DS(
I)
3650 NEXT I
3660 PRINT D#;"CLOSE"
3670 RETURN
3680 REM VER DATOS
3690 PRINT D#;"OPEN DATOS,D2,L12B": PRINT D#;"READ DATOS,RO": INPUT NN,NB
3700 FOR I = 1 TO NN
3710 PRINT D#;"READ DATOS,R";I
3720 INPUT X(I),Y(I),DX(I),DY(I),DO(I)
3730 NEXT I
3740 PRINT D#;"CLOSE"
3750 LT# = "NUDO ABCISA ORDENADA DES.X DES.Y GIRO":LR# = "-----
-----";LS# = "BARRA INICIO TERMINO AREA INERCIA"
3760 PRINT D#;"CLOSE"
3770 PRINT D#;"OPEN BARRA,D2,L12B"
3780 FOR I = 1 TO NB
3790 PRINT D#;"READ BARRA,R";I: INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
3800 NEXT I
3810 PRINT D#;"CLOSE"
3820 HOME
3830 VTAB 1: HTAB 15: PRINT "VER DATOS"
3840 VTAB 2: HTAB 15: PRINT "-----"
3850 Z# = STR#(NN);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4810
3860 VTAB 5: HTAB 2: PRINT "NUMERO DE NUDOS ";Z#
3870 Z# = STR#(NB);Z = 1;Y = 4: GOSUB 4810
3880 VTAB 10: HTAB 2: PRINT "NUMERO DE BARRAS ";Z#
3890 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z#
3900 HOME
3910 RR = 2
3920 VTAB 1: HTAB 1: PRINT LT#: VTAB 2: HTAB 1: PRINT LR#
3930 FOR T = 1 TO NN
3940 RR = RR + 1
3950 IF T = 1 THEN 3970
3960 IF ((T - 1) / 15) = INT((T - 1) / 15) THEN VTAB 20: HTAB 2: INPUT "T
ECL EA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z#:RR = 3: HOME: VTAB 1: HTAB 1: PRINT LT#:
VTAB 2: HTAB 1: PRINT LR#
3970 Z# = STR#(T);Y = 2: GOSUB 5130: VTAB (RR): HTAB 2: INVERSE: PRINT Z#:
NORMAL
3980 Z# = STR#(X(T));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4810: VTAB (RR): HTAB 6: PRINT Z#
3990 Z# = STR#(Y(T));Z = 1;Y = 6: GOSUB 4810: VTAB (RR): HTAB 14: PRINT Z#
4000 IF DX(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 22: PRINT "NULO": GOTO 4020
4010 VTAB (RR): HTAB 22: PRINT "DESC"
4020 IF DY(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 29: PRINT "NULO": GOTO 4040
4030 VTAB (RR): HTAB 23: PRINT "DESC"
4040 IF DO(T) = "N" THEN VTAB (RR): HTAB 36: PRINT "NULO": GOTO 4060
4050 VTAB (RR): HTAB 36: PRINT "DESC"
4060 NEXT T
4070 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z#

```

```

4080 HOME
4090 VTAB 1: HTAB 1: PRINT LS: VTAB 2: HTAB 1: PRINT LR
4100 RR = 3
4110 FOR I = 1 TO NB
4120 IF I = 1 THEN 4150
4130 RR = RR + 1
4140 IF ((I - 1) / 15) = INT ((I - 1) / 15) THEN VTAB 20: HTAB 2: INPUT "T
ECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z:RR = 3: HOME : VTAB 1: HTAB 1: PRINT LS:
VTAB 2: HTAB 1: PRINT LR
4150 Z$ = STR$(Z):Y = 2: GOSUB 5130: INVERSE : VTAB (RR): HTAB 1: PRINT Z$
NORMAL
4160 Z$ = STR$(I(I)):Y = 2: GOSUB 5130: VTAB (RR): HTAB 9: PRINT Z$
4170 Z$ = STR$(J(I)):Y = 2: GOSUB 5130: VTAB (RR): HTAB 16: PRINT Z$
4180 Z$ = STR$(AA(I)):Z = 2:Y = 7: GOSUB 4810: VTAB (RR): HTAB 22: PRINT Z$
4170 Z$ = STR$(II(I)):Z = 1:Y = 8: GOSUB 4810: VTAB (RR): HTAB 31: PRINT Z$

4200 NEXT I
4210 VTAB 20: HTAB 1: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z
4220 RETURN
4230 REN IMPRESION
4240 PRINT D$:"OPEN DATOS,D2,L128"
4250 PRINT D$:"READ DATOS,R": INPUT NN,NB
4260 FOR I = 1 TO NN
4270 PRINT D$:"READ DATOS,R":I
4280 INPUT X(I),Y(I),DX(I),DY(I),DS(I)
4290 NEXT I: PRINT D$:"CLOSE"
4300 PRINT D$:"OPEN BARR.,D2,L128"
4310 FOR I = 1 TO NB
4320 PRINT D$:"READ BARRA,R":I
4330 INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
4340 NEXT I
4350 PRINT D$:"CLOSE"
4360 LT$ = " NUDO ABCISA ORDENADA DESP.X DESP.Y GIRD"
4370 LR$ = "-----"
4380 UN$ = " <CM> <CM>"
4390 PRINT D$:"PRO1"
4400 PRINT CHR$(9):"BON"
4410 Z$ = STR$(NN):Y = 2: GOSUB 5130
4420 PRINT " ": PRINT " "
4430 RR = 4: PRINT SPC(5):"NUMERO DE NUDOS ";Z$
4440 PRINT " ": PRINT " "
4450 Z$ = STR$(NB):Y = 2: GOSUB 5130
4460 RR = RR + 1: PRINT SPC(5):"NUMERO DE BARRAS ";Z$
4470 PRINT " ": PRINT " "
4480 PRINT CHR$(14): SPC(2):"N U D O S": PRINT " ": PRINT " "
4490 PRINT SPC(5):Z$: PRINT SPC(5):LT$: PRINT SPC(5):UN$: PRINT SPC(
5):LR$
4500 RR = 6
4510 FOR I = 1 TO NN
4520 GOSUB 5070
4530 Z$ = STR$(I):Y = 2: GOSUB 5130
4540 PRINT SPC(7):Z$: SPC(1)
4550 Z$ = STR$(X(I)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 4810
4560 PRINT SPC(2):Z$: SPC(4)
4570 Z$ = STR$(Y(I)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 4810: PRINT Z$: SPC(3)
4580 IF DX(I) = "N" THEN PRINT "NULO": SPC(4): GOTO 4600
4590 PRINT "DESC": SPC(4)
4600 IF DY(I) = "N" THEN PRINT "NULO": SPC(4): GOTO 4620
4610 PRINT "DESC": SPC(4)
4620 IF DS(I) = "N" THEN PRINT "NULO": GOTO 4640
4630 PRINT "DESC"
4640 NEXT I
4650 PRINT " ": PRINT " ": PRINT " ": PRINT CHR$(14): SPC(2):"B A R R A S
": PRINT " ": PRINT " "

```



```

4660 LT# = "SARRA INICIO TERMINO AREA INERCIA"
4670 LR# = "-----"
4680 UR# = "          NUDDO  NUDDO  <CM2>  <CM4>"
4690 PRINT SPC( 5);LR#: PRINT SPC( 5);LT#: PRINT SPC( 5);UR#: PRINT SPC(
5);LR#
4700 FOR I = 1 TO NG
4710 GOSUB 5100
4720 Z# = STR# (I);Y = 2; GOSUB 5130
4730 PRINT SPC( 7);Z#; SPC( 1)
4740 Z# = STR# (I(I));Y = 2; GOSUB 5130; PRINT SPC( 5);Z#; SPC( 5);
4750 Z# = STR# (J(I));Y = 2; GOSUB 5130; PRINT Z#; SPC( 1)
4760 Z# = STR# (AA(I));Z = 2;Y = 7; GOSUB 4810; PRINT Z#; SPC( 1);
4770 Z# = STR# (II(I));Z = 1;Y = 0; GOSUB 4810; PRINT Z#
4780 NEXT I
4790 PRINT D#;"PR#0"
4800 RETURN
4810 REM: PRINT USING
4820 FL = 0
4830 XX = LEN (Z#)
4840 FOR X = 1 TO XX
4850 IF MID# (Z#,X,1) = "E" THEN FL = 1;Z# = STR# ( VAL (Z#) + 1);X = XX
4860 NEXT X
4870 FOR X = 1 TO LEN (Z#)
4880 E# = MID# (Z#,X,1)
4890 IF E# = "." THEN 4940
4900 NEXT X
4910 Z# = Z# + " "
4920 FOR X = 1 TO Z;Z# = Z# + "0"; NEXT X
4930 GOTO 4990
4940 Z# = Z# + "00000"
4950 E1# = LEFT# (Z#,X)
4960 E2# = RIGHT# (Z#, LEN (Z#) - X)
4970 E3# = LEFT# (E2#,Z)
4980 Z# = E1# + E3#
4990 IF LEN (Z#) > Y THEN Z# = LEFT# (Z#,Y) + " "
5000 IF FL = 0 THEN 5050
5010 FOR X = 1 TO LEN (Z#)
5020 IF MID# (Z#,X,1) = "." THEN 5040
5030 NEXT X; GOTO 5050
5040 Z# = STR# ( VAL (E1#) - 1) + "." + E3#
5050 IF LEN (Z#) < Y THEN Z# = " " + Z#; GOTO 5050
5060 RETURN
5070 RR = RR + 1
5080 IF RR > 40 THEN PRINT CHR# (12); PRINT SPC( 5);LR#: PRINT SPC( 5);L
T#: PRINT SPC( 5);UR#: PRINT SPC( 5);LR#:RR = 5
5090 RETURN
5100 RR = RR + 1
5110 IF RR > 40 THEN PRINT CHR# (14); PRINT SPC( 5);LR#: PRINT SPC( 5);L
T#: PRINT SPC( 5);UR#: PRINT SPC( 5);LR#:RR = 4
5120 RETURN
5130 IF LEN (Z#) < Y THEN Z# = " " + Z#; GOTO 5130
5140 RETURN

```

LIST

```

10 REM #####
20 REM #####
30 REM ##### CORRESPONDENCIA #####
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####
70 REM #####
80 L18 = " ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL MARCO"
90 L28 = " BARRA TIPO"
100 LR8 = "-----"
110 G1 = CRT(14)
120 PRINT G1;"OPEN BARRA,D2,L18"
130 PRINT D0;"READ BARRA,R0": INPUT NB
140 PRINT D0;"CLOSE"
150 DIM TL$(NB)
160 HOME
170 VTAB 1: HTAB 1: PRINT L18
180 VTAB 3: HTAB 10: PRINT L28
190 VTAB 4: PRINT LR8
200 R = 4
210 FOR I = 1 TO NB
220 R = R + 1
230 IF I = 1 THEN 250
240 IF ((I - 1) / 15) = INT((I - 1) / 15) THEN 340
250 Z0 = STR$(I): Y = 2: GOSUB 570
260 VTAB (R): HTAB 14: NORMAL: PRINT Z0
270 VTAB (R): HTAB 20: GET TL$(I)
280 INVERSE
290 IF TL$(I) = "I" THEN VTAB (R): HTAB 20: PRINT "TRABE": GOTO 420
300 IF TL$(I) = "C" THEN VTAB (R): HTAB 20: PRINT "COLUMNA": GOTO 420
310 GOTO 270
320 IF I = NB THEN 430
330 VTAB 23: HTAB 2: PRINT " "
340 NORMAL: VTAB 23: HTAB 2: INPUT "NUMERO A MODIFICAR (<0=FIN) ";N
350 IF N = 0 THEN 4: HOME: VTAB 1: PRINT L18: VTAB 3: HTAB 10: PRINT L2
*: VTAB 4: PRINT LR8: GOTO 250
360 IF N > (I - 1) OR N < (I - 1) & 15 + 4
370 R = N - (INT(I / 15) - 1) & 15 + 4
380 VTAB 23: HTAB 2: PRINT " "
*: VTAB 23: H
TAB 2: PRINT "TIPO": VTAB 23: HTAB 8: GET TL$(N)
390 IF TL$(N) = "I" THEN VTAB (R): HTAB 20: INVERSE: PRINT "TRABE ": GOTO
360
400 IF TL$(N) = "C" THEN VTAB (R): HTAB 20: INVERSE: PRINT "COLUMNA": GOTO
340
410 GOTO 300
420 NORMAL: NEXT I
430 NORMAL: VTAB 23: HTAB 2: PRINT " "
*: VTAB
23: HTAB 2: INPUT "NUMERO A MODIFICAR (<0=FIN) ";N
440 IF N = 0 THEN HOME: GOTO 500
450 IF N > NB OR N < = 15 & INT(NB / 15) THEN 430
460 R = N - (INT(I / 15 + 1) - 1) & 15 + 4
470 VTAB 23: HTAB 2: PRINT " "
*: VTAB 23: HTAB
2: PRINT "TIPO": VTAB 23: HTAB 8: GET TL$(N)
480 IF TL$(N) = "I" THEN VTAB (R): HTAB 20: INVERSE: PRINT "TRABE ": GOTO
430
490 IF TL$(N) = "C" THEN VTAB (R): HTAB 20: INVERSE: PRINT "COLUMNA": GOTO
430
500 PRINT D0;"OPEN BANDERA,D2,L32"
510 FOR I = 1 TO NB
520 PRINT D0;"WRITE BANDERA,R";I
530 PRINT TL$(I)
540 NEXT I
550 PRINT D0;"CLOSE"
560 GOTO 570

```

```

570 IF LEN (Z%) < Y THEN Z% = " " + Z%: GOTO 570
580 RETURN
590 HOME
600 D% = CHR% (4)
610 PRINT D%: "OPEN BARRA,D2,L128"
620 PRINT D%: "READ BARRA,R0": INPUT ND: PRINT D%: "CLOSE"
630 DIM NR(NB),NL(NB,15)
640 PRINT D%: "OPEN BANDERA,D2,L32"
650 FOR I = 1 TO NB
660 PRINT D%: "READ BANDERA,R": I
670 INPUT TL$(I)
680 NEXT I
690 PRINT D%: "CLOSE"
700 L1% = "TRABES QUE LLEGAN AL EXTREMO":L6% = "DE LA COLUMNA"
710 L2% = "BARRA BARRA QUE LLEGA"
720 FOR I = 1 TO NB
730 IF TL$(I) = "T" THEN NR(I) = 0: GOTO 850
740 VTAB 1: HTAB 6: PRINT L1%: VTAB 23: HTAB 2: PRINT "PARA TERMINAR TECLEA
<O=FIN>"
750 VTAB 2: HTAB 14: PRINT L6%
760 VTAB 3: HTAB 7: PRINT L2%
770 VTAB 4: HTAB 5: PRINT "-----"
780 Z% = STR% (I):Y = 2: GOSUB 1000: VTAB 5: HTAB 8: PRINT Z%
790 FOR J = 1 TO 15
800 VTAB (4 + J): HTAB 24: INPUT " ";NL(I,J)
810 IF NL(I,J) = 0 THEN NR(I) = J - 1: GOTO 830
820 NEXT J
830 VTAB 23: PRINT " "; VTAB 23: HTAB 2:
INPUT "DEBEAS MODIFICAR <SI/NO> ":Z%
840 IF Z% = "SI" THEN HOME : GOTO 740
850 HOME
860 NEXT I
870 PRINT D%: "OPEN CORRESP,D2,L128"
880 PRINT D%: "WRITE CORRESP,R0"
890 FOR I = 1 TO NB
900 PRINT NR(I)
910 NEXT I
920 FOR I = 1 TO NB
930 PRINT D%: "WRITE CORRESP,R": I
940 FOR J = 1 TO 15
950 PRINT NL(I,J)
960 NEXT J
970 NEXT I
980 PRINT D%: "CLOSE"
990 PRINT D%: "RUN RIGIDEZ EN BARRAS,D1"
1000 IF LEN (Z%) < Y THEN Z% = " " + Z%: GOTO 1000
1010 RETURN

```

LIST

```

10 REM *****
20 REM *****
30 REM ***** RIGIDEZ EN BARRAS *****
40 REM *****
50 REM *****
60 REM *****
70 REM *****
80 REM PROGRAMA DE RIGIDEZ
90 HOME : VTAB 12: HTAB 2: FLASH : PRINT "OBTENCION DE RIGIDECES EN LAS BARRAS"
91
92 NORMAL
100 DS = CHR$ (4)
120 PRINT DS: "OPEN BARRA,D2,L128"
130 PRINT DS: "READ BARRA,R0": INPUT NB
140 DIM I(NB),J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB),DS(NB)
150 FOR T = 1 TO NB
160 PRINT DS: "READ BARRA,R"IT
170 INPUT I(T),J(T),AA(T),II(T),L(T),DS(T)
180 NEXT T
190 PRINT DS: "CLOSE"
200 DIM IN(NB,15),XO(NB,15),S1(NB),S2(NB),S3(NB),S4(NB),S5(NB),S6(NB),S7(NB)
    F(NB,18),DET(NB,4),K(NB,6,6),LL(NB),M(NB),KT(NB,6,3),A1(NB,15)
210 L = 2040000
220 FOR I = 1 TO NB
230 FOR J = 1 TO 15
240 A1(I,J) = AA(I)
250 IN(I,J) = II(I)
260 XO(I,J) = DS(I) * (J - .5)
270 S1(I) = S1(I) + DS(I) / (E * A1(I,J))
280 S2(I) = S2(I) + XO(I,J) ^ 2 * DS(I) / (E * IN(I,J))
290 S3(I) = S3(I) + XO(I,J) * DS(I) / (E * IN(I,J))
300 S4(I) = S4(I) + DS(I) / (E * IN(I,J))
310 S5(I) = S5(I) + XO(I,J) * (L(I) - XO(I,J)) * DS(I) / (E * IN(I,J))
320 S6(I) = S6(I) + (L(I) - XO(I,J)) * DS(I) / (E * IN(I,J))
330 S7(I) = S7(I) + (L(I) - XO(I,J)) ^ 2 * DS(I) / (E * IN(I,J))
340 NEXT J
350 F(I,1) = S1(I)
360 F(I,2) = S2(I)
370 F(I,3) = - S3(I)
380 F(I,4) = S4(I)
390 F(I,5) = - S1(I)
400 F(I,6) = S5(I)
410 F(I,7) = - S6(I)
420 F(I,8) = S3(I)
430 F(I,9) = - S4(I)
440 F(I,10) = S1(I)
450 F(I,11) = S7(I)
460 F(I,12) = S6(I)
470 F(I,13) = S4(I)
480 F(I,14) = - S1(I)
490 F(I,15) = S5(I)
500 F(I,16) = S3(I)
510 F(I,17) = - S4(I)
520 F(I,18) = - S4(I)
530 DET(I,1) = F(I,2) * F(I,4) - F(I,3) ^ 2
540 DET(I,2) = F(I,6) * F(I,9) - F(I,7) * F(I,8)
550 DET(I,3) = F(I,11) * F(I,13) - F(I,12) ^ 2
560 DET(I,4) = F(I,9) * F(I,18) - F(I,16) * F(I,17)
570 K(I,1,1) = 1 / F(I,1)
580 K(I,1,2) = 0
590 K(I,2,1) = 0
600 K(I,2,2) = F(I,4) / DET(I,1)
610 K(I,2,3) = - F(I,3) / DET(I,1)
620 K(I,3,1) = 0
630 K(I,3,2) = - F(I,5) / DET(I,1)
640 K(I,3,3) = F(I,2) / DET(I,1)
650 K(I,1,4) = 1 / F(I,5)

```

```

660 K(I,1,5) = 0
670 K(I,1,6) = 0
680 K(I,2,4) = 0
690 K(I,2,5) = F(I,9) / DET(I,2)
700 K(I,2,6) = - F(I,7) / DET(I,2)
710 K(I,3,4) = 0
720 K(I,3,5) = - F(I,8) / DET(I,2)
730 K(I,3,6) = F(I,6) / DET(I,2)
740 K(I,4,4) = 1 / F(I,10)
750 K(I,4,5) = 0
760 K(I,4,6) = 0
770 K(I,5,4) = 0
780 K(I,5,5) = F(I,13) / DET(I,3)
790 K(I,5,6) = - F(I,12) / DET(I,3)
800 K(I,6,4) = 0
810 K(I,6,5) = - F(I,12) / DET(I,3)
820 K(I,6,6) = F(I,11) / DET(I,3)
830 K(I,4,1) = 1 / F(I,14)
840 K(I,4,2) = 0
850 K(I,4,3) = 0
860 K(I,5,1) = 0
870 K(I,5,2) = F(I,18) / DET(I,4)
880 K(I,5,3) = - F(I,16) / DET(I,4)
890 K(I,6,1) = 0
900 K(I,6,2) = - F(I,17) / DET(I,4)
910 K(I,6,3) = F(I,15) / DET(I,4)
920 NEXT I
930 PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L12B"; PRINT D$;"READ DATOS,RO": INPUT NN,NN, DI
M K(NN),Y(NN),DX(NN),DY(NN),DD(NN)
940 FOR I = 1 TO NN: PRINT D$;"READ DATOS,R",I: INPUT X(I),Y(I),DX(I),DY(I)
, DO$(I): NEXT I
950 PRINT D$;"CLOSE"
960 FOR I = 1 TO NB
970 LL(I) = (X(J(I)) - X(I(I))) / L(I)
980 M(I) = (Y(J(I)) - Y(I(I))) / L(I)
990 KT(I,1,1) = LL(I) ^ 2 * K(I,1,1) + M(I) ^ 2 * K(I,2,2)
1000 KT(I,1,2) = LL(I) * M(I) * (K(I,1,1) - K(I,2,2))
1010 KT(I,1,3) = - M(I) * K(I,2,3)
1020 KT(I,2,1) = LL(I) * M(I) * (K(I,1,1) - K(I,2,2))
1030 KT(I,2,2) = M(I) ^ 2 * K(I,1,1) + LL(I) ^ 2 * K(I,2,2)
1040 KT(I,2,3) = LL(I) * K(I,2,3)
1050 KT(I,3,1) = - M(I) * K(I,3,2)
1060 KT(I,3,2) = LL(I) * K(I,3,2)
1070 KT(I,3,3) = K(I,3,3)
1080 KT(I,4,1) = LL(I) ^ 2 * K(I,1,4) + M(I) ^ 2 * K(I,2,5)
1090 KT(I,4,5) = LL(I) * M(I) * (K(I,1,4) - K(I,2,5))
1100 KT(I,4,6) = - M(I) * K(I,2,6)
1110 KT(I,2,4) = LL(I) * M(I) * (K(I,1,4) - K(I,2,5))
1120 KT(I,2,5) = M(I) ^ 2 * K(I,1,4) + LL(I) ^ 2 * K(I,2,5)
1130 KT(I,2,6) = LL(I) * K(I,2,6)
1140 KT(I,3,4) = - M(I) * K(I,3,5)
1150 KT(I,3,5) = LL(I) * K(I,3,5)
1160 KT(I,3,6) = K(I,3,6)
1170 KT(I,4,1) = LL(I) ^ 2 * K(I,4,1) + M(I) ^ 2 * K(I,5,2)
1180 KT(I,4,2) = LL(I) * M(I) * (K(I,4,1) - K(I,5,2))
1190 KT(I,4,3) = - M(I) * K(I,5,3)
1200 KT(I,5,1) = LL(I) * M(I) * (K(I,4,1) - K(I,5,2))
1210 KT(I,5,2) = M(I) ^ 2 * K(I,4,1) + LL(I) ^ 2 * K(I,5,2)
1220 KT(I,5,3) = LL(I) * K(I,5,3)
1230 KT(I,6,1) = - M(I) * K(I,6,2)
1240 KT(I,6,2) = LL(I) * K(I,6,2)
1250 KT(I,6,3) = K(I,6,3)
1260 KT(I,4,4) = LL(I) ^ 2 * K(I,4,4) + M(I) ^ 2 * K(I,5,5)
1270 KT(I,4,5) = LL(I) * M(I) * (K(I,4,4) - K(I,5,5))
1280 KT(I,4,6) = - M(I) * K(I,5,6)

```

