

**SISTEMA INTEGRADO PARA LA REVISION DE  
ESTRUCTURAS DE ACERO**

**Raúl Jean Perrilliat**

**Trabajo  
presentado a la División de Estudios de**

**Posgrado de la**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**de la**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO**

**como requisito para obtener**

**el grado de**

**MAESTRO EN INGENIERIA  
(ESTRUCTURAS)**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F., AGOSTO DE 1989**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



DEPA



DEPFI

T. UNAM

1 9 8 9

PER

## Contenido

<b>1 INTRODUCCION Y OBJETIVOS.</b>	<b>1</b>
<b>2 SUBROUTINAS Y SUS FUNCIONES.</b>	<b>5</b>
2.1 Introducción.	5
2.2 DISEÑO.C	6
2.3 PISOI.C	7
2.4 EMFC.C	9
2.5 REVFC.C	10
2.6 EMPLEX.C	11
2.7 REVFLEX.C	11
2.8 ACER.REA	12
2.9 ACER.RES	16
2.10 READF.H	17
2.11 REAP.H	18
2.12 REAP88.C	19
2.13 C_ENT.C	19
2.14 C_FLEX.C	19
2.15 LECOC.C	19
2.16 AISC82.C	20
2.17 DIAGRAMAS DE BLOQUES.	20
<b>3 EJEMPLO DE APLICACION.</b>	<b>22</b>
3.1 - DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA.	22
3.2 - DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.	22
3.3 - RESULTADOS.	24
3.3.1 Resultados del análisis estructural.	24
3.3.2 Desplazamientos nodales. (Coord. Globales).	24
3.3.3 Elementos mecánicos de vigas prismáticas (Fuerzas Internas) en Coord. Locales.	26
3.3.4 Resultados de la revisión de columnas.	29
3.3.5 Resultados de la revisión de trabes.	35
<b>4 COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>
<b>5 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>42</b>
<b>6 APENDICE A.- Códigos y formulas</b>	<b>43</b>
6.1 NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS DEL REGLAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL DE 1987.	43
6.1.1 - Miembros en tensión.	43
6.1.2 - Miembros en compresión.	43
6.1.3 - Miembros en flexión.	46
6.1.4 - Miembros en flexocompresión.	49
6.1.5 - Resistencia de diseño al cortante.	54
6.1.6 - Notación y unidades.	56
6.2 - ESPECIFICACIONES DEL "AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION" DE 1978 (octava edición) ( AISC 78 ).	60
6.2.1 - Miembros en tensión ( sección 1.5.1.1.).	60
6.2.2 - Miembros en compresión (Sección 1.5.1.3).	61
6.2.3 - Miembros en flexión ( sección 1.5.1.4 ).	62
6.2.4 - Miembros en flexocompresión ( sección 1.6.1 ).	66
6.2.5 - Miembros en flexotensión ( sección 1.6.2 ).	68

6.2.6 -Revisión del esfuerzo cortante permisible (sección  
1.5.1.2). ..... 70  
6.2.7 - Notación y unidades. .... 70

7 APENDICE B.- Listado de programas. .... 74

8 APENDICE C.- Comentarios e Hipótesis. .... 75

8.1 FACTORES DE LONGITUD EFECTIVA. .... 75  
8.2 REVISION DE TRABES. .... 75  
8.3 FACTORES DE AMPLIFICACION DE MOMENTOS. .... 75  
8.4 CARGAS EN ELEMENTOS. .... 75  
8.5 CONDICIONES DE FRONTERA EN ELEMENTOS Y GRADOS DE LIBERTAD  
NODALES. .... 76

## 1 INTRODUCCION Y OBJETIVOS

«El diseño de una estructura consiste fundamentalmente en determinar su resistencia y compararla con las solicitaciones que obran sobre ella durante su vida útil, para saber si es capaz de resistirlas con un coeficiente de seguridad adecuado.

El diseño de estructuras de acero es básicamente un proceso de revisión: se escoge una estructura con características geométricas y mecánicas determinadas y se calcula la capacidad de carga, la que se compara con las solicitaciones a que quedará sometida, además de que deben satisfacerse algunos requisitos de funcionalidad.

Por otra parte, el diseño también es un proceso iterativo, se propone las propiedades geométricas de los elementos, se hace el análisis estructural y posteriormente la revisión de los elementos que constituyen la estructura, que de no ser satisfactoria, se deberá efectuar nuevamente el proceso.

De manera general, las etapas de diseño de una estructura de acero son las siguientes :

- a) Estructuración y determinación de cargas.
- b) Análisis estructural.
- c) Revisión de elementos estructurales ~~=(diseño)~~.
- d) Si no es satisfactoria la revisión de la estructura (c), se modifica y se analiza nuevamente (b).
- e) Detallado de la estructura.

Se puede apreciar que el proceso de diseño puede ser laborioso y en el cual se tengan que hacer, para llevar a cabo la etapa de revisión, un gran número de operaciones algebraicas y de seleccionamiento de datos. Por esta razón se propone la elaboración de programas de computadora que permitan, al diseñador, efectuar la etapa de revisión de manera automatizada, esto es, una vez efectuado el análisis estructural, procesar los datos para llevar a cabo dicha etapa.

Dentro de las etapas del diseño de una estructura metálica, se encuentran la de análisis estructural y la de revisión de elementos de acero que normalmente debe hacerse de acuerdo con algún código. Estas dos etapas son sumamente laboriosas desde el punto de vista de operaciones numéricas, más aun, cuando se tienen que combinar acciones permanentes y accidentales; por ejemplo si se considera carga permanente y sismo en dos direcciones ortogonales, por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de 1987 (RDF87) se obtienen 13 combinaciones de carga que son necesarias contemplar en el diseño.

Adicionalmente a esto, los reglamentos, al evolucionar, han tratado de representar con mayor exactitud el comportamiento real de las estructuras, esto ha dado como consecuencia un incremento del número de parámetros que se requiere conocer y determinar, y de las operaciones numéricas necesarias para llevar a cabo la revisión de elementos de acero. Además, teniendo en cuenta que el proceso de diseño es iterativo, al no ser satisfactoria la revisión, se deberán modificar las secciones transversales de los elementos que forman la estructura, y volver a efectuar las etapas de análisis y de revisión.

Por las razones antes mencionadas, se pensó en la necesidad de elaborar un sistema que fuese capaz de llevar a cabo, en forma automatizada, los procesos de análisis y revisión de estructuras metálicas de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 1987 (NTC-RDF87)<sup>1</sup>, aprovechando dos herramientas existente de análisis estructural, los programas ATL88<sup>o</sup> y RTZ88<sup>o</sup>; el primero hace análisis elástico tridimensional de estructuras y el segundo hace análisis dinámico modal espectral por medio de vectores de Ritz.

Con la elaboración del sistema de revisión de elementos de acero se pretende crear una herramienta eficiente para el ingeniero estructurista, que le permita por ejemplo, evaluar de manera relativamente sencilla y rápida diferentes propuestas de estructuración, formar un soporte en el diseño de estructuras de acero, llevar a cabo la revisión de estructuras que deben satisfacer el código vigente y que fueron diseñadas con códigos anteriores, o bien comparar el diseño de una estructura aplicando diferentes reglamentos.

Los programas de revisión de estructuras de acero se han elaborado de acuerdo con los códigos de diseño más utilizados en nuestro medio, los cuales son:

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus normas técnicas complementarias de 1987 (NTC-RDF87)<sup>1</sup>.  
(Diseño por factores de carga y resistencia).
- Especificaciones para el Diseño, Fabricación, y Montaje para Estructuras de Acero del "American Institute of Steel Construction" de 1982 (AISC-78)<sup>2</sup>  
(Diseño por esfuerzos permisibles).

El sistema que se ha elaborado para efectuar la revisión de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus normas técnicas complementarias de 1987 (NTC-RDF87)<sup>1</sup>, consta de los siguientes módulos:

- Programa para la revisión de estructuras de acero, de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas<sup>1</sup>. (Se excluye la revisión de elementos, cuya sección transversal sea tipo 4 ( esbeltas ) ).
- Programas de obtención de datos para la revisión de elementos estructurales a partir de los datos y resultados del análisis estructural.
- Programa para efectuar el proceso de revisión de elementos de acero.

De acuerdo con las especificaciones del "American Institute of Steel Construction" de 1978<sup>2</sup> se ha elaborado solamente las subrutinas para la revisión de estructuras de acero, excluyendo la posibilidad de pandeo local. Cabe mencionar que los programas de procesamiento de datos para ambos reglamentos son diferentes, se puede decir de manera general que los procesadores para el AISC78<sup>2</sup> son un caso particular de los correspondientes a las NTC-RDF87<sup>1</sup>.

El sistema para la revisión de elementos de acero, se ha elaborado de tal manera que pueda cumplir con los siguientes objetivos:

- Facilidad para la entrada y salida de datos.
- Eficiencia en la intercomunicación de módulos y ejecución de procesos.
- Reporte adecuado de resultados, que muestren al diseñador el estado de la estructura.

Se ha pensado en un sistema que cumpla con las etapas que normalmente se siguen para el diseño de una estructura. Para la ejecución del sistema, se han definido las siguientes etapas:

- 1.- Elaboración del modelo de la estructura.
- 2.- Formulación del archivo de datos para el análisis estructural
- 3.- Formulación del archivo de datos para la revisión de elementos de acero.
- 4.- Efectuar la corrida del análisis estructural.
- 5.- Efectuar el proceso de revisión de elementos de acero.
- 6.- Si la revisión de elementos estructurales no es satisfactoria, a juicio del diseñador, se podrá repetir el proceso en la etapa que se considere conveniente.

En resumen, el objetivo del presente trabajo es el de elaborar un sistema de revisión de elementos de acero de acuerdo con el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de 1987<sup>1</sup> y con las especificaciones del "American Institute of Steel Construction" de 1978<sup>2</sup>, aprovechando el programa de análisis lineal tridimensional ATL88<sup>o</sup>, se tal manera de formar una herramienta de diseño para el ingeniero estructurista.

Es importante señalar que se consideró hacer el sistema de revisión de elementos de acero tomando los resultados de un programa de análisis tridimensional, esto es con el objeto de poder implementar el proceso tanto a estructuras regulares e irregulares. Cabe mencionar que el programa ATL88<sup>o</sup> cuenta con la opción de análisis de marcos planos ortogonales .

Adicionalmente, es importante mencionar que actualmente tanto los equipos de cómputo, procesadores, etc. (Hardware), como los lenguajes de programación, compiladores, etc. (Software), han evolucionado considerablemente, lo que permite que la mayor parte de los ingenieros estructuristas puedan tener acceso a equipos de cómputo (microcomputadoras) de manera económica, que le simplifiquen la solución de procesos numéricos. Se considera que es importante aprovechar el desarrollo, la evolución e implementación de las microcomputadoras.

De esta manera se propone un sistema para la revisión de estructuras de acero que pueda ser de utilidad al Ingeniero Estructurista, disminuyéndole el tiempo que dedica a procesos numéricos e incrementándole el tiempo disponible a tarea creativas que no pueden ser remplazadas por una computadora. Se pretende además, que este sistema sea aplicable a computadoras personales, en las que se pueden resolver hoy en día problemas relativamente grandes (sistemas de más de 10,000 ecuaciones).

En los capítulos siguientes se explica el contenido, modo de operación del sistema propuesto, así como un ejemplo de aplicación. En el capítulo 2 se explica de manera resumida la estructuración del sistema, y el contenido de cada una de las subrutinas y archivos que lo constituyen. En el capítulo 3 se muestra un ejemplo sencillo que ha sido resuelto aplicando el sistema propuesto. En el capítulo 4 se encuentran las conclusiones y algunos comentarios.

Por lo que respecta a los apéndices, en el A aparece un resumen de las expresiones utilizadas en la revisión de estructuras de acero de acuerdo con NTC-RDF87 y AISC-78, así como un glosario de términos. Este apéndice se ha considerado de importancia, dado que de alguna manera resume el contenido de las subrutinas que llevan a cabo la revisión de los elementos estructurales de acero.

En el apéndice B se encuentran algunos de los listados de las subrutinas y/o archivos que se han juzgado de mayor interés. En caso de desear otros listados, el sistema se encuentra completo en los "diskettes" anexos, o bien se puede solicitar su impresión.

## 2 SUBROUTINAS Y SUS FUNCIONES

### 2.1 Introducción.-

Para la elaboración del programa REA88 (Revisión de elementos de acero), se ha aprovechado la existencia de otras herramientas relativas al análisis estructural, por un lado el programa ATL88<sup>o</sup> que realiza análisis elástico lineal tridimensional, y por otro, el programa RITZ88<sup>o</sup> que realiza análisis dinámico espectral modal por medio de vectores de RITZ.

En la figura 1 se muestra el sistema que se ha adoptado para ensamblar el programa de revisión de elementos de acero REA88, el cual consiste de dos módulos fundamentales ATL88 Y RTZ88. En la siguiente tabla se encuentra resumida la estructura del sistema ya incorporado el programa REA88:

SISTEMA DE ANALISIS Y REVISION DE ELEMENTOS DE ACERO	ATL88 <sup>o</sup>	RTZ88 <sup>o</sup>	REA88
Archivo de datos de entrada	(* .ATL)	(* .RTZ) (* .DAT <sup>ATL</sup> )	(* .REA)
Archivo de datos resultados	(* .RES)	(* .RTZ)	(* .RES)
Archivo de datos y resultados en binario	(* .DAT)	(* .DAT)	

Este sistema se ha desarrollado dentro del sistema operativo MS-DOS, utilizado por la mayoría de la computadoras personales. Esto ha sido con el objeto de hacerlo lo más accesible posible.

Por otra parte es importante señalar, que este sistema está escrito en lenguaje C<sup>o</sup>, dado que proporciona, entre otras, las siguientes ventajas:

- Es un lenguaje de alto nivel y estructurado.
- Permite trabajar con lenguajes de bajo nivel (ej. Assembler)
- Es transportable a otros sistemas operativos.
- Ofrece un manejo versátil de estructuras de variables y archivos.
- Permite el uso de apuntadores a variables.
- Permite versatilmente la segmentación de un programa en una serie de subrutinas con el objeto de hacerlo mas claro y eficiente.

De acuerdo con la última ventaja señalada, el programa REA88 se ha segmentado en una serie de módulos que contienen a su vez subrutinas. Esto ha sido con el objeto de hacerlo claro y lo mas eficiente posible. Por otra parte, cabe mencionar, que hay módulos y subrutinas que se utilizan en diferentes procesos.

En las secciones siguientes, se describe el contenido de módulos, subrutinas y archivos más importantes que constituyen el programa de revisión de elementos de acero REA88. Se han construido las rutinas para la revisión de acuerdo con NTC-RDF87 y AISC78 y el procesador de datos y resultados para NTC-RDF87. En el apéndice A se encuentran, a manera de ejemplo, los listados de las subrutinas que forman el programa REA88.

Por último, al final de este capítulo, se encuentran los diagramas de bloques relativos al programa REA88 que pueden aclarar el contenido de las siguientes secciones.

## 2.2 DISEÑO.C

**FUNCION.**- Subrutina para la revisión de elementos de acero de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del Reglamento del Distrito Federal de 1987 (NTC-RDF87)<sup>1</sup>.

### VARIABLES DE ENTRADA.-

- Propiedades del material.
- Parámetros de la sección transversal.
- Elementos mecánicos de diseño
- Parámetros del entrepiso ( Para elementos en flexocompresión )
- Factores de longitud efectiva ( Para elementos en flexocomp.)
- Datos del análisis por carga accidental ( sismo Q ).

### VARIABLES DE SALIDA.-

- VARIABLES CORRESPONDIENTES A LA REVISIÓN ESTRUCTURAL:
- Revisión por carga axial.
  - Revisión a flexión.
  - Revisión a flexocompresión.
  - Revisión por cortante.

**DESCRIPCIÓN GENERAL.**- Esta subrutina constituye la parte medular del programa REAP88 cuyas funciones son las siguientes:

- Clasificación de las secciones transversales, para miembros en compresión axial, flexión y flexocompresión.
- Revisión de elementos en tensión.
- Revisión de elementos en compresión, incluyendo el estado límite de pandeo por flexotorsión y por torsión.
- Revisión de elementos en flexión.
- Revisión de elementos flexocomprimidos. Se ha considerado el dimensionamiento de columnas que forman parte de estructuras Regulares e irregulares, cuando las fuerzas normales y los momentos se obtienen por medio de un análisis convencional de primer orden basado en la geometría inicial de la estructura.

- Revisión de elementos en flexotensión.
- Revisión por cortante.
- Cálculo de propiedades geométricas para secciones "I", "H", cajón ("C") y ángulos ("L").

### 2.3 PISOI.C .

FUNCION.- Subrutina para la obtención de las cargas críticas nominales de pandeo elástico, y determinación de los factores de amplificación de momentos  $B_2$ .

#### VARIABLES DE ENTRADA .-

- Mapa de bits de los elementos que forman el entrepiso.
- Propiedades geométrica de las secciones transversales.
- Propiedades de los materiales.
- Datos de cada condición de carga ( Elementos mecánicos )
  - Identificación.
  - Número del archivo de datos.
  - Tipo de condición de carga.
  - Número de condición.
  - Si produce desplazamientos laterales significativos.
- Vector de multiplicadores de carga.
- Vector de cosenos directores de los ejes de análisis.

#### VARIABLES DE SALIDA.-

- Suma de fuerzas axiales de diseño de todas las columnas del entrepiso.
- Suma de cargas críticas de pandeo elástico de todas las columnas que constituyen el entrepiso, en las direcciones de análisis.
- Fuerza cortante de diseño de un entrepiso.
- Factores de amplificación de momentos para el diseño de piezas flexocomprimidas
- $B_2$

DESCRIPCION GENERAL.- El objetivo de esta subrutina es la de obtener los parámetros que intervienen en el cálculo de los factores de amplificación de momentos, los cuales son:

- $P_u$  = Fuerza axial de diseño que obra sobre la columna.
- $P_{ax}, P_{ay}$  = Cargas críticas nominales de pandeo elástico alrededor de los ejes locales de la columna (x,y).
- $P_{.x}, P_{.y}$  = Cargas críticas nominales de pandeo elástico en dirección de los ejes de análisis (X,Y).

- $\Sigma P_{.x}, \Sigma P_{.y}$  = suma de cargas críticas de pandeo elástico de todas las columnas del entrepiso en consideración, en la dirección de análisis.
- $\Sigma P_u$  = Suma de fuerzas axiales de diseño en todas las columnas del entrepiso en consideración.
- $\Delta H$  = desplazamiento horizontal relativo de los niveles que limitan el entrepiso en consideración, en dirección que se esta analizando, producido por las fuerzas de diseño.
- $\Sigma H_x, \Sigma H_y$  = suma de todas las fuerzas horizontales de diseño encima del entrepiso consideración. (Fuerza cortante de diseño en el entrepiso, en la dirección de análisis).

Dentro de esta subrutina se calculan los siguientes parámetros:

- Factores de longitud efectiva de todas las columnas que forman el entrepiso en cuestión, tanto para extremos restringidos como permitidos, alrededor de los ejes locales de la columna y alrededor de ejes paralelos a los de las direcciones de análisis ( $K_{xti}, K_{xtp}, K_{yti}, K_{ytp}, K_{Xti}, K_{Xtp}, K_{Ytp}, K_{Yti}$ ).

Para el cálculo de los factores de longitud efectiva ( $K$ ) se resuelve la ecuación característica de la cual provienen los nomogramas propuestos en los comentarios de NTC-RDF87. Las hipótesis que se hacen para obtener la ecuación característica, pueden verse en el capítulo 10 ( Marcos rígidos II: Pandeo) de la referencia 3. Esta subrutina tiene el nombre de LON.c .

Cabe mencionar que se deja la posibilidad de dar como datos las longitudes libre de pandeo .

- Cargas críticas de pandeo elástico, tanto para extremos restringidos como permitidos, alrededor de los ejes locales de la columna y alrededor de los ejes paralelos a los de las direcciones de análisis ( $P_{exti}, P_{extp}, P_{eyti}, P_{eytp}, P_{eXti}, P_{eXtp}, P_{eYti}, P_{eYtp}$ ).