```

1250 KT(I,5,4) = LL(I) * M(I) * (K(I,4,4) - F(I,5,5))
1260 KT(I,5,5) = M(I) ^ 2 * I(I,4,4) + LL(I) ^ 2 * K(I,5,5)
1310 KT(I,5,6) = LL(I) * F(I,5,6)
1320 KI(I,6,4) = M(I) * K(I,6,5)
1330 KI(I,6,5) = LL(I) * K(I,6,5)
1340 KI(I,6,6) = K(I,6,6)
1350 NEXT I
1360 PRINT D$;"PRMO": HOME : VTAB 12: HTAB 5: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CO
NTINUAR ";Z$
1370 PRINT D$;"OFEN DIRECTORES,D?": PRINT D$;"DELETE DIRECTORES": PRINT D$;"
OPEN DIRECTORES,D2,L256"
1380 PRINT D$;"WRITE DIRECTORES,RO": PRINT NB
1390 FOR I = 1 TO NB
1400 PRINT D$;"WRITE DIRECTORES,R";I
1410 PRINT LL(I): PRINT N(I)
1420 NEXT I
1430 PRINT D$;"CLOSE"
1440 PRINT D$;"OPEN INERCIA,D2": PRINT D$;"DELETE INERCIA": PRINT D$;"OPEN I
NERCIA,D2,L256"
1450 PRINT D$;"WRITE INERCIA,RO": PRINT NB
1460 FOR I = 1 TO NB
1470 PRINT D$;"WRITE INERCIA,R";I
1480 FOR J = 1 TO 15
1490 PRINT IN(I,.)
1500 NEXT J
1510 NEXT I
1520 PRINT D$;"CLOSE"
1530 PRINT D$;"OPEN AREA,D2": PRINT D$;"DELETE AREA": PRINT D$;"OPEN AREA,D2
,L256": PRINT D$;"WRITE AREA,RO": PRINT NB
1540 FOR I = 1 TO NB
1550 PRINT D$;"WRITE ARCA,R";I
1560 FOR J = 1 TO 15
1570 PRINT AR(I,J)
1580 NEXT J
1590 NEXT I
1600 PRINT D$;"CLOSE"
1610 PRINT D$;"OPEN MATRIZ,D2": PRINT D$;"DELETE MATRIZ": PRINT D$;"OPEN MAT
RIZ,D2,L256"
1620 PRINT D$;"WRITE MATRIZ,RO": PRINT NB
1630 FOR I = 1 TO NB
1640 FOR K = 5 TO 0 STEP - 1
1650 PRINT D$;"WRITE MATRIZ,R";(6 * I - K)
1660 FOR J = 1 TO 6
1670 PRINT KT(I,(6 - K),J)
1680 NEXT J
1690 NEXT K
1700 NEXT I
1710 PRINT D$;"CLOSE"
1720 PRINT D$;"RUN MATRIZ RIGIDEZ ESTRUCTURA,D1"

```

.LIST

```

10 REM
20 REM
30 REM
40 REM
50 REM
60 REM
70 REM
80 GOSUB 770
90 HOME : VTAB 11: HTAB 6: FLASH : PRINT "OBTENCION DE MATRIZ DE RIGIDEZ": V
TAB 13: HTAB 12: PRINT "DE LA ESTRUCTURA": NORMAL
100 FOR I = 1 TO NN
110 FOR J = 1 TO ND
120 IF I = I(J) THEN GOSUB 390: GOTO 140
130 IF I = J(J) THEN GOSUB 580
140 NEXT J
150 NEXT I
160 REM CORRECCION POR RESTRICIONES
170 FOR I = 1 TO NN
180 IF DX(I) = "N" THEN GOSUB 230
190 IF DY(I) = "N" THEN GOSUB 290
200 IF DD(I) = "N" THEN GOSUB 340
210 NEXT I
220 GOTO 1030
230 FOR J = 1 TO 3 * NN
240 IF (3 * I - 2) = J THEN KM(J,J) = 1: GOTO 270
250 KM(3 * I - 2, J) = 0
260 KM(J, 3 * I - 2) = 0
270 NEXT J
280 RETURN
290 FOR J = 1 TO 3 * NN
300 IF (3 * I - 1) = J THEN KM(J,J) = 1: GOTO 320
310 KM(3 * I - 1, J) = 0: KM(J, 3 * I - 1) = 0
320 NEXT J
330 RETURN
340 FOR J = 1 TO 3 * NN
350 IF (3 * I) = J THEN KM(J,J) = 1: GOTO 370
360 KM(3 * I, J) = 0: KM(J, 3 * I) = 0
370 NEXT J
380 RETURN
390 KM(3 * I(J) - 2, 3 * I(J) - 2) = KM(3 * I(J) - 2, 3 * I(J) - 2) + KT(J, 1, 1)
400 KM(3 * I(J) - 2, 3 * I(J) - 1) = KM(3 * I(J) - 2, 3 * I(J) - 1) + KT(J, 1, 2)
410 KM(3 * I(J) - 2, 3 * I(J)) = KM(3 * I(J) - 2, 3 * I(J)) + KT(J, 1, 3)
420 KM(3 * I(J) - 1, 3 * I(J) - 2) = KM(3 * I(J) - 1, 3 * I(J) - 2) + KT(J, 2, 1)
430 KM(3 * I(J) - 1, 3 * I(J) - 1) = KM(3 * I(J) - 1, 3 * I(J) - 1) + KT(J, 2, 2)
440 KM(3 * I(J) - 1, 3 * I(J)) = KM(3 * I(J) - 1, 3 * I(J)) + KT(J, 2, 3)
450 KM(3 * I(J), 3 * I(J) - 2) = KM(3 * I(J), 3 * I(J) - 2) + KT(J, 3, 1)
460 KM(3 * I(J), 3 * I(J) - 1) = KM(3 * I(J), 3 * I(J) - 1) + KT(J, 3, 2)
470 KM(3 * I(J), 3 * I(J)) = KM(3 * I(J), 3 * I(J)) + KT(J, 3, 3)
480 KM(3 * I(J) - 2, 3 * J(J) - 2) = KM(3 * I(J) - 2, 3 * J(J) - 2) + KT(J, 1, 4)
490 KM(3 * I(J) - 2, 3 * J(J) - 1) = KM(3 * I(J) - 2, 3 * J(J) - 1) + KT(J, 1, 5)
500 KM(3 * I(J) - 2, 3 * J(J)) = KM(3 * I(J) - 2, 3 * J(J)) + KT(J, 1, 6)
510 KM(3 * I(J) - 1, 3 * J(J) - 2) = KM(3 * I(J) - 1, 3 * J(J) - 2) + KT(J, 2, 4)
520 KM(3 * I(J) - 1, 3 * J(J) - 1) = KM(3 * I(J) - 1, 3 * J(J) - 1) + KT(J, 2, 5)
530 KM(3 * I(J) - 1, 3 * J(J)) = KM(3 * I(J) - 1, 3 * J(J)) + KT(J, 2, 6)
540 KM(3 * I(J), 3 * J(J) - 2) = KM(3 * I(J), 3 * J(J) - 2) + KT(J, 3, 4)
550 KM(3 * I(J), 3 * J(J) - 1) = KM(3 * I(J), 3 * J(J) - 1) + KT(J, 3, 5)
560 KM(3 * I(J), 3 * J(J)) = KM(3 * I(J), 3 * J(J)) + KT(J, 3, 6)

```

```

570 RETURN
580 KM(3 # J(J) - 2,3 # J(J) - 2) = KM(3 # J(J) - 2,3 # J(J) - 2) + KT(J,4,4)
590 KM(3 # J(J) - 2,3 # J(J) - 1) = KM(3 # J(J) - 2,3 # J(J) - 1) + KT(J,4,5)
600 KM(3 # J(J) - 2,3 # J(J)) = KM(3 # J(J) - 2,3 # J(J)) + KT(J,4,6)
610 KM(3 # J(J) - 1,3 # J(J) - 2) = KM(3 # J(J) - 1,3 # J(J) - 2) + KT(J,5,4)
620 KM(3 # J(J) - 1,3 # J(J) - 1) = KM(3 # J(J) - 1,3 # J(J) - 1) + KT(J,5,5)
630 KM(3 # J(J) - 1,3 # J(J)) = KM(3 # J(J) - 1,3 # J(J)) + KT(J,5,6)
640 KM(3 # J(J),3 # J(J) - 2) = KM(3 # J(J),3 # J(J) - 2) + KT(J,6,4)
650 KM(3 # J(J),3 # J(J) - 1) = KM(3 # J(J),3 # J(J) - 1) + KT(J,6,5)
660 KM(3 # J(J),3 # J(J)) = KM(3 # J(J),3 # J(J)) + KT(J,6,6)
670 KM(3 # J(J) - 2,3 # I(J) - 2) = KM(3 # J(J) - 2,3 # I(J) - 2) + KT(J,4,1)
680 KM(3 # J(J) - 2,3 # I(J) - 1) = KM(3 # J(J) - 2,3 # I(J) - 1) + KT(J,4,2)
690 KM(3 # J(J) - 2,3 # I(J)) = KM(3 # J(J) - 2,3 # I(J)) + KT(J,4,3)
700 KM(3 # J(J) - 1,3 # I(J) - 2) = KM(3 # J(J) - 1,3 # I(J) - 2) + KT(J,5,1)
710 KM(3 # J(J) - 1,3 # I(J) - 1) = KM(3 # J(J) - 1,3 # I(J) - 1) + KT(J,5,2)
720 KM(3 # J(J) - 1,3 # I(J)) = KM(3 # J(J) - 1,3 # I(J)) + KT(J,5,3)
730 KM(3 # J(J),3 # I(J) - 2) = KM(3 # J(J),3 # I(J) - 2) + KT(J,6,1)
740 KM(3 # J(J),3 # I(J) - 1) = KM(3 # J(J),3 # I(J) - 1) + KT(J,6,2)
750 KM(3 # J(J),3 # I(J)) = KM(3 # J(J),3 # I(J)) + KT(J,6,3)
760 RETURN
770 DS = CHR0 (4)
780 PRINT D0;"OPEN DATOS,D2,L128"
790 PRINT D0;"READ DATOS,R0"; INPUT NN,NB
800 DIM X(NN),Y(NB),DX(NN),DY0(NB),DS(NN),DS(NB)
810 FOR I = 1 TO NN
820 PRINT D0;"READ DATOS,R";I
830 INPUT X(I),Y(I),DX(I),DY0(I),DS(I)
840 NEXT I
850 PRINT D0;"CLOSE"
860 DIM HT(NB,6,6),KM(3 # NN,3 # NN)
870 PRINT D0;"OPEN MATRIZ,D2,L128"
880 FOR I = 1 TO NB
890 FOR K = 5 TO 0 STEP -1
900 PRINT D0;"READ MATRIZ,R";(6 # I - K)
910 FOR J = 1 TO 6
920 INPUT KT(I,(6 - K),J)
930 NEXT J
940 NEXT I
950 NEXT I
960 PRINT D0;"CLOSE"
970 PRINT D0;"OPEN BARRA,D2,L128"
980 DIM I(NB),J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB),DS(NB)
990 FOR I = 1 TO NB
1000 PRINT D0;"READ BARRA,R";I; INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I); NEXT
I
1010 PRINT D0;"CLOSE"
1020 RETURN
1030 REM
1040 PRINT D0;"PR00": HOME : VTAB 12: HTAB 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CO
NTINUAR ";IG
1050 PRINT D0;"OPEN TOTAL,I2": PRINT D0;"DELETE TOTAL": PRINT D0;"OPEN TOTAL
,D2,L32"
1060 PRINT D0;"WRITE TOTAL,R0": PRINT NN
1070 M0 = 0
1080 FOR I = 1 TO 5 # NN
1090 FOR J = 1 TO 5 # NN
1100 RR = RR + 1
1110 PRINT D0;"WRITE TOTAL,R";R0

```



```
1120 PRINT KM(I,J)
1130 NEXT J
1140 NEXT I
1150 PRINT D$;"CLOSE"
1160 PRINT D$;"RUN FUERZAS INICIAL.,D1"
```

1

LIST

```

10 REM #####
20 REM #####
30 REM ##### FUERZAS INICIAL. #####
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####
70 REM #####
80 HOME
90 VTAB 12: HTAB 10: FLASH: PRINT "PROGRAMA DE CARGAS": NORMAL
100 DS = CHR$(4)
110 GOSUB 2240
120 DIM FP(NB,15),PS(NB,15),AP(NB,15),PG(NB,15),PT(NB,15)
130 FOR I = 1 TO NB
140 NP(I) = 0: W(I) = 0
150 HOME
160 VTAB 1: HTAB 14: PRINT "BARRA"; INVERSE: PRINT I: NORMAL
170 VTAB 2: HTAB 14: PRINT "-----"
180 VTAB 5: HTAB 2: PRINT "1.-CARGA REPARTIDA"
190 IF W(I) < > 0 THEN VTAB 7: HTAB 5: FLASH: PRINT "8": NORMAL
200 VTAB 10: HTAB 2: PRINT "2.-CARGA CONCENTRADA"
210 IF NP(I) = 0 THEN STOP
220 VTAB 12: HTAB 5: FLASH: PRINT NP(I): NORMAL
230 VTAB 15: HTAB 2: PRINT "3.-S A L I R"
240 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "DAME TU OPCION "; OF
250 IF OF < > INT (OF) THEN 240
260 ON OF GOTO 280,490,790
270 GOTO 150
280 HOME: VTAB 1: HTAB 12: R1(I) = 0: R2(I) = 0: PRINT "CARGA REPARTIDA"
290 VTAB 2: HTAB 12: PRINT "-----"
300 VTAB 5: HTAB 2: INPUT "DAME EL VALOR DE LA CARGA (KG/M) "; M(I)
310 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TUUVISTE ALGUN ERROR (SI/NO) "; Z
320 IF Z = "SI" THEN 300
330 P1 = (W(I) / 100) * L(I) / 2
340 FOR J = 1 TO 15
350 XN(J) = DS * (J - 0.5)
360 M = P1 * XN(J) - (W(I) / 100) * XN(J) ^ 2 / 2
370 R1(I) = R1(I) + (M * DS(I) / (2040000 * IN(I,J))) * ((L(I) - XN(J)) / L(I))
380 R2(I) = R2(I) + (M * DS(I) / (2040000 * IN(I,J))) * XN(J) / L(I)
390 NEXT J
400 MI = - (KT(1,3,3) * R1(I) - KT(1,3,6) * R2(I))
410 MF = + ( - KT(1,6,3) * R1(I) + KT(1,6,6) * R2(I))
420 D = ABS (MI + MF) / L(I)
430 IF ABS (MI) > ABS (MF) THEN VI(I) = VI(I) - (P1 + (P1 / ABS (P1))) * D
440 VI(I) = VI(I) - (P1 - (P1 / ABS (P1))) * D: D = GOTO 430
450 VF(I) = VF(I) - (P1 + (P1 / ABS (P1))) * D: VF(I) = VF(I) - (P1 - (P1 / ABS (P1))) * D
460 NI(I) = NI(I) + MF(I) = NF(I)
470 MI(I) = MI(I) + MF(I) = MF(I) + MF
480 GOTO 150
490 HOME: VTAB 1: HTAB 10: PRINT "CARGAS CONCENTRADAS"
500 NP(I) = NP(I) + 1
510 VTAB 2: HTAB 10: PRINT "-----"
520 VTAB 4: HTAB 3: PRINT "BARRA"; I; SPC(3); "CARGA CONCENTRADA "; INVERSE: PRINT NP(I): NORMAL
530 VTAB 7: HTAB 2: INPUT "CARGA EN X (KG) "; PP(I, NP(I))
540 VTAB 13: HTAB 2: INPUT "CARGA EN Y (KG) "; PS(I, NP(I))
550 VTAB 17: HTAB 2: INPUT "POSICION (M) "; AP(I, NP(I))
560 IF NP(I) > L(I) THEN HOME: VTAB 12: HTAB 16: FLASH: PRINT "E R R O R". FOR NN = 1 TO 500: NEXT NN: HOME: NORMAL: VTAB 1: HTAB 10: PRINT "CARGAS CONCENTRADAS": GOTO 510
570 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TUUVISTE ALGUN ERROR (SI/NO) "; Z
580 IF Z = "SI" THEN 530
590 FB(I, NP(I)) = LL(I) * PP(I, NP(I)) + M(I) * PS(I, NP(I))

```

```

600 PT(I,NP(I)) = - M(I) * FP(I,NP(I)) - LL(I) * PT(I,NP(I))
610 P1 = - PT(I,NP(I)) * (L(I) - AP(I,NP(I))) / L(I); R1(I) = 0; R2(I) = 0
620 P2 = - PT(I,NP(I)) * AP(I,NP(I)) / L(I)
630 FOR J = 1 TO 15
640 XM(J) = DS(I) * (J - .5)
650 IF XM(J) > AP(I,NP(I)) THEN M = P1 + XM(J) * PT(I,NP(I)) + (XM(J) - AP(I,NP(I))) *
    NP(I)); GOTO 670
660 M = P1 * XM(J)
670 R1(I) = R1(I) + (M * DS(I) / (200000 * IN(1,J)) * (L(I) - XM(J)) / L(I))
680 R2(I) = R2(I) + (M * DS(I) / (200000 * IN(1,J)) * XM(J) / L(I))
690 NEXT J
700 MI = - (KT(1,3,3) * R1(I) - KT(1,3,6) * R2(I))
710 MF = + (- KT(1,6,3) * R1(I) + KT(1,6,6) * R2(I))
720 D = ABS(MI + MF) / L(I)
730 IF ABS(MI) > ABS(MF) THEN V1(I) = VI(I) - (P1 + (P1 / ABS(P1)) * D)
    ; VF(I) = VF(I) - (P2 - (P2 / ABS(P2)) * D); GOTO 750
740 V1(I) = VI(I) - (P1 - (P1 / ABS(P1)) * D); VF(I) = VF(I) - (P2 + (P2 /
    ABS(P2)) * D)
750 NI(I) = NI(I) + PG(I,NP(I)) * (L(I) - AP(I,NP(I))) / L(I)
760 NF(I) = NF(I) + PG(I,NP(I)) * AP(I,NP(I)) / L(I)
770 MI(I) = MI(I) + MI; MF(I) = MF(I) + MF
780 GOTO 150
790 NEXT I
800 REM PASO DE LOCAL A GLOBAL
810 DIM MA(NB), VA(NB), NA(NB), NB(NB), VB(NB), NB(NB)
820 FOR I = 1 TO NB
830 MA(I) = MI(I); NB(I) = MF(I)
840 NA(I) = LL(I) * NI(I) - M(I) * VI(I)
850 NB(I) = LL(I) * NF(I) - M(I) * VF(I)
860 VA(I) = M(I) * NI(I) + LL(I) * VI(I)
870 VB(I) = M(I) * NF(I) + LL(I) * VF(I)
880 NEXT I
890 PRINT D$;"OPEN FUEGLO,D2": PRINT D$;"DELETE FUEGLO": PRINT D$;"OPEN FUEGO
    LG,D2,L128"
900 PRINT D$;"WRITE FUEGLO,R0": PRINT NB
910 FOR I = 1 TO NB
920 PRINT D$;"WRITE FUEGLO,R": I
930 PRINT NA(I); PRINT VA(I); PRINT MA(I); PRINT NB(I); PRINT VB(I); PRINT M
    B(I)
940 NEXT I
950 PRINT D$;"CLOSE"
960 PRINT D$;"OPEN REPARTIDA,D2": PRINT D$;"DELETE REPARTIDA": PRINT D$;"OPE
    N REPARTIDA,D2,L32"
970 FOR I = 1 TO NB
980 PRINT D$;"WRITE REPARTIDA,R": I; PRINT W(I)
990 NEXT I
1000 PRINT D$;"CLOSE"
1010 REM GRADACION DE CARGAS CONCENTRADAS LOCALES
1020 PRINT D$;"OPEN CARGAS,D2": PRINT D$;"DELETE CARGAS": PRINT D$;"OPEN CAR
    GAS,D2,L256"
1030 PRINT D$;"WRITE CARGAS,R0"
1040 FOR I = 1 TO NB; PRINT NP(I); NEXT I
1050 FOR I = 1 TO NB
1060 PRINT D$;"WRITE CARGAS,R": I
1070 FOR J = 1 TO 15
1080 PRINT PT(I,J)
1090 NEXT J
1100 NEXT I
1110 PRINT D$;"CLOSE": COSUS 2080
1120 PRINT D$;"OPEN POSICION,D2": PRINT D$;"DELETE POSICION": PRINT D$;"OPEN
    POSICION,D2,L256"
1130 FOR I = 1 TO NB; PRINT D$;"WRITE POSICION,R": I
1140 FOR J = 1 TO 15; PRINT AP(I,J); NEXT J
1150 NEXT I
1160 PRINT D$;"CLOSE"
1170 FOR I = 1 TO NN

```

```

1180 DIME : VTAB 1: HTAB 10: PRINT "CARGAS EN LOS NUDOS"
1190 VZ = 2: HTAB 10: PRINT "-----"
1200 VZ = 4: HTAB 10: PRINT "NUDD "; INVERSE : P: HT 1: NORMAL
1210 VTAB 7: HTAB 2: INPUT "FUERZA -X- <KG> "; Z
1220 IF Z = "0" THEN GOTO 1230
1230 FX(I) = VAL Z
1240 VTAB 11: HTAB 2: INPUT "FUERZA -Y- <KG> "; PY(I)
1250 VTAB 15: HTAB 2: INPUT "MOMENTO <KG-CM> "; HM(I)
1260 VTAB 20: HTAB 2: INPUT "TUUVISTE ALGUN ERROR <SI/NO> "; Z0
1270 IF Z0 = "SI" THEN 1210
1280 NEXT I
1290 GOSUB 1170
1300 DIME : VTAB 12: HTAB 2: INPUT "DESEAS IMPRIMIR <SI/NO> "; Z0
1310 IF Z0 = "SI" THEN 1330
1320 GOTO 1610
1330 PRINT D0: FRM1
1340 PRINT CHR0 (9); "BON"
1350 PRINT SPC(5); CHR0 (14); "I.-CARGA REPARTIDA"
1360 PRINT SPC(15); "-----"; PRINT SPC(15); "BARRA CAR
GA REPARTIDA"; PRINT SPC(15); "-----" <KG/ID>"; PRINT SPC(15); "-----"
1370 FOR I = 1 TO NB
1380 Z0 = STR0 (I); Y = 2: GOSUB 2840
1390 PRINT SPC(16); Z0; SPC(1)
1400 Z0 = STR0 (M(I)); Z = 2; Y = 9: GOSUB 2580
1410 PRINT SPC(6); Z0
1420 NEXT I
1430 PRINT " "
1440 FOR MM = 1 TO 2000: NEXT MM
1450 FOR I = 1 TO NB
1460 IF NP(I) < 0 THEN 1490
1470 NEXT I
1480 GOTO 1650
1490 PRINT SPC(5); CHR0 (14); "II.-CARGAS CONCENTRADAS"
1500 PRINT SPC(8); "-----"; PRINT SPC(8)
1510 PRINT SPC(8); "BARRA CARGA(X) CARGA(Y) POSICION"; PRINT SPC(18); "KG" <KG>
1520 PRINT SPC(8); "-----"; PRINT SPC(8); "KG" <KG>
1530 FOR I = 1 TO NB
1540 IF NP(I) = 0 THEN 1640
1550 Z0 = STR0 (I); Y = 2: GOSUB 2840
1560 PRINT SPC(9); Z0; SPC(1)
1570 FOR J = 1 TO NP(I)
1580 IF J < > 1 THEN PRINT SPC(12);
1590 Z0 = STR0 (PP(I,J)); Z = 1; Y = 8: GOSUB 2580
1600 PRINT SPC(4); Z0; SPC(3)
1610 Z0 = STR0 (PS(I,J)); Z = 1; Y = 8: GOSUB 2580
1620 PRINT Z0; SPC(3)
1630 Z0 = STR0 (AP(I,J)); Z = 1; Y = 6: GOSUB 2580
1640 PRINT Z0
1650 NEXT J
1660 NEXT I
1670 FOR MM = 1 TO 2000: NEXT MM
1680 PRINT SPC(5); CHR0 (14); "III.-CARGAS EN LOS NUDOS"
1690 PRINT SPC(9); "-----"; PRINT SPC(9); "
MUDO CARGA(X) CARGA(Y) MOMENTO"; PRINT SPC(9); "-----" <KG> <K
G> <KG-CM>"; PRINT SPC(9); "-----"
1700 FOR I = 1 TO NB
1710 Z0 = STR0 (I); Y = 2: GOSUB 2840
1720 PRINT SPC(9); Z0; SPC(1)
1730 Z0 = STR0 (FA(I)); Z = 1; Y = 8: GOSUB 2580
1740 PRINT SPC(4); Z0; SPC(7)
1750 Z0 = STR0 (PY(I)); Z = 1; Y = 8: GOSUB 2580
1760 PRINT Z0; SPC(1)
1770 Z0 = STR0 (INT (HM(I)))
1780 IF LEN Z0 > 9 THEN Z0 = " " + Z0: GOTO 1760
1790 PRINT Z0
1800 NEXT I
1810 PRINT D0: FRM0

```

```

1000 HOME : VTAB 12: HTAB 2: INPUT "TECIEA <RETURN> PARA CONTINUAR ":Z*
1810 DIM P1(NN),P2(NN),P3(NN)
1820 FOR I = 1 TO NN
1830 FOR J = 1 TO NB
1840 IF I(J) = 1 THEN P1(I) = P1(I) + NA(J):P2(I) = P2(I) + VA(J):P3(I) = P3
(I) + MA(J):GOTO 1850
1850 IF J(J) = 1 THEN P1(I) = P1(I) + NB(J):P2(I) = P2(I) + VB(J):P3(I) = P3
(I) + MB(J)
1860 NEXT J
1870 P1(I) = P1(I) + PX(I):P2(I) = P2(I) + PY(I):P3(I) = P3(I) + MM(I)
1880 NEXT I
1890 DIM X(NN),Y(NN),DX$(NN),DY$(NN),DO$(NN): PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L12B"
1900 FOR I = 1 TO NN
1910 PRINT D$;"READ DATOS,R":I
1920 INPUT X(I),Y(I),DX$(I),DY$(I),DO$(I)
1930 NEXT I
1940 PRINT D$;"CLOSE"
1950 FOR I = 1 TO NN
1960 IF DX$(I) = "N" THEN P1(I) = 0
1970 IF DY$(I) = "N" THEN P2(I) = 0
1980 IF DO$(I) = "N" THEN P3(I) = 0
1990 NEXT I
2000 PRINT D$;"OPEN FIJACION,D2": PRINT D$;"DELETE FIJACION": PRINT D$;"OPEN
FIJACION,D2,L12B"
2010 PRINT D$;"WRITE FIJACION,R0": PRINT NN
2020 FOR I = 1 TO NN
2030 PRINT D$;"WRITE FIJACION,R":I
2040 PRINT P1(I): PRINT P2(I): PRINT P3(I)
2050 NEXT I
2060 PRINT D$;"CLOSE"
2070 PRINT D$;"RUN SOLUCION,D1"
2080 PRINT D$;"OPEN HORIZONTAL,D2": PRINT D$;"DELETE HORIZONTAL": PRINT D$;"
OPEN HORIZONTAL,D2,L256"
2090 FOR I = 1 TO NB
2100 PRINT D$;"WRITE HORIZONTAL,R":I
2110 FOR J = 1 TO 15
2120 PRINT PB(I,J)
2130 NEXT J
2140 NEXT I
2150 PRINT D$;"CLOSE"
2160 RETURN
2170 PRINT D$;"OPEN NUDDO,D2": PRINT D$;"DELETE NUDDO": PRINT D$;"OPEN NUDDO,D2
L64"
2180 FOR I = 1 TO NN
2190 PRINT D$;"WRITE NUDDO,R":I
2200 PRINT PX(I): PRINT PY(I): PRINT MM(I)
2210 NEXT I
2220 PRINT D$;"CLOSE"
2230 RETURN
2240 PRINT D$;"OPEN INERCIA,D2,L256": PRINT D$;"READ INERCIA,R0": INPUT NB
2250 DIM IN(NB,15),KT(NB,6,6),MI(NB),NI(NB),VI(NB),NF(NB),VF(NB),NF(NB),I(NB
),J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB),DS(NB),NP(NB)
2260 FOR I = 1 TO NB
2270 PRINT D$;"READ INERCIA,R":I
2280 FOR J = 1 TO 15
2290 INPUT IN(I,J)
2300 NEXT J
2310 NEXT I
2320 PRINT D$;"CLOSE"
2330 PRINT D$;"OPEN MATRIZ,D2,L12B"
2340 FOR I = 1 TO NB
2350 FOR K = 5 TO 0 STEP -1
2360 PRINT D$;"READ MATRIZ,R":(6 * I - K)
2370 FOR J = 1 TO 6
2380 INPUT KT(I,(6 - K),J)
2390 NEXT J

```

```

2400 NEXT I
2410 NEXT J
2420 PRINT D$;"CLOSE"
2430 PRINT D$;"OPEN BARRA,D2,L12B"
2440 FOR I = 1 TO NB
2450 PRINT D$;"FEAD BARRA,R";I
2460 INPUT I(1),J(1),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
2470 NEXT I
2480 PRINT D$;"CLOSE"
2490 PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L12B": PRINT D$;"READ DATOS,RO": INPUT NN,NB: P
PRINT D$;"CLOSE"
2500 PRINT D$;"OPEN DIRECTORES,D2,L12B": DIM LL(NB),M(NB),W(NB),XH(15),R1(NB
),R2(NB)
2510 FOR I = 1 TO NB
2520 PRINT D$;"READ DIRECTORES,R";I
2530 INPUT LL(I),I(1)
2540 NEXT I
2550 PRINT D$;"CLOSE"
2560 DIM MN(MN),PX(MN),PY(MN)
2570 RETURN
2580 REM FFIN: USING
2590 FL = C
2600 XX = LEN(Z$)
2610 FOR X = 1 TO XX
2620 IF MID$(Z$,X,1) = "E" THEN FL = 1:Z$ = STR$(VAL(Z$) + 1):X = XX
2630 NEXT X
2640 FOR X = 1 TO LEN(Z$)
2650 E$ = MID$(Z$,X,1)
2660 IF E$ = "." THEN 2710
2670 NEXT X
2680 Z$ = Z$ + "."
2690 FOR X = 1 TO Z:Z$ = Z$ + "0": NEXT X
2700 GOTO 2760
2710 Z$ = Z$ + "00000"
2720 E1$ = LEFT$(Z$,X)
2730 E2$ = RIGHT$(Z$,LEN(Z$) - X)
2740 E3$ = LEFT$(E2$,Z)
2750 Z$ = E1$ + E3$
2760 IF LEN(Z$) < Y THEN Z$ = LEFT$(Z$,Y) + " "
2770 IF FL = 0 THEN 2820
2780 FOR X = 1 TO LEN(Z$)
2790 IF MID$(Z$,X,1) = "." THEN 2810
2800 NEXT X: GOTO 2830
2810 Z$ = STR$(VAL(E1$) - 1) + "." + E3$
2820 IF LEN(Z$) < Y THEN Z$ = " " + Z$: GOTO 2820
2830 RETURN
2840 IF LEN(Z$) < Y THEN Z$ = " " + Z$: GOTO 2840
2850 RETURN

```

LIST

```

10 REM
20 REM
30 REM
40 REM
50 REM
60 REM
70 REM
80 DS = CHR$(4)
90 PRINT D$: "OPEN FIJACION,D2,L12B"
100 PRINT D$: "READ FIJACION,R0": INPUT NN: DIM P1(NN),P2(NN),P3(NN),PF(3 & N
N),KM(3 & NN,3 & NN)
110 FOR I = 1 TO NN
120 PRINT D$: "READ FIJACION,R"; I
130 INPUT P1(I),P2(I),P3(I)
140 NEXT I
150 FOR I = 1 TO NN
160 PF(3 & I - 2) = P1(I)
170 PF(3 & I - 1) = P2(I)
180 PF(3 & I) = P3(I)
190 NEXT I
200 PRINT D$: "CLOSE"
210 PRINT D$: "OPEN TOTAL,D2,L32"
220 RR = 0
230 FOR I = 1 TO 3 & NN
240 FOR J = 1 TO 3 & NN
250 RR = RR + 1
260 PRINT D$: "READ TOTAL,R"; RR
270 INPUT KM(I,J)
280 NEXT J
290 NEXT I
300 PRINT D$: "CLOSE"
310 HOME : VTAB 12: HTAB 7: FLASH : PRINT "OBTENCION DE DESPLAZAMIENTOS": NO
RMAL
320 XX = KM(1,1)
330 J = 1
340 IF XX < = 0 THEN 630
350 KM(1,1) = (XX) ^ .5
360 IF 3 & NN = 1 THEN 600
370 KM(1,2) = KM(1,2) / KM(1,1)
380 XX = KM(2,2) - KM(1,2) * KM(1,2)
390 J = 2
400 IF XX < = 0 THEN 630
410 KM(2,2) = (XX) ^ .5
420 IF 3 & NN = 2 THEN 600
430 REM
440 FOR J = 3 TO 3 & NN
450 KM(1,J) = KM(1,J) / KM(1,1)
460 FOR I = 2 TO J - 1
470 XX = 0
480 FOR K = 1 TO I - 1
490 XX = XX + KM(K,I) * KM(K,J)
500 NEXT K
510 KM(I,J) = (KM(I,J) - XX) / KM(I,I)
520 NEXT I
530 XX = 0
540 FOR K = 1 TO J - 1
550 XX = XX + KM(K,J) * KM(K,J)
560 NEXT K
570 XX = KM(J,J) - XX
580 IF XX < = 0 THEN 630
590 KM(J,J) = (XX) ^ .5
600 NEXT J
610 REM FINAL
620 GOTD 600
630 REM MATRIZ NO ES POSITIVA DEFINIDA

```

```

640 REM
650 PRINT "MATRIZ NO ES POSITIVA DEFINIDA"
660 REM
670 REM
680 REM
690 PF(I) = PF(I) / KM(I,I)
700 IF 3 & NN = 1 THEN 1350
710 FOR I = 2 TO 3 & NN
720 IM = I - 1
730 XX = 0
740 FOR K = 1 TO IM
750 XX = XX + KM(K,I) * PF(K)
760 NEXT K
770 PF(I) = (PF(I) - XX) / KM(I,I)
780 NEXT I
790 NP = 3 & NN + 1
800 NM = 3 & NN - 1
810 FOR M = 1 TO NM
820 I = NP - M
830 PF(I) = PF(I) / KM(I,I)
840 IM = I - 1
850 XI = PF(I)
860 FOR K = 1 TO IM
870 PF(K) = PF(K) - KM(K,I) * XI
880 NEXT K
890 NEXT M
900 PF(I) = PF(I) / KM(I,I)
910 REM
920 REM FINAL
930 PRINT D$;"OPEN DESPLAZAMIENTO,D2": PRINT D$;"DELETE DESPLAZAMIENTO": PRI
N: D$;"OPEN DESPLAZAMIENTO,D2,L32"
940 PRINT D$;"WRITE DESPLAZAMIENTO,R0": PRINT NN
950 FOR I = 1 TO 3 & NN
960 PRINT D$;"WRITE DESPLAZAMIENTO,R";I
970 PRINT PF(I)
980 NEXT I
990 PRINT D$;"CLOSE"
1000 PRINT D$;"PRO1"
1010 PRINT CHR$(9);"BON": PRINT SPC(5); CHR$(14);"DESPLAZAMIENTOS"
1020 PRINT SPC(6);"-----"; PRINT SPC(6);
"MIJID" DESP.<X> DESP.<Y> GIRD"
1030 PRINT SPC(14);"<CM>" <RAD>": PRINT SPC(6);"-----"
1040 DIM D1(NN), D2(NN), D3(NN)
1050 FOR I = 1 TO NN: D1(I) = PF(3 & I - 1): D2(I) = PF(3 & I - 1): D3(I) = PF(
3 & I): NEXT I
1060 FOR I = 1 TO NN
1070 Z$ = STR$(I)
1080 IF LEN(Z$) < 2 THEN Z$ = " " + Z$: GOTO 1080
1090 PRINT SPC(7);Z$: SPC(2);
1100 Z$ = STR$(D1(I));Z = 4;Y = 9: GOSUB 1160: PRINT Z$: SPC(2);
1110 Z$ = STR$(D2(I));Z = 4;Y = 9: GOSUB 1160: PRINT Z$: SPC(2);
1120 Z$ = STR$(D3(I));Z = 4;Y = 9: GOSUB 1160: PRINT Z$
1130 NEXT I
1140 PRINT D$;"PRMO"
1150 PRINT D$;"RUN ELEMENTOS MECANICOS,D1"
1160 REM PRINT USING
1170 FL = 0
1180 XX = LEN(Z$)
1190 FOR X = 1 TO XX
1200 IF MID$(Z$,X,1) = "E" THEN 1420
1210 NEXT X
1220 FOR X = 1 TO LEN(Z$)
1230 E$ = MID$(Z$,X,1)
1240 IF E$ = "." THEN 1290
1250 NEXT X

```



```

1260 Z$ = Z$ + "."
1270 FOR X = 1 TO Z:Z$ = Z$ + "0": NEXT X
1280 GOTO 1340
1290 Z$ = Z$ + "00000"
1300 E1$ = LEFT$(Z$,X)
1310 E2$ = RIGHT$(Z$, LEN(Z$) - X)
1320 E3$ = LEFT$(E2$,Z)
1330 Z$ = E1$ + E3$
1340 IF LEN(Z$) > Y THEN Z$ = LEFT$(Z$,Y) + " "
1350 IF FL = 0 THEN 1400
1360 FOR X = 1 TO LEN(Z$)
1370 IF MID$(Z$,X,1) = "." THEN 1390
1380 NEXT X: GOTO 1400
1390 Z$ = STR$(VAL(E1$) - 1) + "." + E3$
1400 IF LEN(Z$) < Y THEN Z$ = " " + Z$: GOTO 1400
1410 RETURN
1420 M$ = LEFT$(Z$,X - 1)
1430 M1$ = RIGHT$(Z$, LEN(Z$) - (X - 1))
1440 FOR W = 1 TO X - 1
1450 IF MID$(M$,W,1) = "." THEN 1470
1460 NEXT W
1470 Z1$ = LEFT$(M$,W)
1480 Z2$ = RIGHT$(M$, LEN(M$) - W)
1490 Z3$ = LEFT$(Z2$,2)
1500 Z4$ = Z1$ + Z3$
1510 Z4$ = Z4$ + M1$
1520 IF LEN(Z4$) < 9 THEN Z4$ = " " + Z4$: GOTO 1520
1530 Z$ = Z4$
1540 RETURN
1550 END

```

LIST

```

10 REM *****
20 REM *****
30 REM ***** ELEMENTOS MECANICOS *****
40 REM *****
50 REM *****
60 REM *****
70 REM *****
80 D1 = CHR$(4)
90 PRINT D$:"OPEN MATRIZ,D2,L12B"
100 PRINT D$:"READ MATRIZ,RO": INPUT NB: DIM KT(NB,6,6)
110 FOR I = 1 TO NB
120 FOR J = 5 TO 0 STEP -1
130 PRINT D$:"READ MATRIZ,R":(6 * I - K)
140 FOR J = 1 TO 6
150 INPUT AT(I,(6 - K),J)
160 NEXT J
170 NEXT K
180 NEXT I
190 PRINT D$:"CLOSE"
200 PRINT D$:"OPEN DESPLAZAMIENTO,D2,L32"
210 PRINT D$:"READ DESPLAZAMIENTO,RO": INPUT NN
220 DIM PFC(3 * NN), D1(NN), D2(NN), D3(NN), NA(NB), MA(NB), NB(NB), VD(NB), M
B(NB)
230 FOR I = 1 TO 3 * NN
240 PRINT D$:"READ DESPLAZAMIENTO,R":I
250 INPUT PFC(I)
260 NEXT I
270 PRINT D$:"CLOSE"
280 FOR I = 1 TO NN
290 D1(I) = PFC(3 * I - 2)
300 D2(I) = PFC(3 * I - 1)
310 D3(I) = PFC(3 * I)
320 NEXT I
330 DIM LL(NB), M(NB)
340 PRINT D$:"OPEN DIRECTORES,D2,L12B"
350 FOR I = 1 TO NB
360 PRINT D$:"READ DIRECTORES,R":I
370 INPUT LL(I),M(I)
380 NEXT I
390 PRINT D$:"CLOSE"
400 PRINT D$:"OPEN FUEGLO,D2,L12B"
410 FOR I = 1 TO NB
420 PRINT D$:"READ FUEGLO,R":I
430 INPUT NA(I),VA(I),MA(I),NB(I),VD(I),MB(I)
440 NEXT I
450 PRINT D$:"CLOSE"
460 DIM I1(NB), I2(NB), I3(NB), J1(NB), J2(NB), J3(NB), I(NB), J(NB), AA(NB), II(NB),
L(NB), DS(NB)
470 PRINT D$:"OPEN BARRA,D2,L12B"
480 FOR I = 1 TO NB
490 PRINT D$:"READ BARRA,R":I
500 INPUT I1(I),J1(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
510 NEXT I
520 PRINT D$:"CLOSE"
530 FOR I = 1 TO NB
540 I1(I) = KT(I,1,1) * D1(I) + KT(I,1,2) * D2(I) + KT(I,1,3) * D3(I)
I + KT(I,1,4) * D1(J) + KT(I,1,5) * D2(J) + KT(I,1,6) * D3(J)
550 I2(I) = KT(I,2,1) * D1(I) + KT(I,2,2) * D2(I) + KT(I,2,3) * D3(I)
I + KT(I,2,4) * D1(J) + KT(I,2,5) * D2(J) + KT(I,2,6) * D3(J)
560 I3(I) = KT(I,3,1) * D1(I) + KT(I,3,2) * D2(I) + KT(I,3,3) * D3(I)
I + KT(I,3,4) * D1(J) + KT(I,3,5) * D2(J) + KT(I,3,6) * D3(J)
570 J1(I) = KT(I,4,1) * D1(I) + KT(I,4,2) * D2(I) + KT(I,4,3) * D3(I)
I + KT(I,4,4) * D1(J) + KT(I,4,5) * D2(J) + KT(I,4,6) * D3(J)
580 J2(I) = KT(I,5,1) * D1(I) + KT(I,5,2) * D2(I) + KT(I,5,3) * D3(I)
I + KT(I,5,4) * D1(J) + KT(I,5,5) * D2(J) + KT(I,5,6) * D3(J)

```