- Suma de cargas críticas de pandeo elástico para extremos no restringidos alrededor de los ejes paralelos a las direcciones de análisis ( $SPeX, SPeY$ ).

- Suma de fuerzas axiales de diseño en todas las columnas del entrepiso en cuestión ( $SPu$ ).

- Fuerza cortante de diseño en el entrepiso, en las direcciones de análisis ( $SHx, SHy$ ).

- Desplazamientos horizontales relativos de los niveles que limitan el entrepiso en consideración, en las direcciones de análisis ( $\Delta Hx, \Delta Hy$ ).

Todos los datos que están relacionados con los elementos mecánicos, se obtienen para cada una de las combinaciones de carga .

Como etapas internas de cálculo, dentro de este programa se cuenta con las siguientes:

- Obtención de elementos mecánicos de los elementos que constituyen el entrepiso en cuestión, provenientes de los resultados del análisis estructural.

- Obtención de los desplazamientos de los nudos a los cuales están conectadas las columnas que constituyen el entrepiso.
- Cálculo de los elementos mecánicos multiplicados por los factores de carga correspondientes a cada una de las combinaciones de carga.
- Cálculo de los desplazamientos de los nudos multiplicados por los factores de carga.
- Obtención de la matrices de transformación, a partir de los cosenos directores de los ejes locales de cada elemento y de los correspondientes a las direcciones de análisis. Todos los cosenos directores, están referidos a las direcciones globales del programa de análisis estructural.

Los valores obtenidos por medio del programa PISOI.C son almacenados en las estructuras de datos que se encuentran definidos en el archivo REAP.H, los cuales se dividen en datos que dependen de la condición de carga en consideración y datos que son independientes de este parámetro.

Este programa se puede ejecutar para cualquier entrepiso de la estructura o para todos los entrepisos que la constituyen.

#### 2.4 EMFC.C .

**FUNCION.-** Subrutina para la obtención de los elementos mecánicos de diseño para columnas que forman parte de estructuras regulares e irregulares .

##### VARIABLES DE ENTRADA .-

- Parámetros de entrepiso (Resultados de PISOI.C).
- Parámetros del elemento.
- Tipo de elemento.
- Datos de cada condición de carga.
- Parámetros generales de la Estructura.
- Vector de cosenos directores de las direcciones de análisis.

##### VARIABLES DE SALIDA.-

- Elementos mecánicos de diseño para elementos en flexocompresión.

**DESCRIPCION GENERAL.-** El objetivo de esta subrutina es el de obtener los factores de amplificación de momentos  $B_1$ , y posteriormente calcular los elementos mecánicos de diseño, tomando en cuenta que las fuerzas normales y los momentos se han obtenido por medio de un análisis convencional de primer orden.

Dentro de esta subrutina se tienen las siguientes etapas:

- Obtención de los elementos mecánicos del elemento por revisar para cada condición de carga.
- Obtención de los momentos de diseño de la columna por revisar cuando forma parte de una estructura regular.

En este proceso es necesario distinguir entre los que provienen de cargas que sí ocasionan desplazamientos laterales apreciables de los niveles que limitan el entrepiso en consideración (Mtp) y aquellos que no los ocasionan (Mti).

- Obtención de los momentos de diseño de la columna por revisar, cuando forma parte de una estructura irregular.

En esta subrutina, también se requiere obtener una matriz de transformación a partir de los cosenos directores de los ejes locales de la columna y de los correspondientes a los ejes de análisis, con el objeto de transformar algunos parámetros que se indican en los comentarios de la subrutina..

De esta forma se obtiene el conjunto de elementos mecánicos de diseño correspondientes a cada una de las combinaciones de carga estipuladas en el Reglamento de Construcciones para en Distrito Federal<sup>1</sup>.

## 2.5 REVFC.C .

FUNCION.- Subrutina para efectuar la revisión de un elemento en flexocompresión o flexotensión.

### VARIABLES DE ENTRADA .-

- Variables de Entrepiso
- Parámetros del elemento (Elementos mecánicos diseño, etc.)
- Parámetros generales de la estructura.
- Propiedades geométricas de la sección transversal
- Vector de cosenos directores de los ejes de análisis.

### VARIABLES DE SALIDA.-

- Variables correspondientes a la revisión estructural de elementos a flexocompresión.

DESCRIPCION GENERAL.- Esta subrutina tiene como objetivo el de completar los datos que se requieren para la revisión de un elemento en flexocompresión o flexotensión y el de llevarla a cabo.

Dentro de este programa se tienen las siguientes etapas:

- Cálculo de las propiedades geométricas de la sección trasversal del elemento.
- Clasificación de la sección transversal del elemento de acuerdo con NTC-RDF87<sup>1</sup>.
- Revisión del elemento en flexocompresión o flexotensión, de acuerdo con NTC-RDF87<sup>1</sup>.
- Revisión por cortante .

Al término de este proceso se cuenta, entre otros, con dos parámetros que indicaran al diseñador el estado de la columna, estos son: RevCol y RevSec. El primero se refiere a la revisión de la columna completa y el segundo a la revisión

de las secciones extremas. Estos parámetros son el resultado de evaluar las diferentes expresiones propuestas en el reglamento. Cuando sean menor a 1 significa que la columna esta sobrada y cuando sea mayor a 1 significa que se encuentra escasa.

Debido a que, para secciones tipo 1 y 2 la relación entre acciones de diseño y resistencias no son lineales, no se puede hablar de porcentajes en los cuales esta sobrado o escaso el elemento.

## 2.6 EMPLEX.C .

**FUNCION.-** Subrutina para la obtención de los elementos mecánicos de diseño de un elemento en flexión.

### VARIABLES DE ENTRADA .-

- Número del elemento.
- Parámetros del elemento.
- Tipo de elemento.
- Vector de elementos mecánicos
- Datos de cada condiciones de carga.
- Vector de multiplicadores de carga.

### VARIABLES DE SALIDA.-

- Elementos mecánicos de diseño para elementos en flexión.

**DESCRIPCION GENERAL.-** Esta subrutina tiene como objetivo el de calcular los momentos de diseño de un elemento a flexión. Estos corresponden a los momentos de los extremos del elemento y al momento máximo, para cada una de las combinaciones de carga.

Dentro de esta subrutina se tienen las siguientes etapas:

- Obtención de los elementos mecánicos del elemento por revisar para cada condición de carga.
- Obtención de los elementos mecánicos de los extremos del elemento, combinados con los multiplicadores de carga.
- Obtención de los momentos máximos para cada combinación de carga.

Al término de este proceso, se obtiene el conjunto de elementos mecánicos necesarios para llevar a cabo la revisión por flexión de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal<sup>1</sup>. Se obtiene un conjunto de elementos mecánicos de diseño para cada una de las combinaciones de carga.

## 2.7 REVFLEX.C .

**FUNCION.-** Subrutina para efectuar la revisión de un elemento en flexión.

### VARIABLES DE ENTRADA .-

- Parámetros del elemento (Elementos mecánicos de diseño, etc)
- Parámetros generales de la estructura.
- Propiedades geométricas de la sección transversal.

**VARIABLES DE SALIDA.-**

- Variables correspondientes a la revisión estructural de elementos a flexión.

**DESCRIPCION GENERAL.-** Con esta subrutina se completan los datos requeridos para hacer la revisión por flexión y el de llevarla a cabo.

En esta etapa se realizan, en forma general, las siguientes operaciones:

- Cálculo de las propiedades geométricas de la sección trasversal del elemento.
- Clasificación de la sección transversal del elemento de acuerdo con NTC-RDF87<sup>2</sup>..
- Revisión del elemento en flexión de acuerdo con NTC-RDF87<sup>2</sup>.
- Revisión por cortante de acuerdo con NTC-RDF87<sup>2</sup>.

Al término de este proceso, se cuenta, entre otros, con dos parámetros que indicaran al diseñador el estado del elemento en flexión, estos son: Mrx y Md. El primero corresponde al momento flexionante resistente del elemento y el segundo al momento de diseño, que es el valor máximo del momento de diseño de los extremos del elemento y el máximo entre apoyos, para cada combinación de carga.

En el reporte de memoria de cálculo (impresión de resultados), se evalúa el cociente Md/Mrx y se obtiene el porcentaje en el cual esta escaso o sobrado el elemento.

**2.8 ACER.REA .**

**FUNCION.-** Contienen el archivo de datos adicionales a los incluidos en el archivo de resultados del programa de análisis, necesarios para llevar a cabo la revisión de elementos de acero.

**DESCRIPCION GENERAL.-** ACER.REA es un archivo de entrada de datos para la revisión de elementos estructurales de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 1987<sup>2</sup> . Este archivo, también tiene la finalidad de indicar cuales son los procesos que se deben llevar a cabo para efectuar la revisión de los elementos que forman la estructura.

En forma general, este archivo esta estructurado de la siguiente manera:

- Identificación:   Nombre del archivo  
                          Fecha.  
                          Proyecto.

Obra.  
Número de la revisión.  
etc.

- Definición de unidades empleadas.

Se refiere al sistema de unidades empleado para los datos del proceso. El programa se encargara de trasformarlo a las unidades de las NTC-RDF87.

- Parámetros: En esta sección se definen algunos parámetros de tipo general, los cuales se definen a continuación:

- NTEL:** Número total de elementos en la base de datos. (Se refiere al número máximo de elementos que constituyen un entrepiso).
- NENT:** Número máximo de entrepisos en la base de datos.  
Se refiere al número máximo de entrepisos que serán procesados.
- NCCC:** Número de condiciones de carga.  
Se refiere al número de condiciones de cargas consideradas. Las condiciones de carga pueden provenir de archivos diferentes al de resultados del programa de análisis elástico lineal tridimensional (ATL88)<sup>o</sup>, por ejemplo, si se realizó un análisis dinámico, empleando el programa RTZ88<sup>o</sup>.  
Todos los resultados se almacenan en una archivo del tipo <nombre del proyecto>.DAT.
- NCMC:** Número de combinaciones de carga.
- NARC:** Número de archivos de datos.  
Se refiere al número de archivos de donde se obtienen los resultados del análisis, que pueden provenir del ATL88<sup>o</sup> o del RTZ88<sup>o</sup>.
- CL\_E:** Clasificación general de la estructura (REGULAR o IRREGULAR)  
Para el diseño de elementos flexocomprimidos de acuerdo con NTC-RDF87<sup>1</sup>, se requiere clasificar la estructura en regular o irregular. Este parámetro influye en el cálculo de los momentos de diseño.
- CODI:** Código de diseño (RDFA, AISC).  
Como se mencionó, se ha implementado solamente el procesador para RDFA, sin embargo su adaptación para revisar elementos de acero de acuerdo con AISC78 o AISC86, es relativamente sencillo.
- CURV:** Curvatura de los elementos.  
(Ver explicación en condiciones y combinaciones de carga).
- Fy:** Esfuerzo de fluencia del material.  
(Para acero A-36, Fy=2530 kg/cm<sup>2</sup>).