```

590 J3(I) = KT(I,6,1) * D1(I(I)) + JT(I,6,2) * D2(I(I)) + KT(I,6,3) * D3(I(I))
+ KT(I,6,4) * D1(J(I)) + FT(I,6,5) * D2(J(I)) + KT(I,6,6) * D3(J(I))
600 NEXT I
610 FOR I = 1 TO NB
620 I1(I) = NA(I) - I1(I)
630 I2(I) = VA(I) - I2(I)
640 I3(I) = MA(I) - I3(I)
650 J1(I) = NB(I) - J1(I)
660 J2(I) = VB(I) - J2(I)
670 J3(I) = MB(I) - J3(I)
680 NEXT I
690 REM REACCIONES
700 PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L128": DIM X(NN),Y(NN),DX$(NN),DY$(NN),DO$(NN)
710 FOR I = 1 TO NN
720 PRINT D$;"READ DATOS,R":
730 INPUT X(I),Y(I),DX$(I),DY$(I),DO$(I)
740 NEXT I
750 PRINT D$;"CLOSE"
760 PRINT D$;"PRR1": PRINT CHR$(9);"BON"
770 PRINT SPC(5); CHR$(14);"REACCIONES"
780 LR$ = "-----"; PRINT SPC(7);LR$: PRIN
T SPC(7);"MUDD FUERZAX<> FUERZAY<> MOMENTO"
790 PRINT SPC(16);"<KG> <KG> <KG-CH>"
800 PRINT SPC(7);LR$:RR = 4
810 FOR I = 1 TO NN
820 IF DX$(I) = "N" OR DY$(I) = "N" OR DO$(I) = "N" THEN B40
830 GOTO 950
840 REM
850 RX = 0;RY = 0;RR = 0
860 Z$ = STR$(I);Y = 2: GOSUB 1570: PRINT SPC(8);Z$; SPC(1);
870 FOR J = 1 TO NB
880 IF I(J) = I THEN RX = RX - I1(J);RY = RY - I2(J);RR = RR - I3(J): GOTO 9
00
890 IF J(J) = I THEN RX = RX - J1(J);RY = RY - J2(J);RR = RR - J3(J)
900 NEXT J
910 Z$ = STR$(RX);Z = 1;Y = 10: GOSUB 1300: PRINT SPC(2);Z$: SPC(2);
920 Z$ = STR$(RY);Z = 1;Y = 10: GOSUB 1300: PRINT Z$; SPC(1);
930 Z$ = STR$(INT(RR));Y = 10: GOSUB 1570: PRINT Z$
940 RR = RR + 1
950 NEXT I
960 DIM A1(NB),A2(NB),B1(NB),B2(NB)
970 FOR I = 1 TO NB
980 A1(I) = LL(I) * I1(I) + M(I) * I2(I)
990 A2(I) = -M(I) * I1(I) + LL(I) * I2(I)
1000 B1(I) = LL(I) * J1(I) + M(I) * J2(I)
1010 B2(I) = -M(I) * J1(I) + LL(I) * J2(I)
1020 NEXT I
1030 FOR NW = 1 TO 1000: NEXT NW
1040 PRINT SPC(4); CHR$(14);"ELEMENTOS MECANICOS"
1050 LR$ = "-----"; PRINT SPC(5);LR$: P
RINT SPC(5);"BARRA MUDD NORMAL CORTANTE MOMENTO"
1060 PRINT SPC(20);"<KG> <KG> <KG-CH>"
1070 PRINT SPC(5);LR$
1080 FOR I = 1 TO NB
1090 GOSUB 1570
1100 Z$ = STR$(I);Y = 2: GOSUB 1570
1110 PRINT SPC(7);Z$; SPC(1);
1120 Z$ = STR$(I1(I));Y = 2: GOSUB 1570: PRINT SPC(31);Z$: SPC(1);
1130 Z$ = STR$(-A1(I));Z = 1;Y = 9: GOSUB 1300: PRINT Z$; SPC(1);
1140 Z$ = STR$(-A2(I));Z = 1;Y = 9: GOSUB 1300: PRINT Z$; SPC(1);
1150 Z$ = STR$(INT(I3(I)));Y = 10: GOSUB 1570: PRINT Z$
1160 Z$ = STR$(J1(I));Y = 2: GOSUB 1570: PRINT SPC(13);Z$: SPC(1);
1170 Z$ = STR$(-B1(I));Z = 1;Y = 9: GOSUB 1300: PRINT Z$; SPC(1);
1180 Z$ = STR$(B2(I));Z = 1;Y = 9: GOSUB 1300: PRINT Z$; SPC(1);
1190 Z$ = STR$(INT(J3(I)));Y = 10: GOSUB 1570: PRINT Z$
1200 NEXT I

```

```

121. PRINT D$;"PR80"
122. PRINT D$;"OPEN MECANICOS,D2": PRINT D$;"DELETE MECANICOS": PRINT D$;"OP
EN MECANICOS,D2,L128"
1230 PRINT D$;"WRITE MECANICOS,R0": PRINT NB
1240 FOR I = 1 TO NB
1250 PRINT D$;"WRITE MECANICOS,R";I
1260 PRINT A1(I): PRINT A2(I): PRINT I3(I): PRINT B1(I): PRINT D2(I): PRINT
J3(I)
1270 NEXT I
1280 PRINT D$;"CLOSE"
1290 PRINT D$;"RUN ANALISIS-REVISION,D1"
1300 REM PRINT USING
1310 IF ABS ( VAL ( Z$ ) ) < 0.1 THEN Z$ = "0"
1320 L = 0
1330 XX = LEN ( Z$ )
1340 FOR X = 1 TO XX
1350 IF MID$ ( Z$,X,1 ) = "E" THEN FL = 1:Z$ = STR$ ( VAL ( Z$ ) + 1 ):X = XX
1360 NEXT X
1370 FOR X = 1 TO LEN ( Z$ )
1380 E$ = MID$ ( Z$,X,1 )
1390 IF E$ = "." THEN 1440
1400 NEXT X
1410 Z$ = Z$ + "."
1420 FOR X = 1 TO Z:Z$ = Z$ + "0": NEXT X
1430 GOTO 1490
1440 Z$ = Z$ + "00000"
1450 E1$ = LEFT$ ( Z$,X )
1460 E2$ = RIGHT$ ( Z$, LEN ( Z$ ) - X )
1470 E3$ = LEFT$ ( E2$,Z )
1480 Z$ = E1$ + E3$
1490 IF LEN ( Z$ ) > Y THEN Z$ = LEFT$ ( Z$,Y ) + " "
1500 IF FL = 0 THEN 1550
1510 FOR X = 1 TO LEN ( Z$ )
1520 IF MID$ ( Z$,X,1 ) = "." THEN 1540
1530 NEXT X: GOTO 1550
1540 Z$ = STR$ ( VAL ( E1$ ) - 1 ) + "." + E3$
1550 IF LEN ( Z$ ) < Y THEN Z$ = " " & Z$: GOTO 1550
1560 RETURN
1570 IF LEN ( Z$ ) < Y THEN Z$ = " " & Z$: GOTO 1570
1580 RETURN
1590 RR = RR + 1
1600 IF RR < 40 THEN RETURN
1610 PRINT SPC( 7 ); CIRC( 14 ); "ELEMENTOS MECANICOS"
1620 LRS = "-----"
PRINT SPC( 5 ); LRS; P
PRINT SPC( 5 ); "BARRA NUJO NORMAL CONSTANTE MOMENTO"
1630 PRINT SPC( 80 ); "<KB>" <KB> "KG-CM"
1640 PRINT SPC( 5 ); LRS

```



```

430 FOR K = 1 TO NP(I)
440 IF XD(J) > AP(I,K) THEN MD = MD + PT(I,K) * (XD(J) - AP(I,K))
450 NEXT K
460 MM(I,J) = MM + MD
470 VV = A2(I) - 0.01 * W(I) * XD(J)
480 IF NP(I) = 0 THEN VD = 0: GOTO 730
490 VD = 0
700 FOR K = 1 TO NF(I)
710 IF XD(J) > AP(I,K) THEN VD = VD + PT(I,K)
720 NEXT K
730 VV(I,J) = VV + VD
740 NEXT J
750 REM CALCULO DE MOMENTOS CENTRO DE CADA CARGA
760 IF NP(I) = 0 THEN 950
770 FOR K = 1 TO NP(I)
780 ML = I3(I) + A2(I) * AP(I,K) - 0.01 * W(I) * AP(I,K) ^ 2 / 2
790 IF K = 1 THEN MP(I,1) = ML: GOTO 850
800 MT = 0
810 FOR T = 1 TO (K - 1)
820 MT = MT + PT(I,T) * (AP(I,K) - AP(I,T))
830 NEXT T
840 MP(I,K) = ML + MT
850 NEXT K
860 FOR K = 1 TO NP(I)
870 VL = A2(I) - 0.01 * W(I) * AP(I,K)
880 IF K = 1 THEN VP(I,1) = VL: GOTO 940
890 VT = 0
900 FOR T = 1 TO (K - 1)
910 VT = VT + PT(I,T)
920 NEXT T
930 VP(I,K) = VL + VT
940 NEXT K
950 NEXT I
960 FOR I = 1 TO NB
970 FOR J = 1 TO 15
980 XD(J) = DS(I) * (J - 0.5)
990 NT = A1(I)
1000 IF NP(I) = 0 THEN ND = 0: GOTO 1050
1010 ND = 0
1020 FOR K = 1 TO NP(I)
1030 IF XD(J) > AP(I,K) THEN ND = ND + PG(I,K)
1040 NEXT K
1050 NW(I,J) = NT * ND
1060 NEXT J
1070 IF NP(I) = 0 THEN 1170
1080 FOR K = 1 TO NP(I)
1090 NL = A1(I)
1100 IF K = 1 THEN NW(I,1) = NL: GOTO 1160
1110 NT = 0
1120 FOR T = 1 TO (K - 1)
1130 NT = NT + PG(I,T)
1140 NEXT T
1150 NW(I,K) = NL + NT
1160 NEXT K
1170 NEXT I
1180 FOR I = 1 TO NB
1190 IF A1(I) = 0 THEN T$(I) = "COMPRESION": GOTO 1210
1200 T$(I) = "TENSION"
1210 NEXT I
1220 HOME
1230 L17 = "ELEMENTOS MECANICOS"
1240 L24 = "DOV. POSICION MOMENTO CORTANTE"
1250 L39 = "CARGA POSICION MOMENTO CORTANTE"
1260 L49 = "EN LAS CARGAS CONCENTRADAS"
1270 L54 = "CARGA POSICION MOMENTO CORTANTE"
1280 L55 = "-----"

```

```

1290 FOR I = 1 TO NB
1300 PRINT SPC(15);"BARRA "; INVERSE : PRINT I: NORMAL
1310 PRINT " ": PRINT SPC(10);L10; PRINT " "
1320 PRINT L2%
1330 PRINT SPC( 8);L3%
1340 PRINT LR%
1350 FOR J = 1 TO 15
1360 Z% = STR% (J);Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC( 1); INVERSE : PRINT Z%;
NORMAL : PRINT SPC( 4)
1370 Z% = STR% (DS(I) * (J - 0.5));Z = 1;Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%; SPC( 3)
)
1380 Z% = STR% ( INT (MM(I,J)));Y = 10: GOSUB 5860: PRINT 7%; SPC( 4);
1390 Z% = STR% (VV(I,J));Z = 1;Y = 7: GOSUB 2620: PRINT Z%
1400 NEXT J
1410 REM
1420 VTAB 24; HTAB 2: INVERSE : INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z%:
NORMAL : HOME
1430 IF NP(I) = 0 THEN 1830
1440 PRINT SPC( 8);"BARRA "; INVERSE : PRINT I: NORMAL
1450 PRINT SPC(10);L10; PRINT SPC( 7);L40; PRINT " ": PRINT L50; PRINT S
PC( 8);L30; PRINT LR%
1460 FOR J = 1 TO NP(I)
1470 Z% = STR% (J);Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC( 1); INVERSE : PRINT Z%;
NORMAL : PRINT SPC( 4);
1480 Z% = STR% (AP(I,J));Z = 1;Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%; SPC( 3);
1490 Z% = STR% ( INT (NP(I,J)));Y = 10: GOSUB 5860: PRINT Z%; SPC( 4);
1500 Z% = STR% (VP(I,J));Z = 1;Y = 7: GOSUB 2620: PRINT Z%
1510 NEXT J
1520 VTAB 24; HTAB 2: INVERSE : INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z%:
NORMAL : HOME
1530 NEXT I
1540 HOME : VTAB 12; HTAB 2: INPUT "DESEAS IMPRIMIR <SI/NO> ";Z%
1550 IF Z% = "NO" THEN 1890
1560 PRINT D%;"PR#1": PRINT CHR% (9);"BON"
1570 REM
1580 FOR I = 1 TO NB
1590 PRINT CHR% (14); SPC(16);"BARRA ";;
1600 PRINT " ": PRINT SPC(30);L10; PRINT " "
1610 PRINT SPC(15);L2%; " NORMAL"
1620 PRINT SPC(23);L3%; " <KG>"
1630 PRINT SPC(15);LR%;"-----"
1640 FOR J = 1 TO 15
1650 Z% = STR% (J);Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC(16);Z%; SPC( 4);
1660 Z% = STR% (DS(I) * (J - 0.5));Z = 1;Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%; SPC( 3)
)
1670 Z% = STR% ( INT (MM(I,J)));Y = 10: GOSUB 5860: PRINT Z%; SPC( 4);
1680 Z% = STR% (VV(I,J));Z = 1;Y = 7: GOSUB 2620: PRINT Z%; SPC( 4);
1690 Z% = STR% (NN(I,J));Z = 1;Y = 7: GOSUB 2620: PRINT Z%
1700 NEXT J
1710 PRINT " "
1720 FOR WW = 1 TO 1000: NEXT WW
1730 IF NP(I) = 0 THEN 1880
1740 PRINT CHR% (14); SPC(16);"BARRA ";;
1750 PRINT SPC(30);L10; PRINT SPC(27);L4%; PRINT " "
1760 PRINT SPC(15);L5%; " NORMAL"
1770 PRINT SPC(23);L3%; " <KG>"
1780 PRINT SPC(15);LR%;"-----"
1790 FOR J = 1 TO NP(I)
1800 Z% = STR% (J);Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC(16);Z%; SPC( 4);
1810 Z% = STR% (AP(I,J));Z = 1;Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%; SPC( 3);
1820 Z% = STR% ( INT (NP(I,J)));Y = 10: GOSUB 5860: PRINT Z%; SPC( 4);
1830 Z% = STR% (VP(I,J));Z = 1;Y = 7: GOSUB 2620: PRINT Z%; SPC( 4);
1840 Z% = STR% (NW(I,J));Z = 1;Y = 7: GOSUB 2620: PRINT Z%
1850 NEXT J
1860 REM
1870 FOR WW = 1 TO 4000: NEXT WW
1880 NEXT I

```

```

1870 PRINT D$;"OPEN BANDERA,D2,L32": PRINT D$;"READ BANDERA,R0": INPUT BA$:
PRINT D$;"CLOSE"
1700 IF BA$ = "ABIERTO" THEN 2890
1910 FOR MW = 1 TO 4000: NEXT MW
1920 PRINT D$;"FRW1": PRINT CHR$(9);"BON"
1930 DIM HW(NB,15),HP(NB,15),TW(NB,15),TP(NB,15),TF(NB,15),T2(NB,15),BF(NB,1
5),BP(NB,15),HI(NB,2),TI(NB,2),TA(NB,2),BI(NB,2)
1940 L6$ = "DUV. HW TW B TF"
1950 L7$ = " <MM> <MM> <MM> <MM>"
1960 L8$ = "GEOMETRIA DE LA SECCION TRANSVERSAL"
1970 L9$ = "CARGA HW TW B TF"
1980 L0$ = "BARRA NUDD HW TW B TF"
1990 L0$ = " <MM> <MM> <MM> <MM>"
2000 REM
2010 PRINT CHR$(14); SPC(5);"FREDISGO": PRINT " ": PRINT SPC(17);L0$:
PRINT SPC(16);L0$: PRINT SPC(16);L0$: PRINT SPC(15);L0$
2020 FOR I = 1 TO NB
2030 Z0 = STR$(I);Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC(18);Z0: SPC(3);
2040 Z0 = STR$(I(I));Y = 2: GOSUB 5860: PRINT Z0: SPC(1);
2050 HI(I,1) = .4265 * (ABS(I3(I))) ^ (1 / 3)
2060 TI = ABS(A2(I)) / (1012 * HI(I,1))
2070 TB = HI(I,1) / 106
2080 IF TI > TB THEN TI(I,1) = TI: GOTO 2100
2090 TI(I,1) = TB
2100 TA(I,1) = (ABS(I3(I)) / (29505 * HI(I,1))) ^ 0.5
2110 BI(I,1) = 21.6 * TA(I,1)
2120 Z0 = STR$(HI(I,1) * 80);Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(1);Z0
= STR$(TI(I,1) * 80);Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(1);
2130 Z0 = STR$(BI(I,1) * 80);Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(2);Z0
= STR$(TA(I,1) * 80);Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0
2140 Z0 = STR$(J(I));Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC(23);Z0: SPC(1);
2150 HI(I,2) = .4265 * (ABS(J3(I))) ^ (1 / 3): TI = ABS(B2(I)) / (1012 *
HI(I,2));TB = HI(I,2) / 106
2160 IF TI > TB THEN TI(I,2) = TI: GOTO 2180
2170 TI(I,2) = TB
2180 TA(I,2) = (ABS(J3(I)) / (29505 * HI(I,2))) ^ 0.50:BI(I,2) = 21.6 * TA(
I,2)
2190 Z0 = STR$(HI(I,2) * 80);Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(1);Z0
= STR$(TI(I,2) * 80);Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(1);Z0 = STR
$(BI(I,2) * 80);Z = 3:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(2);
2200 Z0 = STR$(TA(I,2) * 80);Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0
2210 NEXT I
2220 FOR MW = 1 TO 4000: NEXT MW
2230 FOR I = 1 TO NB
2240 PRINT SPC(13); CHR$(14);"BARRA " ; I
2250 PRINT " ": PRINT SPC(17);L0$: PRINT " ": PRINT SPC(17);L0$: PRINT
SPC(17);L7$: PRINT SPC(15);L0$
2260 FOR J = 1 TO 15
2270 HW(I,J) = 0.4265 * (ABS(HM(I,J))) ^ (1 / 3)
2280 TA = ABS(VV(I,J)) / (1012 * HW(I,J))
2290 TB = HW(I,J) / 106
2300 IF TA > TB THEN TW(I,J) = TA: GOTO 2320
2310 TW(I,J) = TB
2320 TF(I,J) = (ABS(HM(I,J)) / (29505 * HW(I,J))) ^ 0.5
2330 BF(I,J) = 21.6 * TF(I,J)
2340 Z0 = STR$(J);Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC(18);Z0: SPC(2);
2350 Z0 = STR$(HW(I,J) * 80);Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(2);
2360 Z0 = STR$(TW(I,J) * 80);Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(2);
2370 Z0 = STR$(BF(I,J) * 80);Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0: SPC(2);
2380 Z0 = STR$(TF(I,J) * 80);Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z0
2390 NEXT J
2400 IF NP(I) = 0 THEN 2580
2410 FOR MW = 1 TO 4000: NEXT MW
2420 PRINT " ": PRINT " ": PRINT " ": PRINT SPC(10); CHR$(14);"BARRA " ; I:
PRINT " "
2430 PRINT SPC(17);L0$: PRINT SPC(22);L0$: PRINT " ": PRINT SPC(17);L0$

```



```

%: PRINT SPC( 17);L7%: PRINT SPC( 15);LR%
2440 FOR J = 1 TO NP(I)
2450 HP(I,J) = 0.4265 * ( ABS (NP(I,J))) ^ ( 1 / 3)
2460 TA = ABS (VP(I,J)) / (1012 * HP(I,J))
2470 TB = HP(I,J) / 106
2480 IF TA > TB THEN TP(I,J) = TA: GOTO 2500
2490 TP(I,J) = TB
2500 T2(I,J) = ( ABS (HP(I,J)) / (29505 * HP(I,J))) ^ .50
2510 BP(I,J) = 21.6 * T2(I,J)
2520 Z% = STR% (J):Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC( 18);Z%: SPC( 2):
2530 Z% = STR% (HP(I,J) * B0):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%: SPC( 2):
2540 Z% = STR% (TP(I,J) * B0):Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%: SPC( 2):
2550 Z% = STR% (BP(I,J) * B0):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%: SPC( 2):
2560 Z% = STR% (T2(I,J) * B0):Z = 2:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z%
2570 NEXT J
2580 FOR WW = 1 TO 4000: NEXT WW
2590 PRINT " "; PRINT " "; PRINT " "
2600 NEXT I
2610 PRINT D%:"PR00": PRINT D%:"RUN SALUDO,D1"
2620 REM PRINT USING
2630 IF ABS ( VAL (Z%) < 0.001 THEN Z% = "0"
2640 FL = 0
2650 XX = LEN (Z%)
2660 FOR X = 1 TO XX
2670 IF MID% (Z%,X,1) = "E" THEN FL = 1:Z% = STR% ( VAL (Z%) + 1):X = XX
2680 NEXT X
2690 FOR X = 1 TO LEN (Z%)
2700 E% = MID% (Z%,X,1)
2710 IF E% = "." THEN 2760
2720 NEXT X
2730 Z% = Z% + "."
2740 FOR X = 1 TO Z:Z% = Z% + "0": NEXT X
2750 GOTO 2810
2760 Z% = Z% + "00000"
2770 E1% = LEFT% (Z%,X)
2780 E2% = RIGHT% (Z%, LEN (Z%) - X)
2790 E3% = LEFT% (E2%,Z)
2800 Z% = E1% + E3%
2810 IF LEN (Z%) > Y THEN Z% = LEFT% (Z%,Y) + " "
2820 IF FL = 0 THEN 2870
2830 FOR X = 1 TO LEN (Z%)
2840 IF MID% (Z%,X,1) = "." THEN 2860
2850 NEXT X: GOTO 2870
2860 Z% = STR% ( VAL (E1%) - 1) + "." + E3%
2870 IF LEN (Z%) < Y THEN Z% = " " + Z%: GOTO 2870
2880 RETURN
2890 L2% = "REVISION SECCION TRANSVERSAL."
2900 L% = "BOVILA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE"
2910 LY% = "CARGA POSICION CARGA AXIAL CORTANTE"
2920 L% = " Y FLEXION"
2930 LL% = " <CM>"
2940 LR% = "-----"
2950 DIM AI(NB,15),SR(NB,15),RX(NB,15),RY(NB,15),AL(NB,15),AZ(NB,15),BU(NB,1
5),AK(NB,15),RU(NB,15),RS(NB,15)
2960 PRINT D%:"OPEN AREA,D2,L256"
2970 FOR I = 1 TO NB
2980 PRINT D%:"READ AREA,R":I
2990 FOR J = 1 TO 15
3000 INPUT AI(I,J)
3010 NEXT J
3020 NEXT I: PRINT D%:"CLOSE"
3030 PRINT D%:"OPEN SECCIONX,D2,L256"
3040 FOR I = 1 TO NB
3050 PRINT D%:"READ SECCIONX,R":I
3060 FOR J = 1 TO 15
3070 INPUT SR(I,J)
3080 NEXT J

```

```

3090 NEXT I
3100 PRINT D$;"CLOSE"
3110 PRINT D$;"OPEN RADIOX,D2,L256"
3120 FOR I = 1 TO NB
3130 PRINT D$;"READ RADIOX,R";I
3140 FOR J = 1 TO 15
3150 INPUT RX(I,J)
3160 NEXT J
3170 NEXT I
3180 PRINT D$;"CLOSE"
3190 PRINT D$;"OPEN RADIOY,D2,L256"
3200 FOR I = 1 TO NB
3210 PRINT D$;"READ RADIOY,R";I
3220 FOR J = 1 TO 15
3230 INPUT RY(I,J)
3240 NEXT J
3250 NEXT I
3260 PRINT D$;"CLOSE"
3270 PRINT D$;"OPEN ALMA,D2,L256"
3280 FOR I = 1 TO NB
3290 PRINT D$;"READ ALMA,R";I
3300 FOR J = 1 TO 15
3310 INPUT AL(I,J)
3320 NEXT J
3330 NEXT I
3340 PRINT D$;"CLOSE"
3350 PRINT D$;"OPEN AREAP,D2,L256"
3360 FOR I = 1 TO NB
3370 PRINT D$;"READ AREAP,R";I
3380 FOR J = 1 TO 15
3390 INPUT AK(I,J)
3400 NEXT J
3410 NEXT I
3420 PRINT D$;"CLOSE"
3430 PRINT D$;"OPEN SECCIONP,D2,L256"
3440 FOR I = 1 TO NB
3450 PRINT D$;"READ SECCIONP,R";I
3460 FOR J = 1 TO 15
3470 INPUT SU(I,J)
3480 NEXT J
3490 NEXT I
3500 PRINT D$;"CLOSE"
3510 PRINT D$;"OPEN RADIOXP,D2,L256"
3520 FOR I = 1 TO NB
3530 PRINT D$;"READ RADIOXP,R";I
3540 FOR J = 1 TO 15
3550 INPUT RX(I,J)
3560 NEXT J
3570 NEXT I
3580 PRINT D$;"CLOSE"
3590 PRINT D$;"OPEN RADIOYP,D2,L256"
3600 FOR I = 1 TO NB
3610 PRINT D$;"READ RADIOYP,R";I
3620 FOR J = 1 TO 15
3630 INPUT RY(I,J)
3640 NEXT J
3650 NEXT I
3660 PRINT D$;"CLOSE"
3670 PRINT D$;"OPEN ALMAP,D2,L256"
3680 FOR I = 1 TO NB
3690 PRINT D$;"READ ALMAP,R";I
3700 FOR J = 1 TO 15
3710 INPUT AZ(I,J)
3720 NEXT J
3730 NEXT I
3740 PRINT D$;"CLOSE"
3750 PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L128"

```

```

3760 PRINT D$;"READ DATOS,R": INPUT NN,NB
3770 DIM X(NN),Y(NN),DX$(NN),DY$(NN),DO$(NN),F(NB)
3780 FOR I = 1 TO NB
3790 PRINT D$;"READ DATOS,R";I
3800 INPUT X(I),Y(I),DX$(I),DY$(I),DO$(I)
3810 NEXT I
3820 PRINT D$;"CLOSE"
3830 FOR I = 1 TO NB
3840 K$ = DX$(I(I)) + DY$(I(I)) + DO$(I(I)) + DX$(J(I)) + DY$(J(I)) + DO$(J(I))
3850 IF K$ = "00000" THEN K(I) = .5: GOTO 3950
3860 IF K$ = "00000" THEN K(I) = .5: GOTO 3950
3870 IF K$ = "00000" THEN K(I) = .5: GOTO 3950
3880 IF K$ = "00000" THEN K(I) = .7: GOTO 3950
3890 IF K$ = "00000" THEN K(I) = .7: GOTO 3950
3900 IF K$ = "00000" THEN K(I) = 1: GOTO 3950
3910 IF K$ = "00000" THEN K(I) = 1: GOTO 3950
3920 IF K$ = "00000" THEN K(I) = 1: GOTO 3950
3930 IF K$ = "00000" THEN K(I) = 1: GOTO 3950
3940 K(I) = 1
3950 NEXT I
3960 DIM ES(NB,15),CS(NB,15),EF(NB,15),CP(NB,15)
3970 PRINT D$;"OPEN BANDERA,D2,L32": DIM TL$(NB),CO$(NB,15),LM(NB,15),CC$(NB,15)
3980 LL = 115
3990 FOR I = 1 TO NB
4000 PRINT D$;"READ BANDERA,R";I
4010 INPUT TL$(I)
4020 NEXT I
4030 PRINT D$;"CLOSE"
4040 PRINT D$;"PROG"
4050 DIM EP(NB),EI(NB),EA(NB),BB(NB)
4060 PRINT D$;"OPEN GEOMETRIA,D2,L64"
4070 FOR I = 1 TO NB
4080 PRINT D$;"READ GEOMETRIA,R";I
4090 INPUT EP(I),EI(I),EA(I),BB(I)
4100 NEXT I
4110 PRINT D$;"CLOSE"
4120 DIM IN(NB,15),IW(NB)
4130 PRINT D$;"OPEN INERCIA,D2,L256"
4140 FOR I = 1 TO NB
4150 PRINT D$;"READ INERCIA,R";I
4160 FOR J = 1 TO 15
4170 INPUT IN(I,J)
4180 NEXT J
4190 NEXT I
4200 PRINT D$;"CLOSE"
4210 FOR I = 1 TO NB
4220 FOR J = 1 TO 15
4230 IW(I) = IW(I) + IN(I,J)
4240 NEXT J
4250 IW(I) = IW(I) / 15
4260 NEXT I
4270 DIM NR(NB),NL(NB,15)
4280 PRINT D$;"OPEN CORRESP,D2,L128"
4290 PRINT D$;"READ CORRESP,R"
4300 FOR I = 1 TO NB
4310 INPUT NR(I)
4320 NEXT I
4330 FOR I = 1 TO NB
4340 PRINT D$;"READ CORRESP,R";I
4350 FOR J = 1 TO 15
4360 INPUT NL(I,J)
4370 NEXT J
4380 NEXT I
4390 PRINT D$;"CLOSE"

```

```

4400 FOR I = 1 TO NE
4410 IF TL$(I) = "T" THEN GOSUB 5120: GOTD 4430
4420 IF TL$(I) = "C" THEN GOSUB 5890
4430 NEXT I
4440 PRINT D$;"PRNO": HOME
4450 FOR I = 1 TO NB: HOME
4460 VTAB 1: HTAB 6: PRINT LZ$
4470 VTAB 2: HTAB 15: PRINT "BARRA ": INVERSE : VTAB 2: HTAB 21: PRINT I: NO
RHAL
4480 VTAB 3: HTAB 3: PRINT LW$
4490 VTAB 4: HTAB 3: PRINT LQ$
4500 VTAB 5: PRINT LR$
4510 LC$ = "SECCION NO COMPACTA"
4520 FOR J = 1 TO 15
4530 IF CS$(I,J) = "N" THEN INVERSE : VTAB (5 + J): HTAB 4: PRINT LC$: NORM
AL : GOTD 4580
4540 Z$ = STR$(J):Y = 2: GOSUB 5860: INVERSE : VTAB (5 + J): HTAB 4: PRINT
Z$: NORMAL
4550 Z$ = STR$(DS(I) * (J - .5)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: VTAB (5 + J): HTA
B 11: PRINT Z$: SPC(5)
4560 Z$ = STR$(EB(I,J)):Z = 3:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z$: SPC(5)
4570 Z$ = STR$(CS(I,J)):Z = 3:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z$
4580 NEXT J
4590 VTAB 23: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z$
4600 IF NP(I) = 0 THEN 4750
4610 HOME
4620 VTAB 1: HTAB 6: PRINT LZ$
4630 VTAB 2: HTAB 9: PRINT "EN CARGAS CONCENTRADAS"
4640 VTAB 3: HTAB 15: PRINT "BARRA ": INVERSE : VTAB 3: HTAB 21: PRINT I: NO
RHAL
4650 VTAB 4: HTAB 3: PRINT LY$
4660 VTAB 5: HTAB 3: PRINT LQ$
4670 VTAB 6: PRINT LR$
4680 FOR J = 1 TO NP(I)
4690 Z$ = STR$(J):Y = 2: GOSUB 5860: VTAB (6 + J): HTAB 4: INVERSE : PRINT
Z$: NORMAL
4700 Z$ = STR$(AP(I,J)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: VTAB (6 + J): HTAB 11: PRI
NT Z$: SPC(5)
4710 Z$ = STR$(EF(I,J)):Z = 3:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z$: SPC(5)
4720 Z$ = STR$(CP(I,J)):Z = 3:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z$
4730 NEXT J
4740 VTAB 23: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CONTINUAR ";Z$
4750 NEXT I
4760 HOME : VTAB 12: HTAB 5: INPUT "DESEAS IMPRIMIR <SI/NO> ";Z$
4770 IF Z$ = "N" THEN PRINT D$;"RUN SALUDO,01"
4780 PRINT D$;"PRNO"
4790 PRINT CHR$(9);"BON"
4800 FOR MM = 1 TO 4000: NEXT MM
4810 FOR I = 1 TO NB
4820 FOR MM = 1 TO 4000: NEXT MM
4830 PRINT CHR$(14): SPC(17);"BARRA ";I
4840 PRINT SPC(26);LZ$
4850 PRINT SPC(23);LW$
4860 PRINT SPC(23);LQ$
4870 PRINT SPC(23);LR$
4880 PRINT SPC(20);LR$
4890 FOR J = 1 TO 15
4900 Z$ = STR$(J):Y = 2: GOSUB 5860: PRINT SPC(24);Z$: SPC(5)
4910 Z$ = STR$(DS(I) * (J - 0.5)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z$: SPC(3)
)
4920 Z$ = STR$(ES(I,J)):Z = 3:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z$: SPC(4)
4930 Z$ = STR$(CS(I,J)):Z = 3:Y = 6: GOSUB 2620: PRINT Z$
4940 NEXT J
4950 FOR W = 1 TO 1000: NEXT W
4960 IF NP(I) = 0 THEN 5100
4970 PRINT "TR$ (I): SPC(17);"BARRA ";I

```

```

4900 PRINT SPC( 25);L2$
4950 PRINT SPC( 23);LY$
5000 PRINT SPC( 23);L0$
5010 PRINT SPC( 23);LU$
5020 PRINT SPC( 23);LR$
5030 FOR J = 1 TO NP(I)
5040 Z$ = STR$ (J);Y = 2; GOSUB 5860; PRINT SPC( 24);Z$; SPC( 5);
5050 Z$ = STR$ (AP(I,J));Z = 1;Y = 6; GOSUB 2620; PRINT Z$; SPC( 3);
5060 Z$ = STR$ (EP(I,J));Z = 3;Y = 6; GOSUB 2620; PRINT Z$; SPC( 4);
5070 Z$ = STR$ (CP(I,J));Z = 3;Y = 6; GOSUB 2620; PRINT Z$
5080 NEXT J
5090 FOR WM = 1 TO 4000; NEXT WM
5100 NEXT I
5110 PRINT D$;"PR0": PRINT D$;"RUN SALUDO,01"
5120 FOR J = 1 TO 15
5130 IF MM(I,J) > 0 THEN TT = EP(I); GOTO 5150
5140 TT = EI(I)
5150 IF BB(I) / (2 * TT) < 10.8 THEN C1$ = "B"; GOTO 5170
5160 C1$ = "N"
5170 F1 = ABS (NN(I,J)) / AI(I,J) / 2530
5180 IF F1 > 0.16 THEN 5210
5190 IF (AL(I,J) / EA(I)) / EA(I) < = (5366 * (1 - 3.74 * F1) / 50.3) THEN
C2$ = "S"; GOTO 5230
5200 C2$ = "N"; GOTO 5230
5210 IF (AL(I,J) / EA(I)) / EA(I) < = 42.8 THEN C2$ = "S"; GOTO 5230
5220 C2$ = "N"
5230 IF C1$ = "B" AND C2$ = "S" THEN C0$(I,J) = "B"; GOTO 5250
5240 C0$(I,J) = "N"; GOTO 5850
5250 LM(I,J) = RY(I,J) * L(I) / RX(I,J)
5260 IF LM(I,J) < LL THEN KL = L(I) / RY(I,J); GOTO 5280
5270 KL = L(I) / RX(I,J)
5280 IF KL > 126 OR KL = 126 THEN FA = (10504692 / KL ^ 2); GOTO 5300
5290 IF KL < 126 THEN FA = ((1 - KL ^ 2 / 31752) * 2530) / (5 / 3 + 3 * KL /
(8 * 126) - KL ^ 3 / (8 * 126 ^ 3))
5300 IF NN(I,J) < 0 THEN ES(I,J) = (ABS (NN(I,J)) / AI(I,J) + ABS (MM(I,J)
) / SR(I,J)) / 1518; GOTO 5460
5310 F1 = ABS (NN(I,J)) / AI(I,J)
5320 FM = F1 / FA
5330 FE = 10504692 / (KL ^ 2)
5340 CM = 0.85 * ABS (MM(I,J)) / SR(I,J)
5350 CT = 1 - F1 / FE
5360 IF MM(I,J) < 0 THEN AA = BB(I) * EI(I); GOTO 5380
5370 AA = BB(I) * EP(I)
5380 IF ABS (IS(I)) < ABS (JS(I)) THEN RM = IS(I) / JS(I); GOTO 5400
5390 RM = JS(I) / IS(I)
5400 CB = 1.75 + 1.05 * RM + .30 * RM ^ 2
5410 IF CB > 2.3 THEN CB = 2.3
5420 FB = 843700 * CB / (L(I) * (AL(I,J) / EA(I))) / AA
5430 FB = 1518
5440 IF FM < = 0.15 THEN ES(I,J) = (FM + ABS (MM(I,J)) / SR(I,J) / FB); GO
TO 5460
5450 ES(I,J) = (FM + CM / CT / FB)
5460 CS(I,J) = ABS (VV(I,J)) / AL(I,J) / 1012
5470 NEXT J
5480 IF NP(I) = 0 THEN 5850
5490 FOR J = 1 TO NP(I)
5500 IF MP(I,J) > 0 THEN TT = EP(I); GOTO 5520
5510 TT = EI(I)
5520 IF BB(I) / (2 * TT) < 10.8 THEN C1$ = "B"; GOTO 5540
5530 C1$ = "N"
5540 F1 = ABS (NN(I,J)) / AI(I,J) / 2530
5550 IF F1 > 0.16 THEN 5580
5560 IF (AZ(I,J) / EA(I) / EA(I)) < = (5366 * (1 - 3.74 * F1) / 50.3) THEN
C2$ = "S"; GOTO 5600
5570 C2$ = "N"; GOTO 5600
5580 IF (AZ(I,J) / EA(I) / EA(I)) < = 42.8 THEN C2$ = "S"; GOTO 5600

```



```

6220 IF KK > = 50 AND KK < 100 THEN KL = 4.50: GOTO 6250
6230 IF KK > 100 THEN KL = 4.50: GOTO 6250
6240 IF KK > = 30 AND KK < 50 THEN KL = 4.00: GOTO 6250
6250 FOR J = 1 TO 15
6260 IF MM(I,J) > 0 THEN TT = EP(I): GOTO 6280
6270 TT = EI(I)
6280 IF BB(I) / (2 * TT) < 10.8 THEN C1# = "S": GOTO 6300
6290 C1# = "N"
6300 F1 = ABS (MM(I,J)) / AI(I,J) / 2530
6310 IF F1 > 0.16 THEN GOTO 6340
6320 IF (AL(I,J) / EA(I) / EA(I)) < = (5366 * (1 - 3.74 * F1) / 50.3) THEN
C2# = "B": GOTO 6360
6330 C2# = "N": GOTO 6360
6340 IF (AL(I,J) / EA(I) / EA(I)) < = 42.8 THEN C2# = "S": GOTO 6360
6350 C2# = "N"
6360 IF C1# = "S" AND C2# = "S" THEN CC#(I,J) = "S": GOTO 6380
6370 CC#(I,J) = "N": GOTO 7000
6380 KN = KL * L(I) / RX(I,J)
6390 KM = L(I) / RY(I,J)
6400 IF KN > KM THEN KR = KN: GOTO 6420
6410 KR = KM
6420 IF KR > 126 OR KR = 126 THEN FA = (10504692 / KR ^ 2): GOTO 6440
6430 IF KR < 126 THEN FA = ((1 - KR ^ 2 / 31752) * 2530) / (5 / 3 + 3 * KR /
(B * 126) - KR ^ 3 / (B * 126 ^ 3))
6440 IF NN(I,J) < 0 THEN ES(I,J) = (ABS (NN(I,J)) / AI(I,J) + ABS (MM(I,J)
) / SR(I,J)) / 1518: GOTO 6480
6450 F1 = ABS (NN(I,J)) / AI(I,J)
6460 FW = F1 / FA
6470 FE = 10504692 / KR ^ 2
6480 CM = 0.85 * ABS (MM(I,J)) / SR(I,J)
6490 CT = 1 - F1 / FE
6500 IF NN(I,J) < 0 THEN AA = BB(I) * EI(I): GOTO 6520
6510 AA = BB(I) * EP(I)
6520 IF ABS (I3(I)) < ABS (J3(I)) THEN RM = I3(I) / J3(I): GOTO 6540
6530 RM = J3(I) / I3(I)
6540 CB = 1.75 + 1.05 * RM + 0.3 * RM ^ 2
6550 IF CB > 2.3 THEN CB = 2.3
6560 FB = 843700 * CB / (L(I) * (AL(I,J) / EA(I)) / AA)
6570 IF FB > 1518 THEN FB = 1518
6580 IF FW < = 0.15 THEN ES(I,J) = (FW + ABS (MM(I,J)) / SR(I,J) / FB): GO
TO 6600
6590 EB(I,J) = (FW + CM / CT / FB)
6600 CB(I,J) = ABS (VV(I,J)) / DL(I,J) / 1012
6610 NEXT J
6620 IF NP(I) = 0 THEN 7000
6630 FOR J = 1 TO NP(I)
6640 IF MP(I,J) > 0 THEN TT = EP(I): GOTO 6660
6650 TT = EI(I)
6660 IF BB(I) / (2 * TT) < 10.8 THEN C1# = "S": GOTO 6680
6670 C1# = "N"
6680 F1 = ABS (NW(I,J)) / AK(I,J) / 2530
6690 IF F1 > 0.16 THEN 6720
6700 IF (AZ(I,J) / EA(I) / EA(I)) < = (5366 * (1 - 3.74 * F1) / 50.3) THEN
C2# = "B": GOTO 6740
6710 C2# = "N": GOTO 6740
6720 IF (AZ(I,J) / EA(I) / EA(I)) < = 42.8 THEN C2# = "S": GOTO 6740
6730 C2# = "N"
6740 IF C1# = "S" AND C2# = "S" THEN CC#(I,J) = "S": GOTO 6760
6750 CC#(I,J) = "N": GOTO 7000
6760 KN = KL * L(I) / RU(I,J)
6770 KM = L(I) / RV(I,J)
6780 IF KN > KM THEN KR = KN: GOTO 6800
6790 KR = KM
6800 IF KR > 126 OR KR = 126 THEN FA = (10504692 / KR ^ 2): GOTO 6820
6810 IF KR < 126 THEN FA = ((1 - KR ^ 2 / 31752) * 2530) / (5 / 3 + 3 * KR /
(B * 126) - KR ^ 3 / (B * 126 ^ 3))

```

```

6820 IF NW(I,J) < 0 THEN EF(I,J) = ( ABS (NW(I,J)) / AK(I,J) + ABS (MP(I,J)
) / SU(I,J)) / 1518; GOTO 6980
6830 F1 = Abs (NW(I,J)) / AK(I,J)
6840 FW = F1 / FA
6850 FE = 10504692 / KR ^ 2
6860 CM = 0.85 * ABS (MF(I,J)) / SU(I,J)
6870 CT = 1 - F1 / FE
6880 IF MP(I,J) < 0 THEN AA = BD(I) + EI(I); GOTO 6900
6890 AA = BD(I) * EP(I)
6900 IF ABS (I3(I)) * ABS (J3(I)) THEN RM = .13(I) / J3(I); GOTO 6920
6910 RM = J3(I) / I3(I)
6920 CB = 1.75 + 1.05 * RM + .3 * RM ^ 2
6930 IF CB > 2.3 THEN CB = 2.3
6940 FB = 843700 * CB / (L(I) * AZ(I,J) / EA(I)) / AA
6950 IF FB > 1518 THEN FB = 1518
6960 IF FW < = 0.15 THEN EF(I,J) = (FW + ABS (MP(I,J)) / SU(I,J) / FB); GO
TO 6980
6970 EF(I,J) = (FW + CM / CT / FB)
6980 CP(I,J) = ABS (VP(I,J)) / AZ(I,J) / 1012
6990 NEXT J
7000 RETURN

```

1

LIST