- Definición de archivos

Se refiere a los archivos de resultados de los programas de análisis, ATL88<sup>o</sup> y/o RTZ88<sup>o</sup> que se requieren para la revisión de los elementos estructurales. Estos archivos se encuentran en binario (.dat).

Como ejemplo de esta sección, se tiene el siguiente:

```
{ARCH
  Arch: c:\cadse\ep_2\T____.dat}
}
```

En este caso, cadse\ep\_2 es el nombre del proyecto y T\_\_\_\_.dat es el archivo de resultados del análisis provenientes del programa ATL88<sup>o</sup>.

#### - Dirección de análisis:

La dirección de análisis se refiere a las direcciones que se definen para hacer un análisis por carga accidental, en este caso sismo o viento. Quedan definidas por los cosenos directores de los ángulos que forman los ejes de análisis con los ejes globales de la estructura.

#### - Condiciones y combinaciones de carga:

**Id:** Identificación de la condición de carga correspondiente  
Se refiere al tipo de condición de carga, que puede ser por ejemplo, carga gravitacional (CM+CV), sismo en dirección X (Sismo X) o en dirección Y (Sismo Y), etc.

**Arch:** Número del archivo en donde se encuentra la condición de carga correspondiente según la tabla de archivos definida anteriormente.  
Se refiere al identificador del archivo donde se encuentra la condición de carga correspondiente, de la numeración consecutiva de archivos.

**Cond:** Tipo de condición de carga.  
Se especifica si la condición de carga es estática (ESTAT) dinámica (DINAM) o dinámica estática equivalente (DIN\_EQ).  
La primera, (ESTAT), corresponde a condiciones de carga que provienen de resultados del programa ATL88<sup>o</sup>.

La segunda (DINAM), corresponde a condiciones de carga que provienen de resultados del programa RTZ88<sup>o</sup>, en donde se han combinado los elementos mecánicos por modo de vibración, razón por la cual se han perdido los signos de dichos elementos mecánicos y se requiere hacer alguna suposición en cuanto a la curvatura de los elementos. Se proveen distintos criterios, según se especifique el parámetro "curv":

**MODOP:** La curvatura de los elementos se asumen de acuerdo con el modo fundamental de vibración de la estructura.

**NINGUNA:** No se hace suposición acerca de la curvatura y por lo tanto se usa C=1.0 en las ecuaciones que lo requieran.

La tercera, (DIN EQ), corresponde a condiciones de carga que provienen de resultados del programa RITZ88, en donde se obtienen fuerzas nodales equivalentes resultado de la combinación de las fuerzas nodales de cada uno de los modos de vibración.

**ConC:** Número de condición de carga, estática o dinámica, Se refiere a la clasificación de la condición de carga correspondiente a una numeración consecutiva.

**DesL:** Indica si la condición de carga genera desplazamientos laterales apreciables o no. Para el diseño de elementos flexocomprimidos de acuerdo con NTC-RDF87<sup>1</sup>, se requiere hacer la distinción entre momentos de diseño producidos por cargas que no ocasionan desplazamientos laterales apreciables en los extremos de la columna (Mti) y momentos de diseño producido por cargas que sí los ocasionan (Mtp). Este parámetro tiene como objetivo hacer tal distinción.

**CMCx:** Define los multiplicadores de carga para la combinación de carga "x". De acuerdo con RDF87<sup>1</sup>, se definen los multiplicadores de carga, para acciones permanentes ya sea combinadas con acciones accidentales o no. Por ejemplo, de acuerdo con este reglamento, considerando sismo en dos direcciones ortogonales, se tendrían los siguientes multiplicadores de carga:

$$1.4(CM+CV)$$

$$1.1(CM+CV) \pm 1.1 (\text{SismoX}) \pm 0.33(\text{SismoY})$$

$$1.1(CM+CV) \pm 0.33(\text{SismoX}) \pm 1.1 (\text{SismoY})$$

(CM+CV) = Carga muerta + Carga Viva  
(Acción permanente)

(Sismo) = Sismo en dirección X o Y  
(Acción accidental)

Como ejemplo de esta sección se tiene el siguiente:

```
{COCO ...CC1.. ...CC2.. ...CC3.. ...
Id.:   Cm+Cv  SismoX  SismoY
Arch:   1      1      1
Cond:  ESTAT  ESTAT  ESTAT
ConC:   1      2      3
DesL:   No     Si     No
CMC1:  1.40   0.00   0.00
CMC2:  1.10   1.10   0.33
CMC3:  1.10   1.10  -0.33
.....
CMC9   1.10  -1.10  -0.33
...
CMC13  1.10   0.00  -1.10
}
```

- Definición de entrepisos:

En el caso de revisión de columnas, se deben definir los entrepisos correspondientes mediante los siguientes parámetros:

**ARHG:** Archivo de grupos. Contiene los nombres de los grupos de los entrepisos, si los hay, y los grupos de los elementos a revisar .

**grupo:** Es el nombre del grupo, dentro del archivo de grupos que contiene los elementos (columnas) que forman el entrepiso.

**Wi:** Peso de la construcción por encima del entrepiso en cuestión.

**hi:** Altura del entrepiso. Este parámetro es opcional, si se deja libre el espacio, el programa obtendrá el promedio de las alturas de las columnas que forman el entrepiso.

Como ejemplo de esta sección, se tiene:

```
{ARGr Archivo de grupos:
ACH1: \cadse\ep_2\ep_2_pis.gps
}
{ENTR grupo...  ....Wi....  ....hi....
En01: ep_1      3328.00    4.80
En02: ep_2      2912.00    3.20
.....
En08: ep_8      416.00     3.20
}
```

#### - Grupo de elementos a revisar:

Este grupo de datos consta de varias subsecciones, una para cada grupo de análisis que se especifique. Los parámetros que se requiere definir en esta sección son los siguientes:

**ARHG:** Archivo de grupos.  
Contiene los nombres de los grupos de los entrepisos, si los hay, y los grupos de los elementos a revisar.

**grupo:** Es el nombre de grupo de elementos que se desea procesar.

**tipo:** Es el tipo de elementos por procesar.  
Se refiere a la revisión de elementos a flexión <FLEXION>, flexocompresión <FLEXCOMP>, etc.).

**#elementos:** Es el número de elementos por revisar.  
La lista de los elementos por revisar y que constituyen el grupo, se especifica en el renglón inferior.

Como ejemplo de esta sección, se tiene el siguiente:

```
ARCH: \cadse\ep_3\ep_3_c2.gps
Grupo:<-----> tipo:<FLEXCOMP> #elementos:< 8>
31 32 33 34 35 36 37 38
Grupo:<Ent_01 > tipo:<FLEXION > #elementos:< 10>
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Grupo:<Ent_01 > tipo:<FLEXION > #elementos:< 0>
} Fin de los grupos de análisis
```

Con los datos del archivo ACER.REA, se completa el conjunto de datos para llevar a cabo el proceso de revisión de elementos de acero.

## 2.9 ACER.RES .

FUNCION.- Contiene los datos más importantes del archivo ACER.REA y los resultados del proceso de revisión de elementos de acero.

DESCRIPCION GENERAL.- Para el reporte de los cálculos efectuados durante la ejecución del programa de diseño de estructuras metálicas, se proponen 3 niveles de memoria de cálculo.

El primero consiste en indicar si la sección propuesta es adecuada o no, al reportar si se están satisfaciendo las distintas condiciones establecidas en el reglamento en cuestión. Cuando el reglamento en consideración este basado en el diseño por factores de carga y resistencia, no en todos los caso se puede comparar de manera lineal la resistencia con la solicitación.

Cuando esto se puede hacer, se reportará el cociente de la solicitación entre la resistencia de tal manera de definir el porcentaje en el cual se encuentra sobrado o escaso el elemento. Por ejemplo, al diseñar un elemento a flexión de acuerdo a las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras metálicas del Reglamento del Departamento del Distrito Federal ( NTC-RDF87 ) , se obtiene el valor del momento resistente MR, de tal manera que se puede evaluar alguna de las siguientes expresiones:

si  $Md/MR < 1.0 \Rightarrow$  La sección esta sobrada en  $(1 - Md/MR)*100\%$   
 si  $Md/MR > 1.0 \Rightarrow$  La sección esta escasa en  $(Md/MR-1.0)*100\%$

Por el contrario, cuando no se pueda evaluar este cociente, se reporta el valor de la expresión que se debe satisfacer de acuerdo con el reglamento considerado. Por ejemplo, para el diseño de un elemento flexocomprimido de acuerdo con NTC-RDF87<sup>2</sup>, se establece que una de las condiciones por satisfacer, correspondiente a la revisión de la columna completa, es la siguiente:

$$(M^*u_{ox}/M_{ucx})^{**beta} + (M^*u_{oy}/M_{ucy})^{**beta} \leq 1.0 \quad (3.4.6)$$

en este caso, se reporta la evaluación de esta expresión, de la siguiente forma:

El parámetro de revisión de la columna completa es:  
 <valor de la expresión>.

Este parámetro indica al diseñador el estado de la sección propuesta. Por otra parte al aplicar un reglamento basado en esfuerzos permisibles, se puede evaluar en todos los casos, la relación del esfuerzo actuante entre el esfuerzo permisible, en este caso, se reporta el porcentaje en el cual esta sobrado o escaso el elemento en cuestión, por ejemplo, el elemento (i) esta sobrado 25 %.