```

10 REM #####
20 REM #####
30 REM ##### SECCION TRANSVERSAL #####
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####
70 REM #####
80 HOME
90 HGR
100 HCOLOR= 6
110 GOSUB 450
120 HCOLOR= 3
130 HPLOT 115,30 TO 165,30
140 FOR I = 40 TO 46
150 HPLOT 120,I TO 160,I
160 NEXT I
170 HPLOT 175,40 TO 185,40: HPLOT 175,46 TO 185,46
180 FOR I = 46 TO 114
190 HPLOT 137,I TO 143,I
200 NEXT I
210 FOR I = 114 TO 120
220 HPLOT 120,I TO 160,I
230 NEXT I
240 HPLOT 175,114 TO 185,114
250 HPLOT 175,120 TO 185,120
260 HPLOT 132,130 TO 148,130
270 HPLOT 120,35 TO 120,25: HPLOT 160,25 TO 160,35
280 HPLOT 137,125 TO 137,135: HPLOT 143,125 TO 143,135
290 HPLOT 180,35 TO 180,125
300 HPLOT 138,22 TO 141,22: HPLOT 139,23 TO 139,28: HPLOT 138,28 TO 141,28:
HPLOT 140,25 TO 141,25: HPLOT 142,27 TO 142,26: HPLOT 142,24 TO 142,23
310 HPLOT 190,77 TO 190,83: HPLOT 194,77 TO 194,83: HPLOT 197,77 TO 197,83:
HPLOT 201,77 TO 201,83: HPLOT 190,80 TO 194,80: HPLOT 197,83 TO 199,81 TO 201
83: HPLOT 199,80
320 HPLOT 134,140 TO 138,140: HPLOT 136,140 TO 136,146: HPLOT 141,140 TO 141
146: HPLOT 145,140 TO 145,146: HPLOT 141,146 TO 143,144 TO 145,146: HPLOT 14
3,143
330 HPLOT 190,40 TO 194,40: HPLOT 197,40 TO 201,40: HPLOT 209,40 TO 212,40:
HPLOT 197,43 TO 200,43: HPLOT 209,43 TO 211,43: HPLOT 208,46 TO 211,46: HPLOT
192,40 TO 192,46: HPLOT 197,40 TO 197,46: HPLOT 208,41 TO 208,42: HPLOT 212,
44 TO 212,45
340 HPLOT 206,40 TO 203,43 TO 206,46: HPLOT 214,40 TO 217,43 TO 214,46
350 HPLOT 190,114 TO 194,114: HPLOT 197,114 TO 201,114: HPLOT 208,114 TO 212
114: HPLOT 197,117 TO 200,117: HPLOT 208,120 TO 212,120: HPLOT 192,114 TO 19
2,120: HPLOT 197,114 TO 197,120: HPLOT 210,114 TO 210,120
360 HPLOT 206,114 TO 203,117 TO 206,120: HPLOT 214,114 TO 217,117 TO 214,120

370 HOME
380 VTAB 22: INVERSE : PRINT "B": NORMAL : PRINT "=BASE": INVERSE : PRINT
"HW": NORMAL : PRINT "=PERALTE ALMA": INVERSE : PRINT "TW": NORMAL : PRI
NT "=ESPESOR ALMA"
390 VTAB 23: HTAB 6: INVERSE : PRINT "F<S>": NORMAL : PRINT "=ESPESOR PATI
N SUPERIOR"
400 VTAB 24: HTAB 6: INVERSE : PRINT "F<I>": NORMAL : PRINT "=ESPESOR PATI
N INFERIOR"
410 FOR I = 1 TO 10000: NEXT I
420 TEXT : CALL - 936
430 D$ = CHR$(4): PRINT D$;"RUN PROPIEDADES.D1"
440 HGR
450 HPLOT 21,1 TO 30,1: HPLOT 34,1 TO 43,1: HPLOT 47,1 TO 56,1: HPLOT 60,1 T
O 69,1: HPLOT 73,1 TO 82,1: HPLOT 86,1 TO 95,1: HPLOT 99,1 TO 101,1: HPLOT 10
7,1 TO 108,1: HPLOT 129,1 TO 138,1: HPLOT 142,1 TO 151,1
460 HPLOT 159,1 TO 161,1: HPLOT 168,1 TO 170,1: HPLOT 176,1 TO 177,1 TO 177,
1: HPLOT 181,1 TO 190,1: HPLOT 194,1 TO 195,1: HPLOT 202,1 TO 203,1: HPLOT 20
7,1 TO 216,1: HPLOT 220,1 TO 229,1: HPLOT 233,1 TO 242,1

```

470 HPL0T 249,1 TO 251,1: HPL0T 259,1 TO 260,1
 480 HPL0T 21,2 TO 22,2: HPL0T 34,2 TO 43,2: HPL0T 47,2 TO 56,2: HPL0T 60,2 T
 O 69,2: HPL0T 73,2 TO 82,2: HPL0T 86,2 TO 95,2: HPL0T 99,2 TO 99,10: HPL0T 10
 0,2 TO 100,10: HPL0T 101,1 TO 107,9: HPL0T 101,3 TO 106,10: HPL0T 107,10 TO 1
 07,2
 490 HPL0T 108,10 TO 108,2
 500 HPL0T 168,2 TO 168,10: HPL0T 169,2 TO 169,10: HPL0T 170,1 TO 175,8: HPL0
 T 170,2 TO 175,10: HPL0T 176,10 TO 176,2: HPL0T 177,10 TO 177,2
 510 HPL0T 129,2 TO 138,2: HPL0T 142,2 TO 151,2
 520 HPL0T 21,3 TO 21,6 TO 29,6 TO 29,10 TO 21,10: HPL0T 22,3 TO 22,5 TO 30,5
 TO 30,9 TO 21,9: HPL0T 30,10
 530 HPL0T 34,3 TO 34,10 TO 40,10 TO 43,9 TO 35,9 TO 35,3: HPL0T 36,5 TO 38,5
 TO 38,6 TO 36,6
 540 HPL0T 47,3 TO 47,10 TO 56,10 TO 56,9 TO 43,9 TO 48,3
 550 HPL0T 49,1 TO 49,1
 560 HPL0T 60,10 TO 69,10 TO 69,9 TO 61,9 TO 61,3
 570 HPL0T 62,10 TO 69,1
 580 HPL0T 77,1 TO 77,10 TO 73,10 TO 82,10 TO 82,9 TO 73,9: HPL0T 78,8 TO 78,
 2
 590 HPL0T 86,3 TO 86,10 TO 95,10 TO 95,3 TO 94,3 TO 94,9 TO 87,9 TO 87,3
 600 HPL0T 133,3 TO 133,10 TO 131,10 TO 131,3
 610 HPL0T 142,3 TO 142,10 TO 143,10 TO 143,3: HPL0T 144,5 TO 150,5 TO 150,3
 TO 151,3 TO 151,5 TO 144,6: HPL0T 148,7 TO 150,10 TO 151,10 TO 149,7
 620 HPL0T 148,7
 630 HPL0T 147,7
 640 HPL0T 181,7 TO 181,6 TO 189,6 TO 189,9 TO 191,9 TO 181,10 TO 190,10 TO 1
 90,5 TO 182,7 TO 182,3
 650 HPL0T 181,2 TO 190,2
 660 HPL0T 169,3
 670 HPL0T 194,1 TO 198,10 TO 200,10 TO 204,1 TO 203,1 TO 199,9 TO 197,1
 680 HPL0T 207,3 TO 207,10 TO 216,10 TO 216,9 TO 208,9 TO 208,3: HPL0T 209,5
 TO 211,5 TO 211,6 TO 209,6
 690 HPL0T 207,2 TO 216,2
 700 HPL0T 210,2 TO 220,10 TO 221,10 TO 221,9 TO 229,2 TO 229,6 TO 222,6 TO 2
 24,5 TO 228,5 TO 220,2: HPL0T 229,10 TO 226,9: HPL0T 228,10 TO 225,6
 710 HPL0T 242,2 TO 243,2 TO 241,6 TO 241,9 TO 233,9 TO 233,10 TO 24
 1,3 TO 242,5 TO 234,5 TO 231,2
 720 HPL0T 246,1 TO 255,1 TO 255,10 TO 254,10 TO 254,1 TO 246,1 TO 246,10 TO
 247,10 TO 247,1: HPL0T 247,7 TO 255,7: HPL0T 247,3 TO 255,8
 730 HPL0T 246,2 TO 255,2
 740 HPL0T 259,1 TO 259,10 TO 268,10 TO 268,9 TO 260,9 TO 260,1
 750 HPL0T 155,10 TO 155,1 TO 164,1 TO 164,10 TO 163,10 TO 163,2 TO 155,2 TO
 155,10: HPL0T 159,7 TO 162,7 TO 162,8 TO 156,8
 760 HPL0T 156,10 TO 156,1
 770 RETURN

LIST

```

10 REM #####
20 REM #####
30 REM ##### PROPIEDADES #####
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####
70 REM #####
80 GOSUB 1970
90 GOSUB 2330
100 FOR I = 1 TO NB
110 IF NC(I) = 0 THEN 130
120 GOTO 180
130 FOR J = 1 TO 15
140 XV(J) = DS(I) * (J - .5)
150 HT(I,J) = PU(I) + (L(I) - XV(J)) * (PI(I) - PU(I)) / L(I)
160 NEXT J
170 GOTO 290
180 REM
190 J = 0
200 FOR K = 1 TO (NC(I) + 1)
210 IF K = 1 THEN HI = PI(I); HF = PV(I,K); LW = LV(I,K); LZ = LW; LR = 0; GOTO
240
220 IF K = (NC(I) + 1) THEN HF = PU(I); HI = PV(I,K - 1); LW = L(I) - LV(I,K -
1); LZ = L(I); LR = LV(I,K - 1); GOTO 240
230 HI = PV(I,K - 1); HF = PV(I,K); LW = LV(I,K) - LV(I,K - 1); LZ = LV(I,K); LR
= LV(I,K - 1)
240 J = J + 1; XV(J) = DS(I) * (J - 0.5)
250 IF XV(J) > LZ THEN J = J - 1; GOTO 280
260 HT(I,J) = HF + (LW - (XV(J) - LR)) * (HI - HF) / LW
270 GOTO 240
280 NEXT K
290 NEXT I
300 DIM AI(NB,15), IN(NB,15), YI(NB,15), Y2(NB,15), IY(NB,15), SA(NB,15), SY(NB,15)
,RY(NB,15),RX(NB,15),SB(NB,15),SR(NB,15)
310 HOME : INVERSE : VTAB 1: HTAB 8: PRINT "CALCULO DE PROPIEDADES": VTAB 1
3: HTAB 1: PRINT "GEOMETRICAS DE LA SECCION TRANSVERSAL"
320 NORMAL
330 FOR I = 1 TO NB
340 FOR J = 1 TO 15
350 AI(I,J) = BB(I) * EP(I) + DB(I) * EI(I) + HT(I,J) * EA(I)
360 AY = .5 * BB(I) * EI(I) ^ 2 + BB(I) * EP(I) * EI(I) + DB(I) * EP(I) * HT
(I,J) + .5 * BB(I) * EP(I) ^ 2 + HT(I,J) * EA(I) * EI(I) + .5 * HT(I,J) ^ 2 *
EA(I)
370 YI(I,J) = AY / AI(I,J)
380 Y2(I,J) = HT(I,J) + EP(I) + EI(I) - YI(I,J)
390 IN(I,J) = EA(I) * (YI(I,J) - EI(I)) ^ 3 / 3 + EA(I) * (Y2(I,J) - EP(I)) ^
3 / 3 + BB(I) * EI(I) ^ 3 / 12 + BB(I) * EI(I) * (YI(I,J) - 0.5 * EI(I)) ^ 2
+ BB(I) * EP(I) ^ 3 / 12 + BB(I) * EP(I) * (Y2(I,J) - 0.5 * EP(I)) ^ 2
400 SA(I,J) = IN(I,J) / YI(I,J); SB(I,J) = IN(I,J) / Y2(I,J)
410 IF SA(I,J) > SB(I,J) THEN SR(I,J) = SB(I,J); GOTO 430
420 SB(I,J) = SA(I,J)
430 RX(I,J) = (IN(I,J) / AI(I,J)) ^ .5
440 IY(I,J) = HT(I,J) * EA(I) ^ 3 / 12 + EI(I) * BB(I) ^ 3 / 12 + EP(I) * BB
(I) ^ 3 / 12
450 SY(I,J) = IY(I,J) / (0.5 * BB(I))
460 RY(I,J) = (IY(I,J) / AI(I,J)) ^ .5
470 NEXT J
480 NEXT I
490 PRINT D$;"OPEN AREA,D2": PRINT D$;"DELETE AREA": PRINT D$;"OPEN AREA,D2",
L256"
500 FOR I = 1 TO NB
510 PRINT D$;"WRITE AREA,R": I
520 FOR J = 1 TO 15
530 PRINT AI(I,J)
540 NEXT J

```

```

550 NEXT I
560 PRINT D$;"WRITE AREA,RO": PRINT NO: PRINT D$;"CLOSE"
570 PRINT D$;"OPEN INERCIA,D2": PRINT D$;"DELETE INERCIA": PRINT D$;"OPEN IN
ERCIA,D2,L256"
580 PRINT D$;"WRITE INERCIA,RO": PRINT NB
590 FOR I = 1 TO NB
600 PRINT D$;"WRITE INERCIA,R";I
610 FOR J = 1 TO 15
620 PRINT IN(I,J)
630 NEXT J
640 NEXT I
650 PRINT D$;"CLOSE"
660 PRINT D$;"OPEN SECCIONX,D2": PRINT D$;"DELETE SECCIONX": PRINT D$;"OPEN
SECCIONX,D2,L256"
670 FOR I = 1 TO NB
680 PRINT D$;"WRITE SECCIONX,R";I
690 FOR J = 1 TO 15
700 PRINT SR(I,J)
710 NEXT J
720 NEXT I
730 PRINT D$;"CLOSE"
740 PRINT D$;"OPEN RADIOX,D2": PRINT D$;"DELETE RADIOX": PRINT D$;"OPEN RADI
OX,D2,L256"
750 FOR I = 1 TO NB
760 PRINT D$;"WRITE RADIOX,R";I
770 FOR J = 1 TO 15
780 PRINT RX(I,J)
790 NEXT J
800 NEXT I
810 PRINT D$;"CLOSE"
820 PRINT D$;"OPEN RADIOY,D2": PRINT D$;"DELETE RADIOY": PRINT D$;"OPEN RADI
OY,D2,L256"
830 FOR I = 1 TO NB
840 PRINT D$;"WRITE RADIOY,R";I
850 FOR J = 1 TO 15
860 PRINT RY(I,J)
870 NEXT J
880 NEXT I
890 PRINT D$;"CLOSE"
900 DIM AL(NB,15)
910 FOR I = 1 TO NB
920 FOR J = 1 TO 15:AL(I,J) = INT(I,J) * EA(I): NEXT J
930 NEXT I
940 PRINT D$;"OPEN ALMA,D2": PRINT D$;"DELETE ALMA": PRINT D$;"OPEN ALMA,D2,
L256"
950 FOR I = 1 TO NB: PRINT D$;"WRITE ALMA,R";I
960 FOR J = 1 TO 15: PRINT AL(I,J): NEXT J
970 NEXT I
980 PRINT D$;"CLOSE"
990 PRINT D$;"OPEN BANDERA,D2,I 32"
1000 BAO = "ABIENTE"
1010 PRINT L$;"WRITE BANDERA,RO": PRINT BAO: PRINT D$;"CLOSE"
1020 DIM NP(NB),AP(NB,15)
1030 PRINT D$;"OPEN CARGAS,D2,L256"
1040 PRINT D$;"READ CARGAS,RO"
1050 FOR I = 1 TO NB
1060 INPUT NP(I)
1070 NEXT I
1080 PRINT D$;"CLOSE"
1090 PRINT D$;"OPEN POSICION,D2,L256"
1100 FOR I = 1 TO NB: PRINT D$;"READ POSICION,R";I
1110 FOR J = 1 TO 15: INPUT AP(I,J): NEXT J
1120 NEXT I: PRINT D$;"CLOSE"
1130 DIM H(NB,15)
1140 FOR I = 1 TO NB
1150 IF H(I) = 0 THEN 1130
1160 IF NC(I) = 0 THEN 1100

```

```

1170 J = 0
1180 FOR K = J TO (NC(I) + 1)
1190 IF K = 1 THEN HI = PI(I); HF = PV(I,K); LW = LV(I,K); LZ = LW; LR = 0; GOTO 1220
1200 IF K = (NC(I) + 1) THEN HF = FU(I); HI = PV(I,K - 1); LW = L(I) - LV(I,K - 1); LZ = L(I); LR = LV(I,K - 1); GOTO 1220
1210 HI = PV(I,K - 1); HF = FU(I,K); LW = LV(I,K - 1); LZ = LV(I,K); LR = LV(I,K - 1)
1220 J = J + 1
1230 IF J = 16 THEN 1330
1240 IF AP(I,J) = 0 THEN 1330
1250 IF AP(I,J) > LZ THEN J = J - 1; GOTO 1280
1260 HP(I,J) = HF + (LW - (AP(I,J) - LR)) * (HI - HF) / LW
1270 GOTO 1220
1280 NEXT K
1290 GOTO 1330
1300 FOR J = 1 TO NP(I)
1310 HP(I,J) = PU(I) + (L(I) - AP(I,J)) * (PI(I) - PU(I)) / L(I)
1320 NEXT J
1330 NEXT I
1340 DIM AK(NB,15), YR(NB,15), YY(NB,15), IP(NB,15), ST(NB,15), SU(NB,15), RU(NB,15), IU(NB,15), SS(NB,15), RS(NB,15), S1(NB,15)
1350 FOR I = 1 TO NB
1360 IF NP(I) = 0 THEN 1510
1370 FOR J = 1 TO 15
1380 AK(I,J) = BB(I) * EP(I) + BB(I) * EI(I) + HP(I,J) * EA(I)
1390 AY = .5 * BB(I) * EP(I) ^ 2 + BB(I) * EP(I) * EI(I) + BB(I) * EP(I) * HP(I,J) + .5 * BB(I) * EP(I) ^ 2 + HP(I,J) * EA(I) * EI(I) + .5 * HP(I,J) ^ 2 * EA(I)
1400 YR(I,J) = AY / AK(I,J)
1410 YY(I,J) = HP(I,J) + EP(I) + EI(I) - YR(I,J)
1420 IP(I,J) = EA(I) * (YR(I,J) - EI(I)) ^ 3 / 3 + EA(I) * (YY(I,J) - EP(I)) ^ 2 + BB(I) * EP(I) * EI(I) ^ 3 / 12 + BB(I) * EP(I) * EI(I) * (YR(I,J) - 0.5 * EI(I)) ^ 2 + BB(I) * EP(I) * 3 / 12 + BB(I) * EP(I) * (YY(I,J) - 0.5 * EP(I)) ^ 2
1430 ST(I,J) = IP(I,J) / YR(I,J); S1(I,J) = IP(I,J) / YY(I,J)
1440 IF ST(I,J) > S1(I,J) THEN SU(I,J) = S1(I,J); GOTO 1460
1450 SU(I,J) = ST(I,J)
1460 RU(I,J) = (IF(I,J) / AK(I,J)) ^ .5
1470 IU(I,J) = HP(I,J) * EA(I) ^ 3 / 12 + EI(I) * BB(I) ^ 3 / 12 + EP(I) * BB(I) ^ 3 / 12
1480 SS(I,J) = IU(I,J) / (0.5 * BB(I))
1490 RS(I,J) = (IU(I,J) / AK(I,J)) ^ .5
1500 NEXT J
1510 NEXT I
1520 PRINT D0;"OPEN AREAP,D2": PRINT D0;"DELETE AREAP": PRINT D0;"OPEN AREAP",D2,L256"
1530 FOR I = 1 TO NB
1540 PRINT D0;"WRITE AREAP,R": I
1550 FOR J = 1 TO 15
1560 PRINT AK(I,J)
1570 NEXT J
1580 NEXT I
1590 PRINT D0;"CLOSE"
1600 PRINT D0;"OPEN SECCIGNP,D2": PRINT D0;"DELETE SECCIGNP": PRINT D0;"OPEN SECCIGNP",D2,L256"
1610 FOR I = 1 TO NB
1620 PRINT D0;"WRITE SECCIGNP,R": I
1630 FOR J = 1 TO 15; PRINT SU(I,J); NEXT J
1640 NEXT I
1650 PRINT D0;"CLOSE"
1660 DIM AZ(NB,15)
1670 FOR I = 1 TO NB
1680 FOR J = 1 TO 15
1690 AZ(I,J) = HP(I,J) * EA(I)
1700 NEXT J
1710 NEXT I
1720 PRINT D0;"OPEN ALMAP,D2": PRINT D0;"DELETE ALMAP": PRINT D0;"OPEN ALMAP"

```

```

,DS,L256"
1730 FOR I = 1 TO NR
1740 PRINT D$;"WRITE ALMAP,R";I
1750 FOR J = 1 TO 15
1760 PRINT AZ(I,J)
1770 NEXT J
1780 NEXT I
1790 PRINT D$;"CLOSE"
1800 PRINT D$;"OPEN RADIOXP,D2": PRINT D$;"DELETE RADIOXP": PRINT D$;"OPEN R
ADIOXP,D2,L256"
1810 FOR I = 1 TO NB
1820 PRINT D$;"WRITE RADIOXP,R";I
1830 FOR J = 1 TO 15
1840 PRINT RU(I,J)
1850 NEXT J
1860 NEXT I
1870 PRINT D$;"CLOSE"
1880 PRINT D$;"OPEN RADIOYP,D2": PRINT D$;"DELETE RADIOYP": PRINT D$;"OPEN R
ADIOYP,D2,L256"
1890 FOR I = 1 TO NB
1900 PRINT D$;"WRITE RADIOYP,R";I
1910 FOR J = 1 TO 15
1920 PRINT RS(I,J)
1930 NEXT J
1940 NEXT I
1950 PRINT D$;"CLOSE"
1960 HOME : GOTO 2020
1970 D$ = CHR$(4)
1980 PRINT D$;"OPEN BARRA,D2,L128"
1990 PRINT D$;"READ BARRA,RO": INPUT NB: DIM I(NB),J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB)
,DS(NB)
2000 FOR I = 1 TO NB
2010 PRINT D$;"READ BARRA,P";I
2020 INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
2030 NEXT I
2040 PRINT D$;"CLOSE"
2050 DIM EP(NB),EI(NB),EA(NB),BB(NB),PI(NB),PU(NB),NC(NB),PV(NB,15),LV(NB,15)
,XV(16),HT(NB,15)
2060 RETURN
2070 REM PRINT USING
2080 FL = 0
2090 XX = LEN(Z$)
2100 FOR X = 1 TO XX
2110 IF MID$(Z$,X,1) = "E" THEN FL = 1:Z$ = STR$(VAL(Z$) + 1):X = XX
2120 NEXT X
2130 FOR X = 1 TO LEN(Z$)
2140 E$ = MID$(Z$,X,1)
2150 IF E$ = "." THEN 2200
2160 NEXT X
2170 Z$ = Z$ + "."
2180 FOR X = 1 TO Z$:Z$ = Z$ + "0": NEXT X
2190 GOTO 2250
2200 Z$ = Z$ + "00000"
2210 E1$ = LEFT$(Z$,X)
2220 E2$ = RIGHT$(Z$,LEN(Z$) - X)
2230 E3$ = LEFT$(E2$,Z)
2240 Z$ = E1$ + E3$
2250 IF LEN(Z$) > Y THEN Z$ = LEFT$(Z$,Y) + " "
2260 IF FL = 0 THEN 2310
2270 FOR X = 1 TO LEN(Z$)
2280 IF MID$(Z$,X,1) = "." THEN 2300
2290 NEXT X: GOTO 2310
2300 Z$ = STR$(VAL(E1$) - 1) + " " + E3$
2310 IF LEN(Z$) < Y THEN Z$ = " " + Z$: GOTO 2310
2320 RETURN
2330 FOR I = 1 TO NR
2340 HOME

```

```

2330 VTAB 1: HTAB 9: PRINT "GEOMETRIA DE LA CARRA ": INVERSE : PRINT : NOR
HAL
2340 VTAB 2: HTAB 3: PRINT "-----"
2370 VTAB 5: INPUT "1.-ESPESOR PATIN SUPERIOR (MM) ";EP(1):Z = STR$(EP(1))
1):Z = 2:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 5: HTAB 33: PRINT Z:EP(1) = EP(1) / 10
2380 VTAB 7: INPUT "2.-ESPESOR PATIN INFERIOR (MM) ";EI(1):Z = STR$(EI(1))
1):Z = 2:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 7: HTAB 33: PRINT Z:EI(1) = EI(1) / 10
2390 VTAB 9: INPUT "3.-ESPESOR ALMA (MM) ";EA(1):Z = STR$(EA(1))
1):Z = 2:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 9: HTAB 33: PRINT Z:EA(1) = EA(1) / 10
2400 VTAB 11: INPUT "4.-BASE PATIN (MM) ";BB(1):Z = STR$(BB(1))
1):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 11: HTAB 33: PRINT Z:BB(1) = BB(1) / 10
2410 VTAB 13: INPUT "5.-PERALTE ALMA INICIO (MM) ";PI(1):Z = STR$(PI(1))
1):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 13: HTAB 33: PRINT Z:PI(1) = PI(1) / 10
2420 VTAB 15: INPUT "6.-PERALTE ALMA FINA (MM) ";PU(1):Z = STR$(PU(1))
1):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 15: HTAB 33: PRINT Z:PU(1) = PU(1) / 10
2430 VTAB 17: INPUT "7.-NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE ";NC(1)
2440 VTAB 20: INPUT "DESEAS MODIFICAR (SI/NO) ";Z
2450 BL = " "
2460 IF Z = "NO" THEN 2590
2470 IF Z = "SI" THEN VTAB 20: PRINT BL: VTAB 20: INPUT "NUMERO A MODIFICAR (0=FIN) ";NM
2480 IF NM = 0 THEN 2590
2490 IF NM < 1 OR NM > 7 THEN 2470
2500 IF NM < > INT (NM) THEN 2470
2510 IF NM = 1 THEN VTAB 5: HTAB 33: INPUT " ";EP(1):Z = STR$(EP(1)):Z =
2:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 5: HTAB 33: PRINT Z:EP(1) = EP(1) / 10: GOTO 2580
2520 IF NM = 2 THEN VTAB 7: HTAB 33: INPUT " ";EI(1):Z = STR$(EI(1)):Z =
2:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 7: HTAB 33: PRINT Z:EI(1) = EI(1) / 10: GOTO 2580
2530 IF NM = 3 THEN VTAB 9: HTAB 33: INPUT " ";EA(1):Z = STR$(EA(1)):Z =
2:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 9: HTAB 33: PRINT Z:EA(1) = EA(1) / 10: GOTO 2580
2540 IF NM = 4 THEN VTAB 11: HTAB 33: INPUT " ";BB(1):Z = STR$(BB(1)):Z =
1:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 11: HTAB 33: PRINT Z:BB(1) = BB(1) / 10: GOTO 2580
0
2550 IF NM = 5 THEN VTAB 13: HTAB 33: INPUT " ";PI(1):Z = STR$(PI(1)):Z =
1:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 13: HTAB 33: PRINT Z:PI(1) = PI(1) / 10: GOTO 2580
0
2560 IF NM = 6 THEN VTAB 15: HTAB 33: INPUT " ";PU(1):Z = STR$(PU(1)):Z =
1:Y = 6: GOSUB 2070: VTAB 15: HTAB 33: PRINT Z:PU(1) = PU(1) / 10: GOTO 2580
0
2570 IF NM = 7 THEN VTAB 17: HTAB 33: INPUT " ";NC(1): GOTO 2580
2580 Z = "SI": GOTO 2470
2590 IF NC(1) = 0 THEN 2800
2600 HOME : VTAB 1: HTAB 10: PRINT "CAMBIOS DE PENDIENTE"
2610 VTAB 2: HTAB 10: PRINT "-----"
2620 VTAB 4: HTAB 3: PRINT "NUMERO PERALTE VAR. POSICION"
2630 VTAB 5: HTAB 3: PRINT " (MM) (CM) "
2640 VTAB 6: PRINT "-----"
2650 FOR J = 1 TO NC(1)
2660 Z = STR$(J):Y = 2: GOSUB 3370: INVERSE : VTAB (6 + J): HTAB 4: PRINT
Z: NORMAL
2670 VTAB (6 + J): HTAB 15: INPUT " ";PV(I,J):Z = STR$(PV(I,J)):Z = 1:Y =
5: GOSUB 2070: VTAB (6 + J): HTAB 15: PRINT Z:PV(I,J) = PV(I,J) / 10
2680 VTAB (6 + J): HTAB 30: INPUT " ";LV(I,J):Z = STR$(LV(I,J)):Z = 1:Y =
6: GOSUB 2070: HTAB 30: VTAB (6 + J): PRINT Z
2670 NEXT J
2700 VTAB 23: INPUT "DESEAS MODIFICAR (SI/NO) ";Z
2710 IF Z = "NO" THEN 2800
2720 VTAB 23: PRINT BL: VTAB 23: INPUT "NUMERO A MODIFICAR (0=FIN) ";NT
2730 IF NT = 0 THEN 2800
2740 IF INT (NT) < > NT THEN 2720
2750 IF NT > NC(1) OR NT < 1 THEN 2720
2760 Z = STR$(PV(I,NT)) & 10):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2070:O1 = Z:Z = STR$(
LV(I,NT)):Z = 1:Y = 6: GOSUB 2070:O2 = Z
2770 VTAB (NT + 6): HTAB 15: INPUT " ";PV(I,NT):Z = STR$(PV(I,NT)):Z = 1:Y =
6: GOSUB 2070: VTAB (NT + 6): HTAB 15: PRINT Z: VTAB (NT + 6):
PRINT O2:PV(I,NT) = PV(I,NT) / 10
2780 VTAB (6 + NT): HTAB 30: INPUT " ";LV(I,NT):Z = STR$(LV(I,NT)):Z = 1:Y

```

```

# 3: GOSUB 2070: INPUT "TABLA 1": PRINT 7
2790 GOTO 2800
2800 NEXT J
2810 RETURN
2820 VTAH 12: VTAG 5: INPUT "DEFERIR IMPRIMIR <SI> NO? "; Z
2830 IF Z = "N" THEN 2870
2840 D = CHR(40): PRINT D; "PR01": PRINT CHR(9); "BON"
2850 FOR NW = 1 TO 4000: NEXT NW
2860 FOR I = 1 TO NB
2870 PRINT D; " (14): SPC(7): "GEOMETRIA DE LA BARRA ": I
2880 PRINT " ": PRINT " "
2890 Z = STR$(DEF(I) * 10): Z = 2 * Y = 6: GOSUB 2070: PRINT SPC(10); "ESPESOR"
R PATIN SUPERIOR MM: Z
2900 Z = STR$(DEF(I) * 10): Z = 2 * Y = 6: GOSUB 2070: PRINT SPC(10); "ESPESO"
R PATIN INFERIOR MM: Z
2910 Z = STR$(DEF(I) * 10): Z = 2 * Y = 6: GOSUB 2070: PRINT SPC(10); "ESPESOR"
R ALMA MM: Z
2920 Z = STR$(DEF(I) * 10): Z = 1 * Y = 6: GOSUB 2070: PRINT SPC(10); "ANCHUR"
PATIN MM: Z
2930 Z = STR$(PI(I) * 10): Z = 1 * Y = 6: GOSUB 2070: PRINT SPC(10); "PERALTE"
E ALMA INICIAL MM: Z
2940 Z = STR$(PI(I) * 10): Z = 1 * Y = 6: GOSUB 2070: PRINT SPC(10); "PERALTE"
E ALMA FINAL MM: Z
2950 PRINT SPC(10); "NUMERO DE CAMBIOS DE PENDIENTE " ; NC(I)
2960 IF NC(I) = 0 THEN 3050
2970 PRINT " ": PRINT SPC(30); "CAMBIOS DE PENDIENTE": PRINT SPC(30); "--"
" ": PRINT " "
2980 PRINT SPC(20); " NUMERO PERALTE VAR. POSICION": PRINT SPC(20)
" "
2990 PRINT SPC(20); "-----"
3000 FOR J = 1 TO NC(I)
3010 Z = STR$(J); Y = 2: GOSUB 3370: PRINT SPC(23); Z; SPC(9);
3020 Z = STR$(PV(I,J) * 10): Y = 1: Y = 6: GOSUB 2070: PRINT Z; SPC(9);
3030 Z = STR$(LV(I,J) * 10): Z = 1: Y = 6: GOSUB 2070: PRINT Z;
3040 NEXT J
3050 PRINT " ": PRINT SPC(30); "VARIACION DEL PERALTE"
3060 PRINT SPC(25); "DOVELA POSICION PERALTE ALMA"
3070 PRINT SPC(25); " <CN> <NM>"
3080 PRINT SPC(25); "-----"
3090 FOR J = 1 TO 15
3100 Z = STR$(J); Y = 2: GOSUB 3370: PRINT SPC(27); Z; SPC(3);
3110 Z = STR$(DB(I) * (J - .5)): Z = 1: Y = 6: GOSUB 2070: PRINT Z; SPC(6)
3120 Z = STR$(HT(I,J) * 10): Z = 1: Y = 6: GOSUB 2070: PRINT Z
3130 NEXT J
3140 FOR NW = 1 TO 4000: NEXT NW
3150 IF NP(I) = 0 THEN 3270
3160 PRINT " ": PRINT SPC(30); "VARIACION DEL PERALTE"
3170 PRINT SPC(29); "EN CARGAS CONCENTRADAS"
3180 PRINT SPC(25); "CARGA POSICION PERALTE ALMA"
3190 PRINT SPC(25); " <CI> <NM>"
3200 PRINT SPC(25); "-----"
3210 FOR J = 1 TO NP(I)
3220 Z = STR$(J); Y = 2: GOSUB 3370: PRINT SPC(27); Z; SPC(3);
3230 Z = STR$(NP(I,J) * 10): Z = 1: Y = 6: GOSUB 2070: PRINT Z; SPC(6);
3240 Z = STR$(HP(I,J) * 10): Z = 1: Y = 6: GOSUB 2070: PRINT Z
3250 NEXT J
3260 FOR NW = 1 TO 4000: NEXT NW
3270 NEXT I
3280 PRINT D; "PR00": HOME : VTAG 12: HTAH 2: INPUT "TECLEA <RETURN> PARA CO"
NTINUAR "; Z
3290 PRINT D; "OPEN GEOMETRIA,D2,L64"
3300 PRINT D; "DELETE GEOMETRIA": PRINT D; "OPEN GEOMETRIA,D2,L64"
3310 FOR I = 1 TO NB
3320 PRINT D; "WRITE GEOMETRIA,R"; I
3330 PRINT CP(I): PRINT " (1): PRINT EA(I): PRINT DB(I)

```



```
3340 NEXT I
3350 PRINT D0;"CLOSE"
3360 PRINT D0;"RUN: RIGIDEZ SECCION VARIABLE, D1"
3370 IF LEN(Z0) < Y THEN ZF = " " + Z0: GOTO 3370
3380 RETURN
```

}

LIST

```

10 REM #####
20 REM #####
30 REM ##### RIGIDEZ SECCION VARIABLE #####
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####
70 REM #####
80 REM PROGRAM DE RIGIDEZ
90 DE = CHR$ (9)
100 PRINT DE;"LEI BARRA,D2,L128"
110 L=INT DE;"READ BARRA,RO": INPUT NB
120 DIM I(NB),J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB),DS(NB)
130 FOR I = 1 TO NB
140 PRINT DE;"READ BARRA,R":
150 INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
160 NEXT I
170 PRINT DE;"CLOSE"
180 DIM IN(NB,15),XO(NB,15),S1(NB),S2(NB),S3(NB),S4(NB),S5(NB),S6(NB),S7(NB)
190 F(NB,18),DET(NB,4),K(NB,6,6),LL(NB),M(NB),RT(NB,6,6),AI(NB,15)
200 GOSUB 1470
210 FOR I = 1 TO NB
220 FOR J = 1 TO 15
230 XO(I,J) = DS(I) * (J - .5)
240 S1(I) = S1(I) + DS(I) * (E * IN(I,J))
250 S2(I) = S2(I) + XO(I,J) ^ 2 * DS(I) / (E + IN(I,J))
260 S3(I) = S3(I) + XO(I,J) * DS(I) * (E + IN(I,J))
270 S4(I) = S4(I) + S2(I) * (E + IN(I,J))
280 S5(I) = S5(I) + XO(I,J) * (L(I) - XO(I,J)) * DS(I) / (E + IN(I,J))
290 S6(I) = S6(I) + S2(I) - XO(I,J) * DS(I) * (E + IN(I,J))
300 S7(I) = S7(I) + L(I) - XO(I,J) ^ 2 * DS(I) * (E + IN(I,J))
310 NEXT J
320 F(I,1) = S1(I)
330 F(I,2) = S2(I)
340 F(I,3) = S3(I)
350 F(I,4) = S4(I)
360 F(I,5) = S1(I)
370 F(I,6) = S5(I)
380 F(I,7) = S6(I)
390 F(I,8) = S3(I)
400 F(I,9) = S4(I)
410 F(I,10) = S1(I)
420 F(I,11) = S7(I)
430 F(I,12) = S5(I)
440 F(I,13) = S4(I)
450 F(I,14) = S1(I)
460 F(I,15) = S2(I)
470 F(I,16) = S3(I)
480 F(I,17) = S6(I)
490 F(I,18) = S4(I)
500 DET(I,1) = F(I,3) * F(I,4) - F(I,3) ^ 2
510 DET(I,2) = F(I,6) * F(I,9) - F(I,7) * F(I,5)
520 DET(I,3) = F(I,11) * F(I,13) - F(I,12) ^ 2
530 DET(I,4) = F(I,15) * F(I,15) - F(I,16) * F(I,17)
540 K(I,1,1) = 1 / F(I,1)
550 K(I,1,2) = 0
560 K(I,2,1) = 0
570 K(I,2,2) = F(I,4) / DET(I,1)
580 K(I,2,3) = - F(I,3) / DET(I,1)
590 K(I,3,1) = 0
600 K(I,3,2) = - F(I,3) / DET(I,1)
610 K(I,3,3) = F(I,2) / DET(I,1)
620 K(I,4,4) = 1 / F(I,5)
630 K(I,5,5) = 0
640 K(I,5,6) = 0

```

```

650 K(I,2,4) = 0
660 K(I,2,5) = F(I,9) / DET(I,2)
670 K(I,2,6) = - F(I,7) / DET(I,2)
680 K(I,3,4) = 0
690 K(I,3,5) = - F(I,8) / DET(I,3)
700 K(I,3,6) = F(I,6) / DET(I,3)
710 K(I,4,4) = 1 / F(I,10)
720 K(I,4,5) = 0
730 K(I,4,6) = 0
740 K(I,5,4) = 0
750 K(I,5,5) = F(I,13) / DET(I,3)
760 K(I,5,6) = - F(I,12) / DET(I,3)
770 K(I,6,4) = 0
780 K(I,6,5) = - F(I,12) / DET(I,3)
790 K(I,6,6) = F(I,11) / DET(I,3)
800 K(I,4,1) = 1 / F(I,14)
810 K(I,4,2) = 0
820 K(I,4,3) = 0
830 K(I,5,1) = 0
840 K(I,5,2) = F(I,18) / DET(I,4)
850 K(I,5,3) = - F(I,16) / DET(I,4)
860 K(I,6,1) = 0
870 K(I,6,2) = - F(I,17) / DET(I,4)
880 K(I,6,3) = F(I,15) / DET(I,4)
890 NEXT I
900 PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L128": PRINT D$;"READ DATOS,RC": INPUT NN,NB: PR
INT D$;"CLOSE"
910 PRINT D$;"OPEN DIRECTORES,D2,L128"
920 FOR I = 1 TO NB
930 PRINT D$;"READ DIRECTORES,R": I
940 INPUT LL(I),M(I)
950 NEXT I
960 PRINT D$;"CLOSE"
970 FOR I = 1 TO ND
980 KT(I,1,1) = LL(I) ^ 2 + K(I,1,1) + M(I) ^ 2 + F(I,2,2)
990 KT(I,1,2) = LL(I) * M(I) + K(I,1,1) - K(I,2,2)
1000 KT(I,1,3) = - M(I) * K(I,2,3)
1010 KT(I,2,1) = LL(I) + M(I) + K(I,1,1) - K(I,2,2)
1020 KT(I,2,2) = M(I) ^ 2 + K(I,1,1) + LL(I) ^ 2 + K(I,2,2)
1030 KT(I,2,3) = LL(I) + K(I,2,3)
1040 KT(I,3,1) = - M(I) * K(I,3,2)
1050 KT(I,3,2) = LL(I) + K(I,3,2)
1060 KT(I,3,3) = K(I,3,3)
1070 KT(I,1,4) = LL(I) ^ 2 + K(I,1,4) + M(I) ^ 2 + F(I,2,5)
1080 KT(I,1,5) = LL(I) + M(I) + K(I,1,4) - K(I,2,5)
1090 KT(I,1,6) = - M(I) * K(I,2,6)
1100 KT(I,2,4) = LL(I) + M(I) + K(I,1,4) - K(I,2,5)
1110 KT(I,2,5) = M(I) ^ 2 + K(I,1,4) + LL(I) ^ 2 + K(I,2,5)
1120 KT(I,2,6) = LL(I) + K(I,2,6)
1130 KT(I,3,4) = - M(I) * K(I,3,5)
1140 KT(I,3,5) = LL(I) + K(I,3,5)
1150 KT(I,3,6) = K(I,3,6)
1160 KT(I,4,1) = LL(I) ^ 2 + K(I,4,1) + M(I) ^ 2 + K(I,5,2)
1170 KT(I,4,2) = LL(I) + M(I) + K(I,4,1) - K(I,5,2)
1180 KT(I,4,3) = - M(I) * K(I,5,3)
1190 KT(I,5,1) = LL(I) + M(I) + K(I,4,1) - K(I,5,2)
1200 KT(I,5,2) = M(I) ^ 2 + K(I,4,1) + LL(I) ^ 2 + K(I,5,2)
1210 KT(I,5,3) = LL(I) + K(I,5,3)
1220 KT(I,6,1) = - M(I) * K(I,6,2)
1230 KT(I,6,2) = LL(I) + K(I,6,2)
1240 KT(I,6,3) = K(I,6,3)
1250 KT(I,4,4) = LL(I) ^ 2 + K(I,4,4) + M(I) ^ 2 + K(I,5,5)
1260 KT(I,4,5) = LL(I) + M(I) + K(I,4,4) - K(I,5,5)
1270 KT(I,4,6) = - M(I) * K(I,5,6)
1280 KT(I,5,4) = LL(I) + M(I) + K(I,4,4) - K(I,5,5)
1290 KT(I,5,5) = M(I) ^ 2 + K(I,4,4) + LL(I) ^ 2 + K(I,5,5)

```

```

1300 KT(I,5,6) = LL(I) * K(I,5,6)
1310 KI(I,6,4) = - H(I) * K(I,6,5)
1320 KT(I,5,5) = LL(I) * K(I,6,5)
1330 KI(I,6,6) = K(I,6,6)
1340 NEXT I
1350 PRINT D0;"OPEN MATRIZ,D2": PRINT D0;"DELETE MATRIZ": PRINT D0;"OPEN MAT
RIZ,D2,L12B"
1360 PRINT D0;"WRITE MATRIZ,RO": PRINT NB
1370 FOR I = 1 TO NB
1380 FOR K = 5 TO 6 STEP - 1
1390 PRINT D0;"WRITE MATRIZ,R";(6 * I - 1)
1400 FOR J = 1 TO 6
1410 PRINT KT(I,(6 - K),J)
1420 NEXT J
1430 NEXT K
1440 NEXT I
1450 PRINT D0;"CLOSE"
1460 PRINT D0;"RUN MATRIZ ESTRUCTURA (2),D1"
1470 PRINT D0;"OPEN AREA,D2,L256": PRINT D0;"READ AREA,RO": INPUT NB
1480 FOR I = 1 TO NB
1490 PRINT D0;"READ AREA,R";I
1500 FOR J = 1 TO 15
1510 INPUT AI(I,J)
1520 NEXT J
1530 NEXT I
1540 PRINT D0;"CLOSE"
1550 PRINT D0;"OPEN INERCIA,D2,L256"
1560 FOR I = 1 TO NB
1570 PRINT D0;"READ INERCIA,R";I
1580 FOR J = 1 TO 15
1590 INPUT IN(I,J)
1600 NEXT J
1610 NEXT I
1620 PRINT D0;"CLOSE"
1630 RETURN

```

LIST