En el segundo nivel se reporta, aparte de las expresiones finales que indican el estado del elemento en cuestión, algunos parámetros importantes que muestran al diseñador el comportamiento, tanto del elemento considerado como de la estructura. Por ejemplo, un dato importante, para el diseño de un elemento flexocomprimido de acuerdo con las NTC-RDF87, son los factores de amplificación de momentos que están definidos por las ecuaciones siguientes:

$$B1 = C / ( 1 - Pu/Fr*PE ) \geq 1.0 \quad (3.4.13)$$

$$B2 = C / ( 1 - S(Pu)/Fr*S(PE) ) \quad (3.4.15)$$

$$B2 = 1 / ( 1 - S(Pu) \Delta OH / Fr (S H) L ) \quad (3.4.15)$$

En el tercer nivel, se reportan con detalle todos los valores de las expresiones que se evalúan para determinar la condición del elemento en cuestión.

En el apéndice B, se describen con detalle todas las expresiones que se evalúan al aplicar los códigos NTC-RDF87<sup>1</sup> y AISC78<sup>2</sup> y se indica el nivel de la memoria de cálculo en el cual aparecen evaluadas (Mi).

## 2.10 READF.H. .

**FUNCION.-** Archivo que contiene definición de estructuras de variables.

**DESCRIPCION GENERAL.-** En este archivo se encuentran definidas algunas estructuras de variables que se utilizan durante el proceso de revisión, además se definen valores constantes de algunas variables. El contenido de este archivo, puede verse en el listado correspondiente. Como ejemplo, se muestran dos estructuras, que son de interés:

```

struct episo{
char gr[10];          /* Grupo de elementos columna del entrepiso */
float SPex;          /* Suma de cargas críticas de pandeo elástico */
float SPEy;          /* de todas las columnas que forman el en- */
                    /* trepiso en las direcciones de análisis */
                    /* X y Y, para traslación permitida (K>1.0) */
float SPEimin;      /* Suma de cargas críticas mínimas de las co- */
float SPEpmin;      /* lumnas del entrepiso.(i=traslación impedi-*/
                    /* da; p= traslación permitida */
float Wi;           /* Peso de la construcción por encima del en- */
                    /* entrepiso en cuestión */
float hi;           /* Altura de entrepiso */
P_CC pcc[MAXCC];   /* Parámetros que dependen de la condición de */
                    /* carga */
} DF_PISO;

```

```

struct p_cc {
float SPu;          /* Parámetros del entrepiso que dependen de la */
                    /* condición de carga */
float SHx;          /* Suma de fuerzas axiales de diseño */
float SHy;          /* Fuerzas cortantes de entrepiso en dirección */
                    /* X y Y ( Direcciones de análisis ) */
float DeltaHx;     /* Desplazamientos horizontales relativos de */
float DeltaHy;     /* los niveles que limitan el entrepiso en */
                    /* dirección X y Y (Direcciones de análisis) */
float beta21X;     /* Factores de amplificación de momentos para */
float beta22X;     /* diseño de piezas flexocomprimidas, en di- */
float beta21Y;     /* rección X y Y de análisis */
float beta22Y;     /* */
} P_CC;

```

Como se puede observar, la estructura P\_CC dependen de la condición de carga considerada.

### 2.11 REAP.H .

**FUNCION.-** Este archivo incluye definiciones de variables globales y definiciones para el programa REA88.

**DESCRIPCION GENERAL.-** Entre las variables globales, se encuentran los apuntadores de cada uno de los archivos y secciones del proceso.

En el listado correspondiente se puede ver con detalle el contenido de este archivo.

### 2.12 REAP88.C .

**FUNCION.-** Preprocesador del programa de revisión de elementos de acero.

**DESCRIPCION GENERAL.-** REAP88.C es el programa principal, y constituye el procesador del sistema. De manera general, se encarga de ordenar la ejecución de los demás módulos y entre sus funciones se encuentran las siguientes:

- Imprime datos generales en pantalla.
- Despliega encabezado en pantalla.
- Abre archivos.
- Verifica los parámetros de la corrida.
- Lee la identificación de la corrida.
- Identifica las secciones de datos.
- Inicializa a cero los apuntadores.
- Lee los archivos de datos.
- Lee los datos de los entrepisos.
- etc.

### 2.13 C\_ENT.C .

**FUNCION.-** Controlador de la revisión de elementos en flexocompresión.

**DESCRIPCION GENERAL.-** Esta subrutina tiene como objetivo, la de controlar las subrutinas que intervienen en la revisión de elementos en flexocompresión. De manera general sus funciones son las siguientes:

- Ejecuta la subrutina PISO.C para obtener los parámetros de diseño de cada entrepiso.
- Ejecuta la subrutina EMFC.C para cada elemento.
- Ejecuta la subrutina REVFC.C para cada elemento.
- Manda imprimir, al archivo de resultados ACER.RES, los parámetros calculados.

### 2.14 C\_FLEX.C

**FUNCION.-** Controlador de la revisión de elementos en flexión.

**DESCRIPCION GENERAL.-** Esta subrutina tiene como objetivo, la de controlar las subrutinas que intervienen en la revisión de elementos en flexión. De manera general sus funciones son las siguientes:

- Ejecuta la subrutina EMFLEX.C para cada elemento.
- Ejecuta la subrutina REVFLEX.C para cada elemento.
- Manda imprimir, al archivo de resultados ACER.RES, los parámetros calculados.

## 2.15 LECOC.C .

**FUNCION.-** Esta subrutina tiene como único objetivo, el de leer las condiciones y combinaciones de carga del archivo de datos REAP.H.

## 2.16 AISC82.C .

**FUNCION.-** Subrutina para la revisión de elementos de acero de acuerdo con las Especificaciones para el Diseño, Fabricación y Montaje del "American Institute of Steel Construction" de 1978 ( 8a edición)<sup>2</sup>.

### VARIABLES DE ENTRADA.-

- Propiedades del material.
- Parámetros de la sección transversal.
- Elementos mecánicos .
- Factores de longitud efectiva ( Para elementos en flexocomp.)

### VARIABLES DE SALIDA.-

- Variables correspondientes a la revisión estructural:
- Revisión por carga axial.
  - Revisión a flexión.
  - Revisión a flexocompresión.
  - Revisión por cortante.

**DESCRIPCION GENERAL.-** Esta subrutina contiene los procesos para la revisión de elementos de acero, las cuales son las siguientes:

- Cálculo del esfuerzo permisible en tensión.
- Cálculo del esfuerzo permisible en compresión.
- Cálculo del esfuerzo permisible en flexión.
- Revisión de elementos en flexocompresión.
- Revisión de elementos en flexotensión.
- Revisión por cortante.
- Calculo de propiedades geométricas para secciones "I", cajón, y "L".

Se ha descrito de manera somera el contenido y las funciones de las subrutinas y archivos más importantes para llevar a cabo el proceso de revisión de elementos de acero. En caso de desear profundizar en su contenido, en los "diskettes" anexos, se encuentran los listados de ellos, y con los comentarios inscritos en el lado derecho, se podrán entender las funciones que realizan.

Como se mencionó, se han construido los programas de revisión de elementos de acero de acuerdo con NTC-RDF87<sup>1</sup> y AISC78<sup>2</sup>, así como también los programas del procesador de datos y resultados para NTC-RDF87<sup>1</sup>. La adaptación de este procesador a los códigos AISC78<sup>2</sup> y AISC86, es una tarea relativamente sencilla, aunque laboriosa.

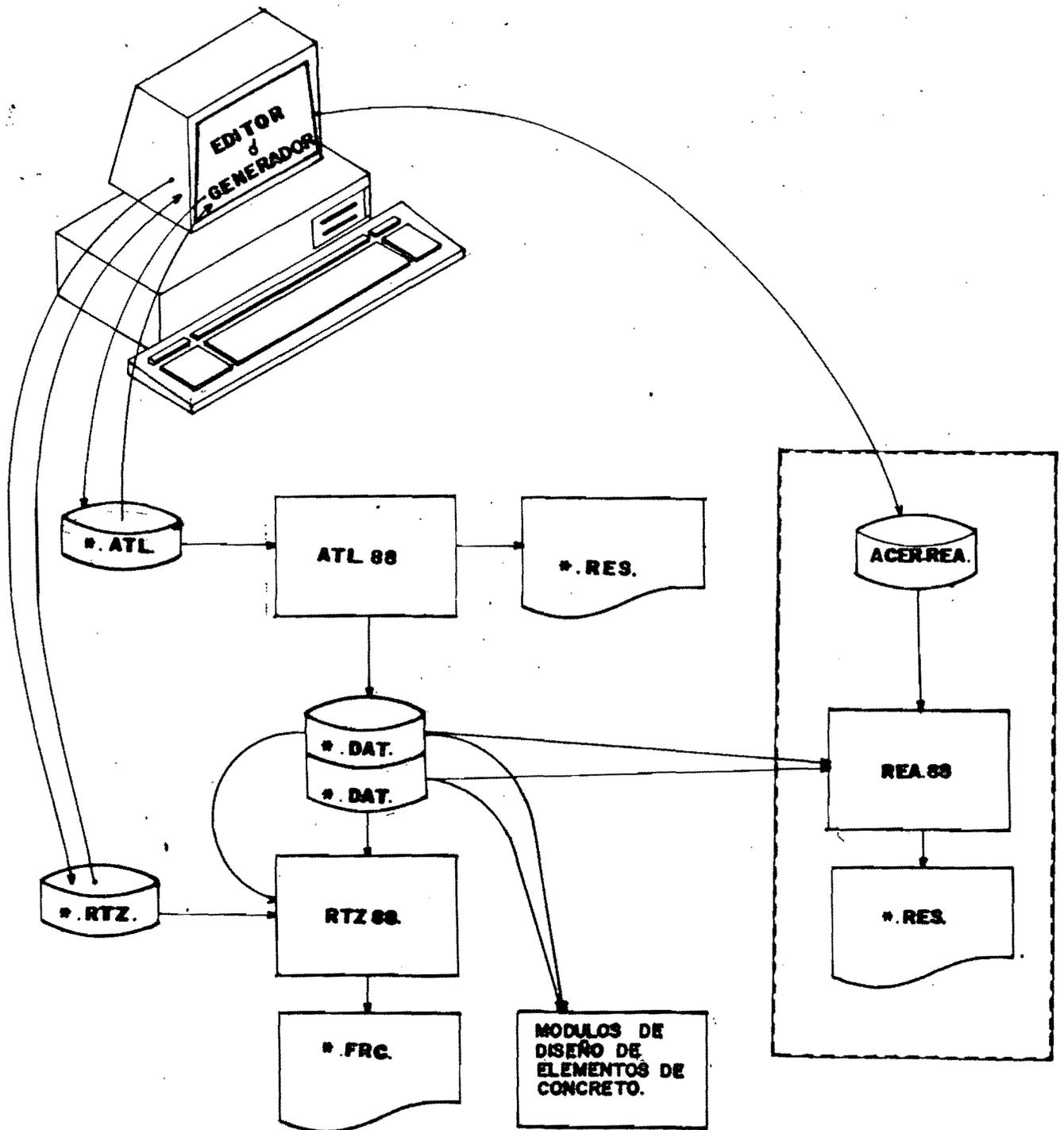
## 2.17 DIAGRAMAS DE BLOQUES

En las figuras siguientes se encuentran los diagramas de bloques correspondientes a los procesos del programa REA88.