```

10 REM #####
20 REM #####
30 REM #####
40 REM #####
50 REM #####
60 REM #####
70 REM #####
80 GOSUB 770
90 HOME : VTAR 11: HTAB 4: FLASH : PRINT "OBTENCION DE MATRIZ DE RIGIDEZ": V
TAB 13: HTAB 12: PRINT "DE LA ESTRUCTURA": NORMAL
100 FOR I = 1 TO NN
110 FOR J = 1 TO NN
120 IF I = J THEN GOSUB 390: GOTO 140
130 IF I = J(J) THEN GOSUB 580
140 NEXT J
150 NEXT I
160 REM CORRECCION POR RESTRICCIONES
170 FOR I = 1 TO NN
180 IF DX(I) = "N" THEN GOSUB 230
190 IF DY(I) = "N" THEN GOSUB 290
200 IF DC(I) = "N" THEN GOSUB 340
210 NEXT I
220 GOTO 1030
230 FOR J = 1 TO 3 : NN
240 IF (3 # I - 2) = J THEN KM(J,J) = 1: GOTO 270
250 KM(3 # I - 2, J) = 0
260 KM(J, 3 # I - 2) = 0
270 NEXT J
280 RETURN
290 FOR J = 1 TO 3 : NN
300 IF (3 # I - 1) = J THEN KM(J,J) = 1: GOTO 320
310 KM(3 # I - 1, J) = 0: KM(J, 3 # I - 1) = 0
320 NEXT J
330 RETURN
340 FOR J = 1 TO 3 : NN
350 IF (3 # I) = J THEN KM(J,J) = 1: GOTO 370
360 KM(3 # I, J) = 0: KM(J, 3 # I) = 0
370 NEXT J
380 RETURN
390 KM(3 # I(J) - 2, 3 # I(J) - 2) = KM(3 # I(J) - 2, 3 # I(J) - 2) + KT(J, 1, 1)
400 KM(3 # I(J) - 2, 3 # I(J) - 1) = KM(3 # I(J) - 2, 3 # I(J) - 1) + KT(J, 1, 2)
410 KM(3 # I(J) - 2, 3 # I(J)) = KM(3 # I(J) - 2, 3 # I(J)) + KT(J, 1, 3)
420 KM(3 # I(J) - 1, 3 # I(J) - 2) = KM(3 # I(J) - 1, 3 # I(J) - 2) + KT(J, 2, 1)
430 KM(3 # I(J) - 1, 3 # I(J) - 1) = KM(3 # I(J) - 1, 3 # I(J) - 1) + KT(J, 2, 2)
440 KM(3 # I(J) - 1, 3 # I(J)) = KM(3 # I(J) - 1, 3 # I(J)) + KT(J, 2, 3)
450 KM(3 # I(J), 3 # I(J) - 2) = KM(3 # I(J), 3 # I(J) - 2) + KT(J, 3, 1)
460 KM(3 # I(J), 3 # I(J) - 1) = KM(3 # I(J), 3 # I(J) - 1) + KT(J, 3, 2)
470 KM(3 # I(J), 3 # I(J)) = KM(3 # I(J), 3 # I(J)) + KT(J, 3, 3)
480 KM(3 # I(J) - 2, 3 # J(J) - 2) = KM(3 # I(J) - 2, 3 # J(J) - 2) + KT(J, 1, 4)
490 KM(3 # I(J) - 2, 3 # J(J) - 1) = KM(3 # I(J) - 2, 3 # J(J) - 1) + KT(J, 1, 5)
500 KM(3 # I(J) - 2, 3 # J(J)) = KM(3 # I(J) - 2, 3 # J(J)) + KT(J, 1, 6)
510 KM(3 # I(J) - 1, 3 # J(J) - 2) = KM(3 # I(J) - 1, 3 # J(J) - 2) + KT(J, 2, 4)
520 KM(3 # I(J) - 1, 3 # J(J) - 1) = KM(3 # I(J) - 1, 3 # J(J) - 1) + KT(J, 2, 5)
530 KM(3 # I(J) - 1, 3 # J(J)) = KM(3 # I(J) - 1, 3 # J(J)) + KT(J, 2, 6)
540 KM(3 # I(J), 3 # J(J) - 2) = KM(3 # I(J), 3 # J(J) - 2) + KT(J, 3, 4)
550 KM(3 # I(J), 3 # J(J) - 1) = KM(3 # I(J), 3 # J(J) - 1) + KT(J, 3, 5)
560 KM(3 # I(J), 3 # J(J)) = KM(3 # I(J), 3 # J(J)) + KT(J, 3, 6)

```

573 RETURN

580 $KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# J(J) - 2) = KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# J(J) - 2) + KT(J, 4, 4)$ 590 $KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# J(J) - 1) = KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# J(J) - 1) + KT(J, 4, 5)$ 600 $KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# J(J)) = KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# J(J)) + KT(J, 4, 6)$ 610 $KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# J(J) - 2) = KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# J(J) - 2) + KT(J, 5, 4)$ 620 $KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# J(J) - 1) = KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# J(J) - 1) + KT(J, 5, 5)$ 630 $KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# J(J)) = KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# J(J)) + KT(J, 5, 6)$ 640 $KM(3 \# J(J), 3 \# J(J) - 2) = KM(3 \# J(J), 3 \# J(J) - 2) + KT(J, 6, 4)$ 650 $KM(3 \# J(J), 3 \# J(J) - 1) = KM(3 \# J(J), 3 \# J(J) - 1) + KT(J, 6, 5)$ 660 $KM(3 \# J(J), 3 \# J(J)) = KM(3 \# J(J), 3 \# J(J)) + KT(J, 6, 6)$ 670 $KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# I(J) - 2) = KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# I(J) - 2) + KT(J, 4, 1)$ 680 $KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# I(J) - 1) = KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# I(J) - 1) + KT(J, 4, 2)$ 690 $KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# I(J)) = KM(3 \# J(J) - 2, 3 \# I(J)) + KT(J, 4, 3)$ 700 $KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# I(J) - 2) = KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# I(J) - 2) + KT(J, 5, 1)$ 710 $KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# I(J) - 1) = KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# I(J) - 1) + KT(J, 5, 2)$ 720 $KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# I(J)) = KM(3 \# J(J) - 1, 3 \# I(J)) + KT(J, 5, 3)$ 730 $KM(3 \# J(J), 3 \# I(J) - 2) = KM(3 \# J(J), 3 \# I(J) - 2) + KT(J, 6, 1)$ 740 $KM(3 \# J(J), 3 \# I(J) - 1) = KM(3 \# J(J), 3 \# I(J) - 1) + KT(J, 6, 2)$ 750 $KM(3 \# J(J), 3 \# I(J)) = KM(3 \# J(J), 3 \# I(J)) + KT(J, 6, 3)$

760 RETURN

770 D% = CDR% (4)

780 PRINT I%,"OPEN DATOS,D2,L128"

790 PRINT D%,"READ DATOS,R%": INPUT M,NB

800 DIM I(NB),Y(NB),DX%(NB),DY%(NB),DO%(NB)

810 FOR I = 1 TO NB

920 PRINT D%,"READ DATOS,R%": I

830 INPUT X(I),Y(I),DX%(I),DY%(I),DO%(I)

840 NEXT I

850 PRINT D%,"CLOSE"

860 DIM I1(NB,6,6),KM(3 # NB,3 # NB)

870 PRINT D%,"OPEN MATRIZ,D2,L128"

880 FOR I = 1 TO NB

890 FOR K = 3 TO 0 STEP - 1

900 PRINT D%,"READ MATRIZ,R%": (6 # I - K)

910 FOR J = 1 TO 6

920 INPUT KT(I,(6 - K),J)

930 NEXT J

940 NEXT K

950 NEXT I

960 PRINT D%,"CLOSE"

970 PRINT D%,"OPEN BARRA,D2,L128"

980 DIM I(NB),J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB),DS(NB)

990 FOR I = 1 TO NB

1000 PRINT D%,"READ BARRA,R%": I: INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I): NEXT I

1010 PRINT D%,"CLCSE"

1020 RETURN

1030 REM

1040 PRINT D%,"PRMO": HOME: VTAB 12: HTAB 2: INPUT "TECLEA (RETURN) PARA CO

NTINUAR ": 20

1050 PRINT D%,"OPEN TOTAL,D2": PRINT D%,"DELETE TOTAL": PRINT D%,"OPEN TOTAL

D2,L32"

1060 PRINT D%,"WRITE TOTAL,RO": PRINT NI

1070 RR = 0

1080 FOR I = 1 TO 3 # NI

1090 FOR J = 1 TO 3 # NI

1100 RR = RR + I

1110 PRINT D%,"WRITE TOTAL,R": RR

1120 PRINT KM(I,J)

1130 NEXT J
1140 NEXT I
1150 PRINT D\$;"CLONE"
1160 PRINT D\$;"FREN FUERZAS (2),D1"

1

LIST

```

10 REM *****
20 REM *****
30 REM ***** FUERZAS (2) *****
40 REM *****
50 REM *****
60 REM *****
70 REM *****
80 HOME
90 VTAB 12: HTAB 10: FLASH : PRINT "PROGRAMA DE CARGAS": NORMAL
100 D$ = CHR$(4)
110 GOSUB 950
120 FOR I = 1 TO NB
130 HOME
140 IF W(I) = 0 THEN 290
150 P1 = (W(I) / 100) * L(I) / 2
160 FOR J = 1 TO 15
170 XM(J) = DS(I) * (J - 0.5)
180 M = P1 * XM(J) - (W(I) / 100) * XM(J) ^ 2 / 2
190 R1(I) = R1(I) + (M * DS(I) / (.040000 * IN(I,J)) * ((L(I) - XM(J)) / L(I)
))
200 R2(I) = R2(I) + (M * DS(I) / (2040000 * IN(I,J))) * XM(J) / L(I)
210 NEXT J
220 MI = - (KT(I,3,3) * R1(I) - KT(I,3,6) * R2(I))
230 MF = + ( - KT(I,6,3) * R1(I) + KT(I,6,6) * R2(I))
240 D = ABS (MI + MF) / L(I)
250 IF ABS (MI) > ABS (MF) THEN VI(I) = VI(I) - (P1 + (P1 / ABS (P1)) * D
):VF(I) = VF(I) - (P1 - (P1 / ABS (P1)) * D):GOTO 270
260 VI(I) = VI(I) - (P1 - (P1 / ABS (P1)) * D):VF(I) = VF(I) - (P1 + (P1 /
ABS (P1)) * D)
270 NI(I) = NI(I):NF(I) = NF(I)
280 MI(I) = MI(I) + MI:MF(I) = MF(I) + MF
290 IF NP(I) = 0 THEN 510
300 NW = NP(I)
310 FOR KK = 1 TO NW
320 NP(I) = KK
330 P1 = - PT(I,NP(I)) * (L(I) - AP(I,NP(I))) / L(I):R1(I) = 0:R2(I) = 0
340 P2 = - PT(I,NP(I)) * AP(I,NP(I)) / L(I)
350 FOR J = 1 TO 15
360 XM(J) = DS(I) * (J - .5)
370 IF XM(J) > AP(I,NP(I)) THEN M = P1 * XM(J) + PT(I,NP(I)) * (XM(J) - AP(I
,NP(I))):GOTO 390
380 M = P1 * XM(J)
390 R1(I) = R1(I) + (M * DS(I) / (2040000 * IN(I,J)) * ((L(I) - XM(J)) / L(I)
))
400 R2(I) = R2(I) + (M * DS(I) / (2040000 * IN(I,J)) * XM(J) / L(I)
410 NEXT J
420 MI = - (KT(I,3,3) * R1(I) - PT(I,3,6) * R2(I))
430 MF = + ( - KT(I,6,3) * R1(I) + PT(I,6,6) * R2(I))
440 D = ABS (MI + MF) / L(I)
450 IF ABS (MI) > ABS (MF) THEN VI(I) = VI(I) - (P1 + (P1 / ABS (P1)) * D
):VF(I) = VF(I) - (P2 - (P2 / ABS (P2)) * D):GOTO 470
460 VI(I) = VI(I) - (P1 - (P1 / ABS (P1)) * D):VF(I) = VF(I) - (P2 + (P2 /
ABS (P2)) * D)
470 NI(I) = NI(I) + PG(I,NP(I)) * (L(I) - AP(I,NP(I))) / L(I)
480 NF(I) = NF(I) + PG(I,NP(I)) * AP(I,NP(I)) / L(I)
490 MI(I) = MI(I) + MI:MF(I) = MF(I) + MF
500 NEXT KK
510 NEXT I
520 REM PAGO DE LOCAL A GLOBAL
530 DIM NA(NB),VA(NB),NA(NB),MB(NB),VB(NB),NB(NB)
540 FOR I = 1 TO NB
550 NA(I) = NI(I):MP(I) = MF(I)
560 NA(I) = LL(I) * NI(I) - M(I) * VI(I)
570 NB(I) = LL(I) * NF(I) - M(I) * VF(I)
580 VA(I) = M(I) * NI(I) + L(I) * VI(I)

```



```

570 VB(I) = M(I) * NF(I) + LL(I) * VF(I)
580 NEXT I
610 PRINT D$;"OPEN FUEGLO,D2": PRINT D$;"DELETE FUEGLO": PRINT D$;"OPEN FUEG
LO,D2,L128"
620 PRINT D$;"WRITE FUEGLO,R0": PRINT NB
630 FOR I = 1 TO NB
640 PRINT D$;"WRITE FUEGLO,R":I
650 PRINT NA(I): PRINT VA(I): PRINT MA(I): PRINT NB(I): PRINT VB(I): PRINT M
B(I)
660 NEXT I
670 PRINT D$;"CLOSE"
680 DIM P1(NN),P2(NN),P3(NN)
690 FOR I = 1 TO NN
700 FOR J = 1 TO NB
710 IF I(J) = I THEN P1(I) = P1(I) + NA(J):P2(I) = P2(I) + VA(J):P3(I) = P3(
I) + MA(J): GOTO 730
720 IF J(J) = I THEN P1(I) = P1(I) + NB(J):P2(I) = P2(I) + VB(J):P3(I) = P3(
I) + MB(J)
730 NEXT J
740 P1(I) = P1(I) + PX(I):P2(I) = P2(I) + PY(I):P3(I) = P3(I) + MH(I)
750 NEXT I
760 DIM X(NN),Y(NN),DX(NN),DY(NN),DO(NN): PRINT D$;"OPEN DATOS,D2,L128"
770 FOR I = 1 TO NN
780 PRINT D$;"READ DATOS,R":I
790 INPUT X(I),Y(I),DX(I),DY(I),DO(I)
800 NEXT I
810 PRINT D$;"CLOSE"
820 FOR I = 1 TO NN
830 IF DX(I) = "N" THEN P1(I) = 0
840 IF DY(I) = "N" THEN P2(I) = 0
850 IF DO(I) = "N" THEN P3(I) = 0
860 NEXT I
870 PRINT D$;"OPEN FIJACION,D2": PRINT D$;"DELETE FIJACION": PRINT D$;"OPEN
FIJACION,D2,L128"
880 PRINT D$;"WRITE FIJACION,R0": PRINT NN
890 FOR I = 1 TO NN
900 PRINT D$;"WRITE FIJACION,R":I
910 PRINT P1(I): PRINT P2(I): PRINT P3(I)
920 NEXT I
930 PRINT D$;"CLOSE"
940 PRINT D$;"RUN SOLUCION,D1"
950 PRINT D$;"OPEN INERCIA,D2,L256": PRINT D$;"READ INERCIA,R0": INPUT NB
960 DIM IN(NB,15),KT(NB,6,6),MI(NB),NI(NB),VI(NB),MF(NB),VF(NB),NF(NB),I(NB)
,J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB),DS(NB),NP(NB)
970 FOR I = 1 TO NB
980 PRINT D$;"READ INERCIA,R":I
990 FOR J = 1 TO 15
1000 INPUT IN(I,J)
1010 NEXT J
1020 NEXT I
1030 PRINT D$;"CLOSE"
1040 PRINT D$;"OPEN MATRIZ,D2,L128"
1050 FOR I = 1 TO NB
1060 FOR K = 5 TO 0 STEP -1
1070 PRINT D$;"READ MATRIZ,R":(5 + I - K)
1080 FOR J = 1 TO 6
1090 INPUT KT(I,(6 - K),J)
1100 NEXT J
1110 NEXT K
1120 NEXT I
1130 PRINT D$;"CLOSE"
1140 PRINT D$;"OPEN BARRA,D2,L128"
1150 FOR I = 1 TO NB
1160 PRINT D$;"READ BARRA,R":I
1170 INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
1180 NEXT I
1190 PRINT D$;"CLOSE"

```

```

1200 PRINT D$:"OPEN DATOS,D2,L128": PRINT D$:"READ DATOS,RO": INPUT NI,NB: P
PRINT D$:"CLOSE"
1210 PRINT D$:"OPEN DIRECTORES,D2,L128": DIM LL(NB),M(NB),W(NB),XM(15),RI(NB
),R2(NB)
1220 FOR I = 1 TO NB
1230 PRINT D$:"READ DIRECTORES,R":I
1240 INPUT LL(I),M(I)
1250 NEXT I
1260 PRINT D$:"CLOSE"
1270 DIM MM(NN),PX(NN),PY(NN)
1280 REM
1290 DIM AP(NB,15),FG(NB,15),PT(NB,15)
1300 PRINT D$:"OPEN REPARTIDA,D2,L32"
1310 FOR I = 1 TO NB
1320 PRINT D$:"READ REPARTIDA,R":I
1330 INPUT W(I)
1340 NEXT I
1350 PRINT D$:"CLOSE"
1360 PRINT D$:"OPEN CARGAS,D2,L256"
1370 PRINT D$:"READ CARGAS,RO"
1380 FOR I = 1 TO NB: INPUT NP(I): NEXT I
1390 FOR I = 1 TO NB
1400 PRINT D$:"READ CARGAS,R":I
1410 FOR J = 1 TO 15
1420 INPUT PT(I,J)
1430 NEXT J
1440 NEXT I
1450 PRINT D$:"CLOSE"
1460 PRINT D$:"OPEN POSICION,D2,L256"
1470 FOR I = 1 TO NB
1480 PRINT D$:"READ POSICION,R":I
1490 FOR J = 1 TO 15
1500 INPUT AP(I,J)
1510 NEXT J
1520 NEXT I
1530 PRINT D$:"CLOSE"
1540 PRINT D$:"OPEN HORIZONTAL,D2,L256"
1550 FOR I = 1 TO 16
1560 PRINT D$:"READ HORIZONTAL,R":I
1570 FOR J = 1 TO 15
1580 INPUT PG(I,J)
1590 NEXT J
1600 NEXT I
1610 PRINT D$:"CLOSE"
1620 PRINT D$:"OPEN NUDO,D2,L64"
1630 FOR I = 1 TO NN
1640 PRINT D$:"READ NUDO,R":I
1650 INPUT PX(I),PY(I),MM(I)
1660 NEXT I
1670 PRINT D$:"CLOSE"
1680 RETURN
1690 REM PRINT USING
1700 FL = 0
1710 XX = LEN(Z0)
1720 FOR X = 1 TO XX
1730 IF MID$(Z0,X,1) = "E" THEN FL = 1:Z0 = STR$(VAL(Z0)*.1):X = XX
1740 NEXT X
1750 FOR X = 1 TO LEN(Z0)
1760 E0 = MID$(Z0,X,1)
1770 IF E0 = "." THEN 1820
1780 NEXT X
1790 Z0 = Z0 + "."
1800 FOR X = 1 TO Z:Z0 = Z0 + "0": NEXT X
1810 GOTO 1870
1820 Z0 = Z0 + "00000"
1830 E0 = LEFT$(Z0,X)
1840 E0$ = RIGHT$(Z0, LEN(Z0) - X)

```

```
1850 E3# = LEFT$(E2#,Z)
1860 Z# = E1# + E3#
1870 IF LEN (Z#) > Y THEN Z# = LEFT$ (Z#,Y) + " "
1880 IF FL = 0 THEN 1930
1890 FOR X = 1 TO LEN (Z#)
1900 IF MID$(Z#,X,1) = "." THEN 1920
1910 NEXT X: GOTO 1930
1920 Z# = STR$( VAL (E1#) - 1) + "." + E3#
1930 IF LEN (Z#) < Y THEN Z# = " " + Z#: GOTO 1930
1940 RETURN
1950 IF LEN (Z#) < Y THEN Z# = " " + Z#: GOTO 1950
1960 RETURN
```

J

LIST

```

10 REM *****
20 REM *****
30 REM ***** CUANTIFICACION *****
40 REM *****
50 REM *****
60 REM *****
70 REM *****
80 REM PROGRAMA DE CUANTIFICACION
90 DS = CHR0 (4)
100 PRINT D0;"OPEN AREA,D2,L256"
110 PRINT D0;"READ AREA,R0"
120 INPUT NB
130 DIM A:(NB,15),I(NB),J(NB),AA(NB),II(NB),L(NB),DS(NB)
140 FOR I = 1 TO NB
150 PRINT D0;"READ AREA,R";I
160 FOR J = 1 TO 15
170 INPUT AI(I,J)
180 NEXT J
190 NEXT I
200 PRINT D0;"CLOSE"
210 PRINT D0;"OPEN BARRA,D2,L128"
220 FOR I = 1 TO NB
230 PRINT D0;"READ BARRA,R";I
240 INPUT I(I),J(I),AA(I),II(I),L(I),DS(I)
250 NEXT I
260 PRINT D0;"CLOSE"
270 HOME : VTAB 12: HTAB 5: INVERSE : PRINT "CUANTIFICANDO LA ESTRUCTURA": N
ORAL
280 MW = 0
290 FOR I = 1 TO NB
300 FOR J = 1 TO 15
310 MW = MW + .789 * AI(I,J) * DS(I) / 100
320 NEXT J
330 NEXT I
340 HOME
350 VTAB 10: HTAB 5: PRINT "CUANTIFICACION DE LA ESTRUCTURA"
360 MW = INT (MW * 80) / 10
370 VTAB 15: HTAB 5: PRINT "PESO TOTAL = ";MW;"KB"
380 VTAB 20: HTAB 3: INPUT "DESEAS IMPRIMIR <SI/NO> ";Z0
390 IF Z0 = "SI" THEN 410
400 PRINT D0;"RUN SALUDO,D1"
410 PRINT D0;"PR01": PRINT CHR0 (9);"BCN"
420 PRINT CHR0 (14);"PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA =";MW;"KB"
430 PRINT D0;"PR00"
440 PRINT D0;"RUN SALUDO,D1"

```

1



IMPRESO EN MEXICO – PRINTED IN MEXICO
T E S I S C E N T R O

San Borja No. 1003, esq. Heriberto Frías, Col. del Valle

559 - 32 - 26

559 - 73 - 53