En la figura 2 se puede observar esquemáticamente el proceso para hacer la revisión de una estructura de acero empleando el sistema que contiene a los programas ATL88, RTZ88 y REA88.

En las figuras 3 a 9 se muestran los diagramas de bloques del programa REA88.

Finalmente en las figuras 9 y 11 se encuentran las definiciones de ejes de análisis, globales y locales, así como la definición de entrepiso y de los parámetros para secciones I y en cajón.



**NOMENCLATURA**

-  ARCHIVO DE DATOS.
-  PROGRAMA.
-  ARCHIVO DE RESULTADOS.

FIG. 2.1

# DIAGRAMA PARA LA REVISION DE ELEMENTOS DE ACERO

POR MEDIO DEL PROGRAMA REAP88. (NTC-RDF87)

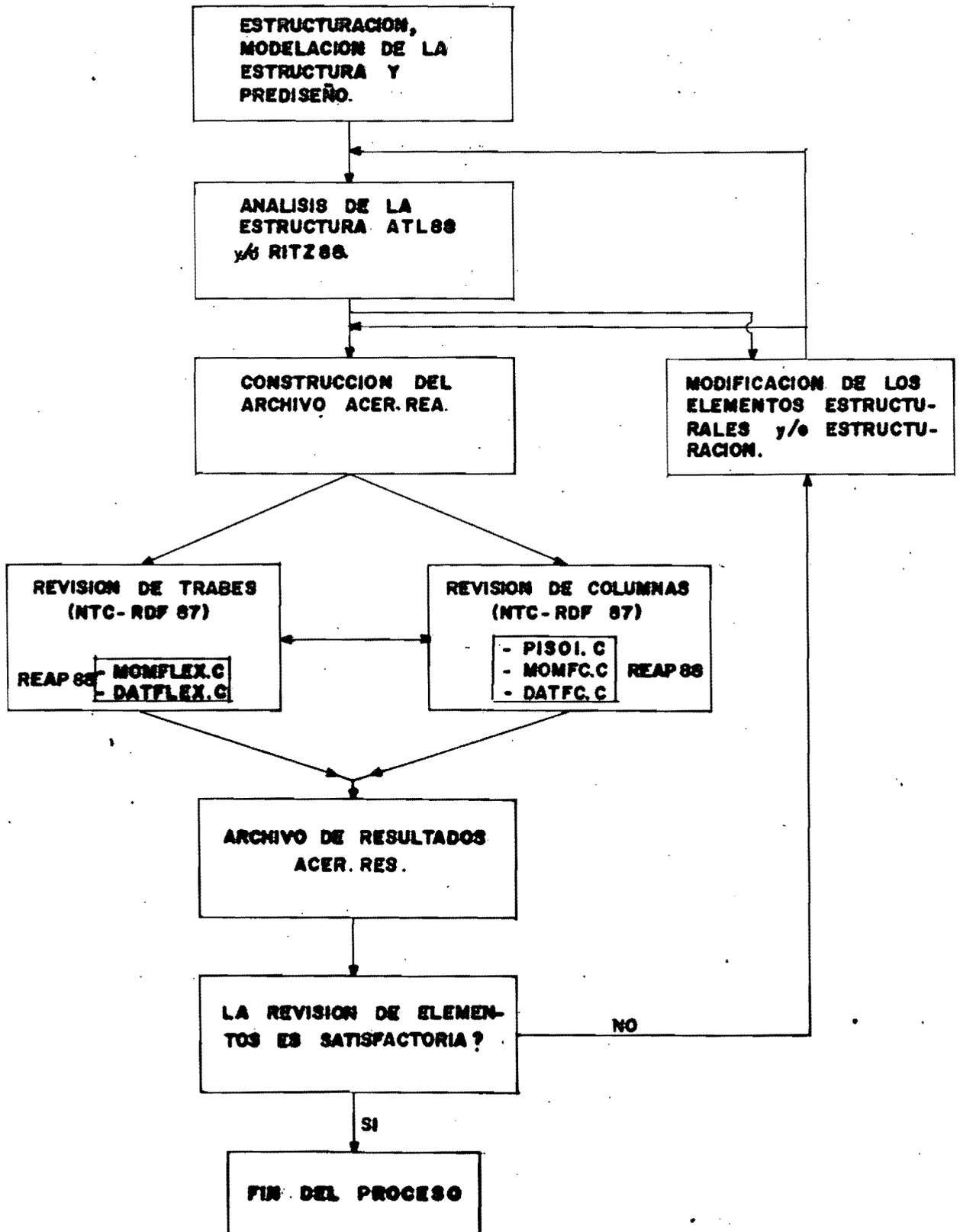
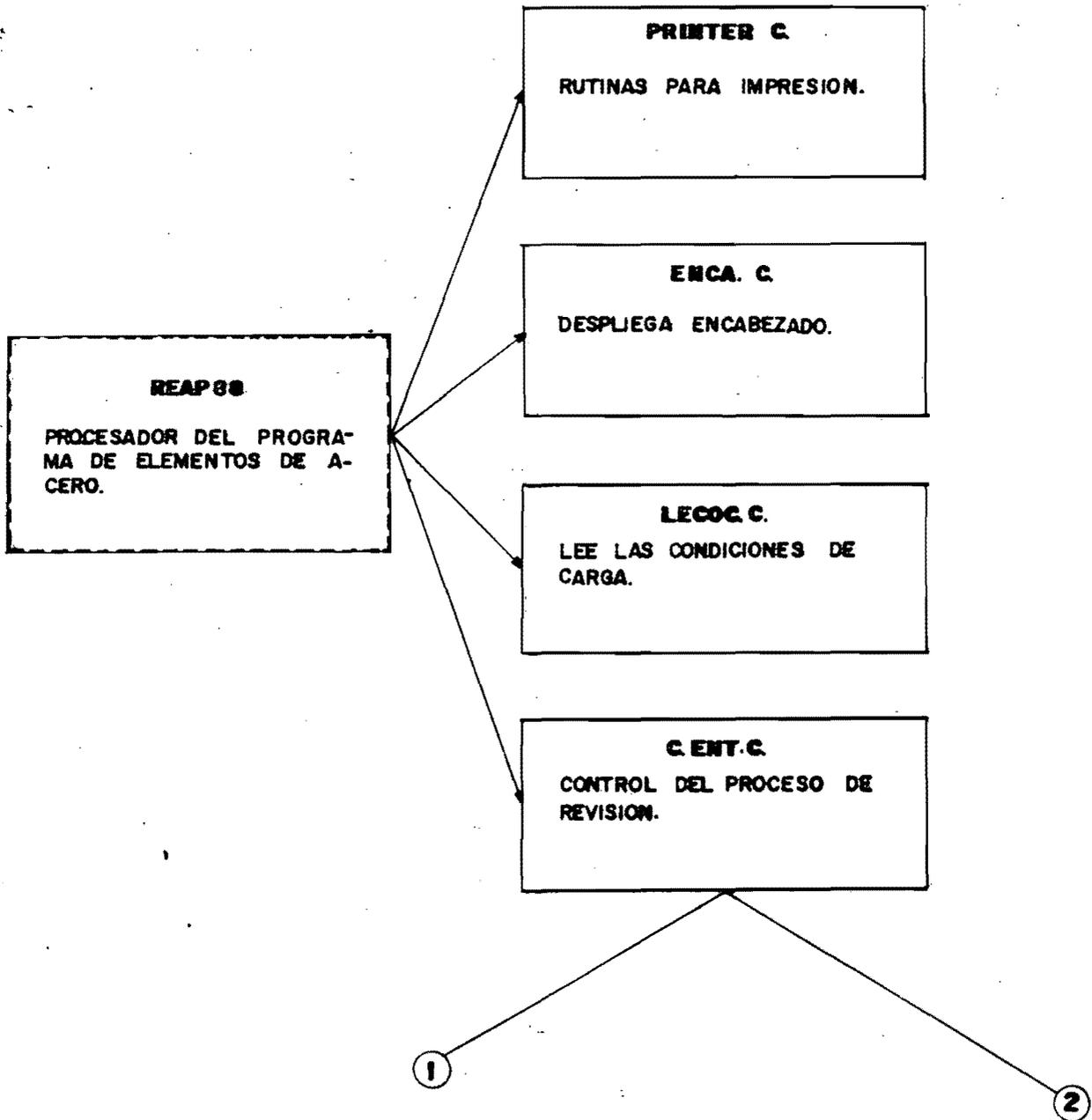


FIG. 2.2.

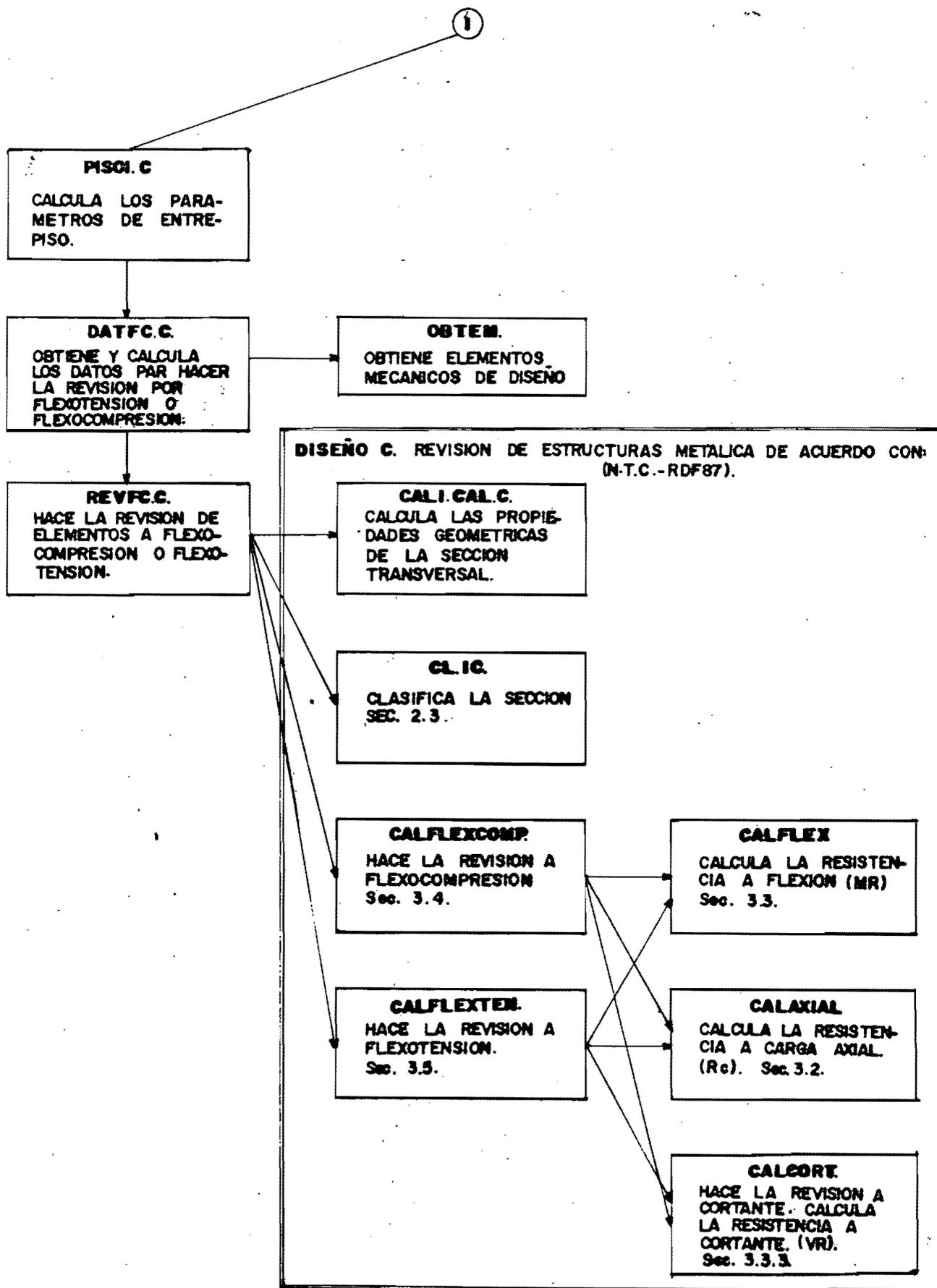
**PROCESO DEL PROGRAMA REAP88.**

**REVISION DE ELEMENTOS DE ACERO DE ACUERDO CON NTC.-RDF87**



**FIG. 2.3.**

**REVISION DE ELEMENTOS EN FLEXOCOMPRESION O FLEXOTENSION.**



FIG, 2.3

DISEÑO DE ELEMENTOS EN FLEXION.

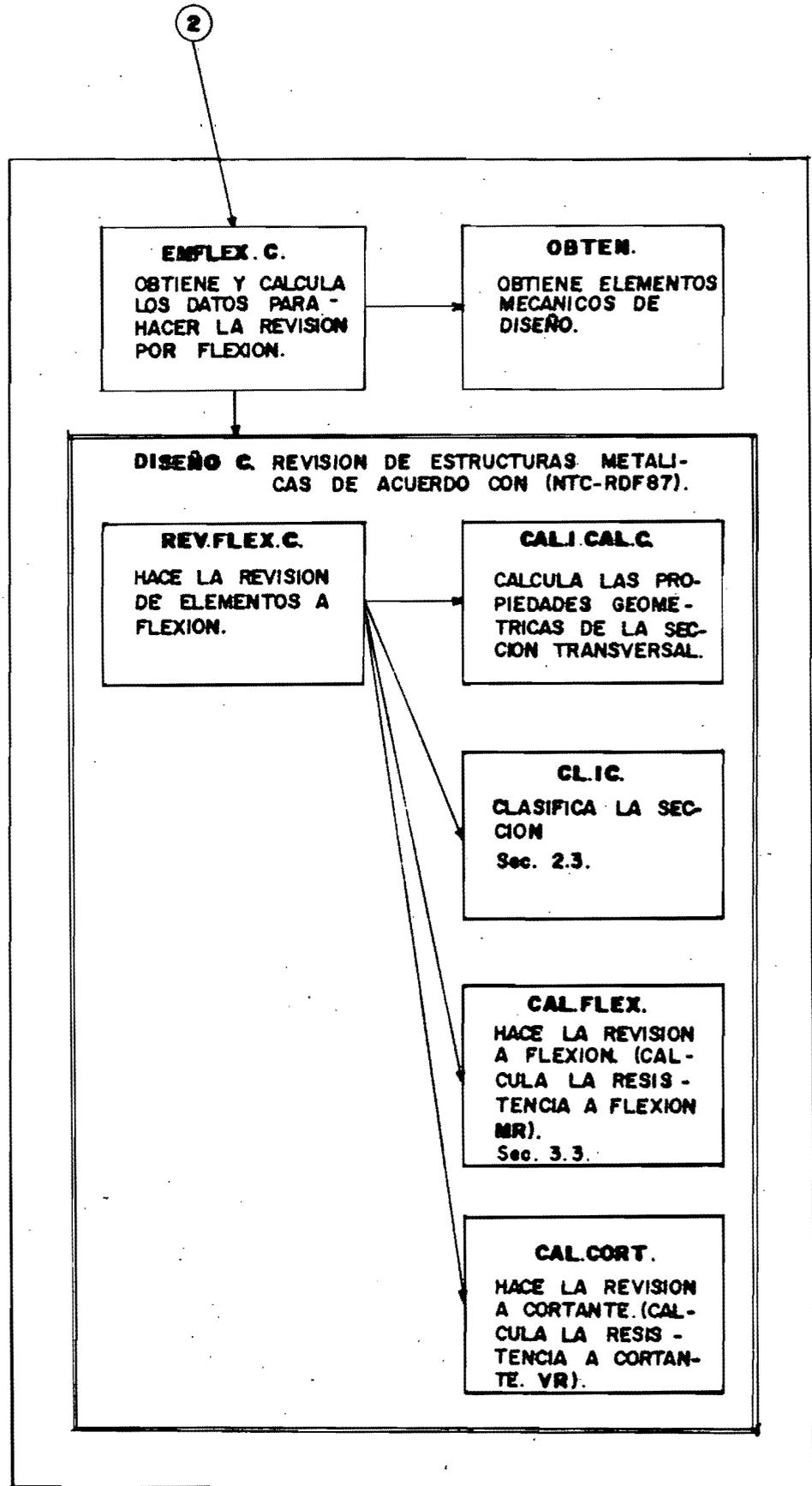


FIG. 23.

**REVISION DE ELEMENTOS A CARGA AXIAL ColAXTEN, ColAXIAL, Col.AXTOR.**  
(NTC.-RDF87).

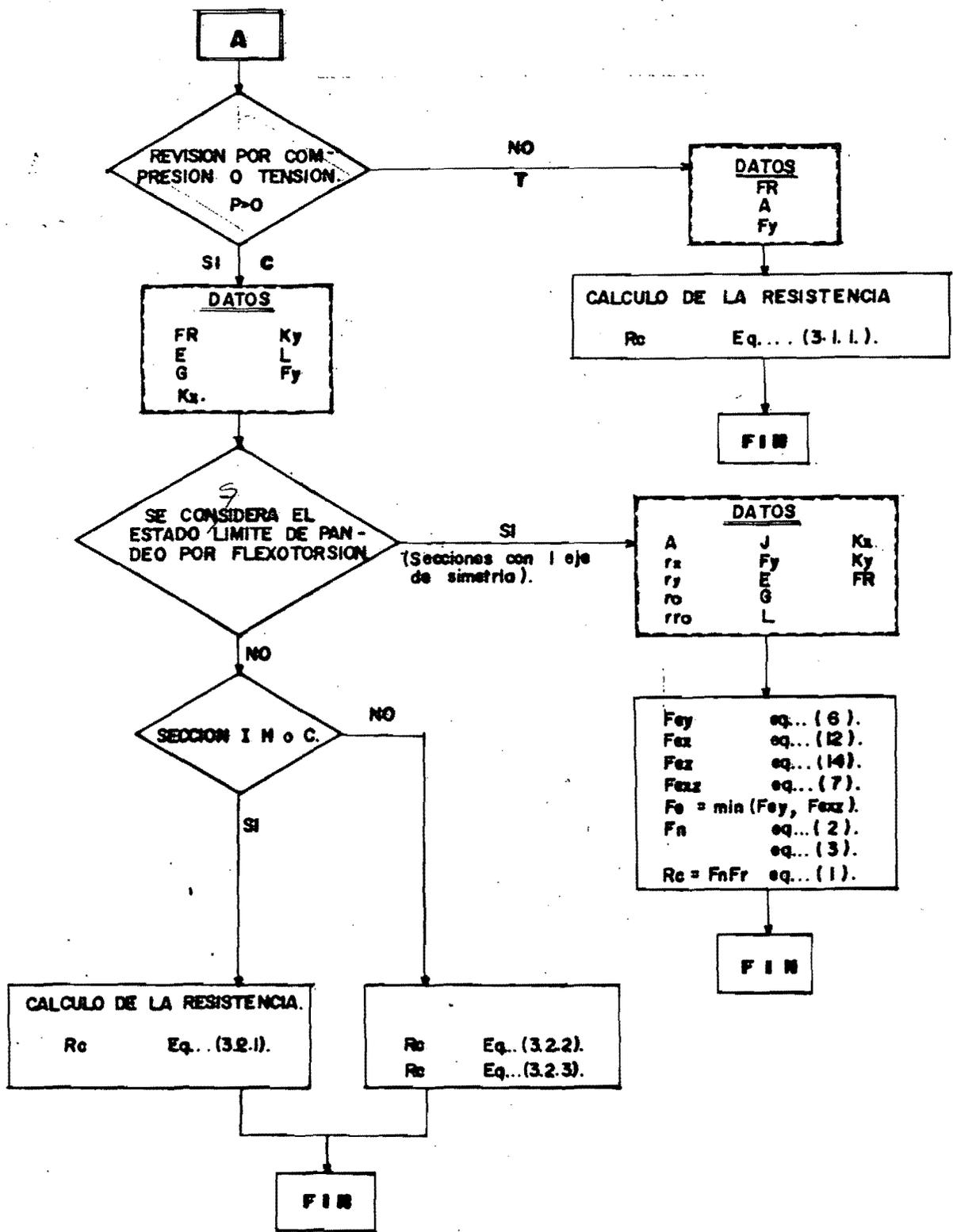


FIG. 2.4.

## DISEÑO C

REVISIÓN DE ELEMENTOS DE ACERO DE ACUERDO CON LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DEL REGLAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL DE 1987. (NTC-RDF87)

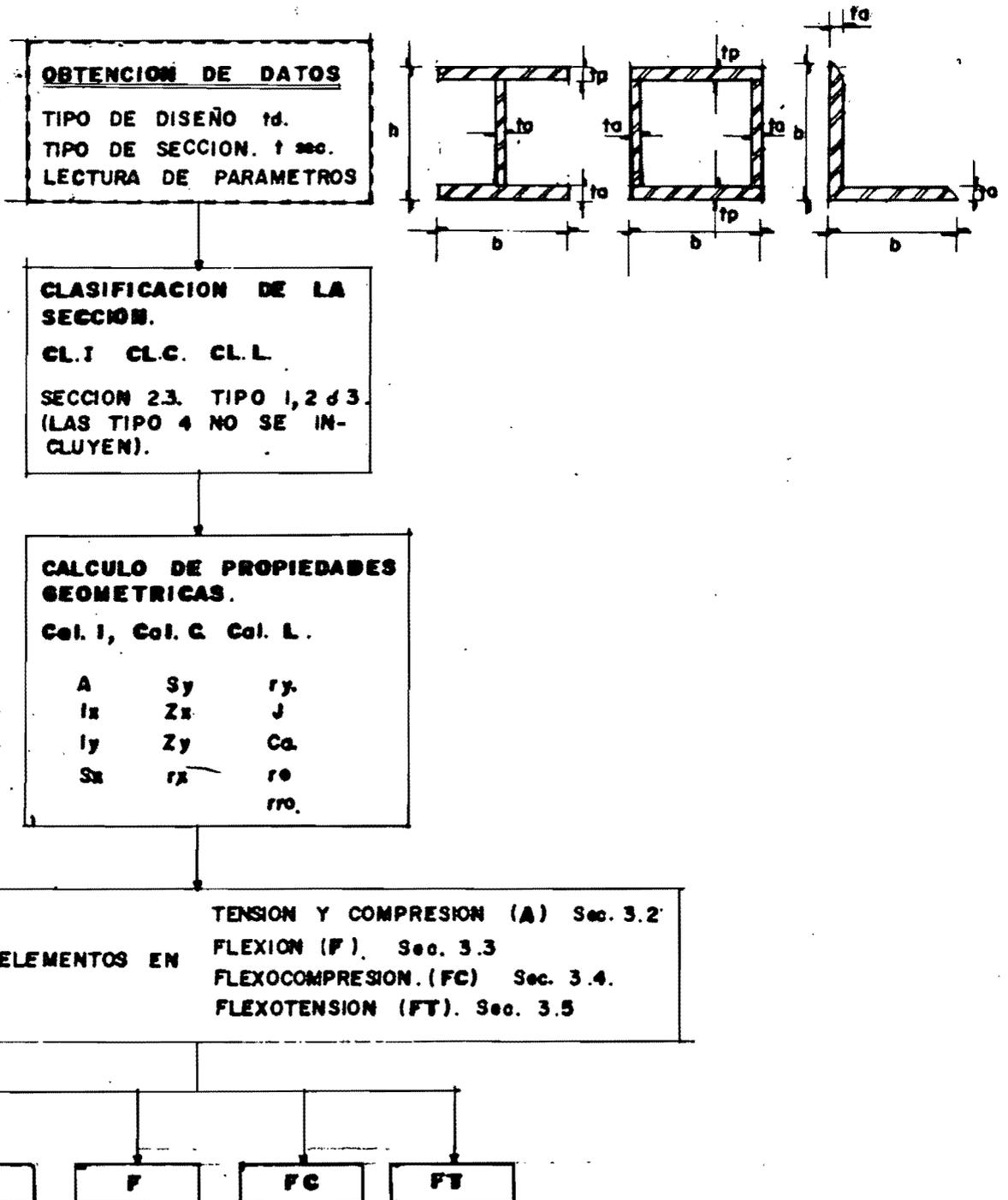


FIG. 2.4.

# SUBROUTINA PARA LA REVISION DE ELEMENTOS A FLEXION.

(MTC.-RDF 87).

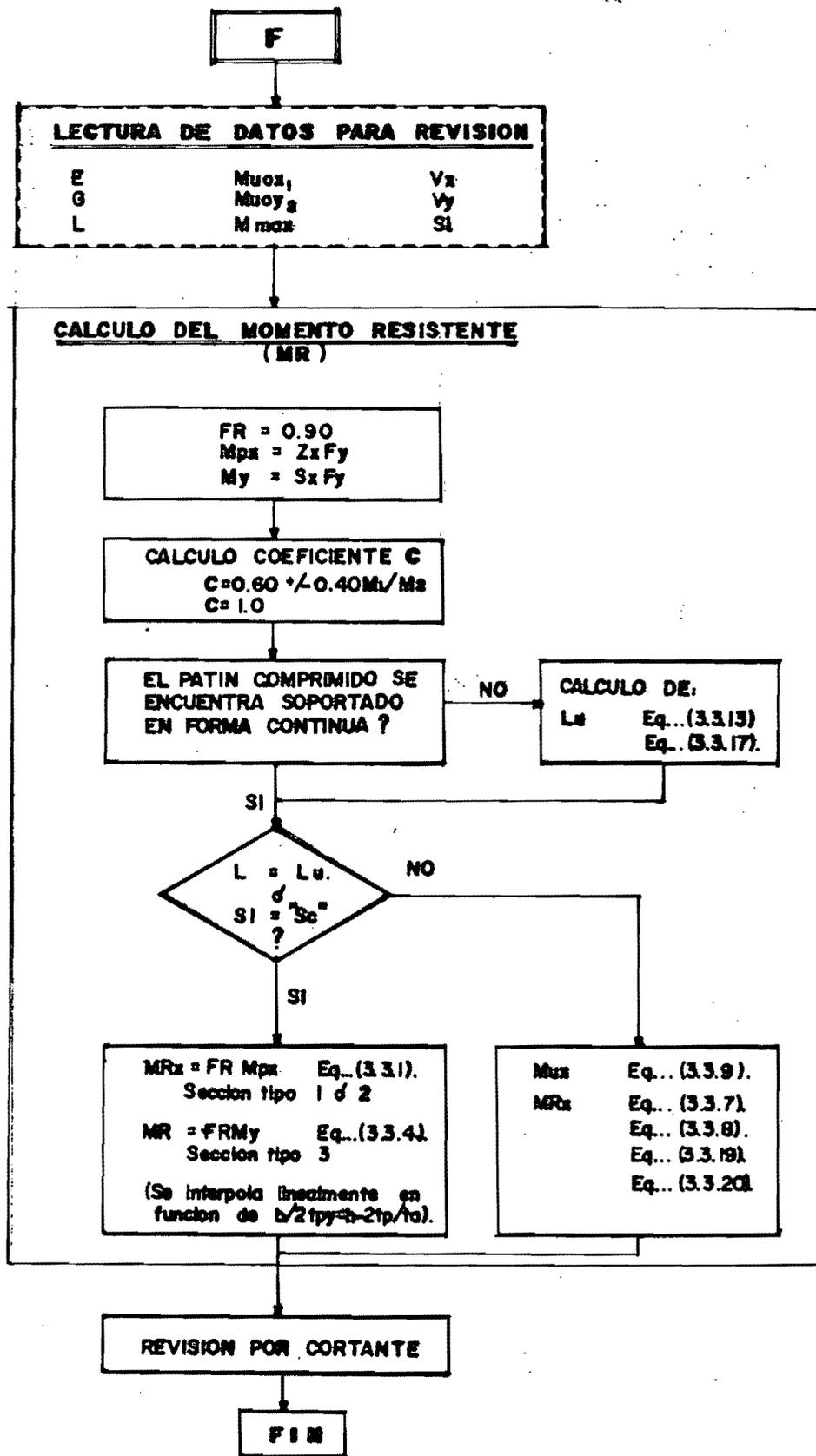


FIG. 2.4.

**SUBROUTINA PARA LA REVISION DE ELEMENTOS EN FLEXOCOMPRESION**

(NTC-RDF 87).

**FC**

**LECTURA DE DATOS PARA REVISION PREFLEXOCOMPRESION.**

E	Mtp <sub>x1</sub>	SH <sub>x</sub>
G	Mtp <sub>x2</sub>	SH <sub>y</sub>
L	Mtp <sub>y1</sub>	W <sub>i</sub>
Kxt <sub>i</sub>	Mtp <sub>y2</sub>	Q <sub>x</sub>
Kyt <sub>i</sub>	V <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>
Kxt <sub>p</sub>	V <sub>y</sub>	H <sub>i</sub>
Kxt <sub>i</sub>	Delta H <sub>x</sub>	S <sub>i</sub>
Mtx <sub>1</sub>	Delta H <sub>y</sub>	RI
Mtx <sub>2</sub>	SP <sub>ex</sub>	
Mty <sub>1</sub>	SP <sub>ey</sub>	
Mty <sub>2</sub>	SP <sub>u</sub>	

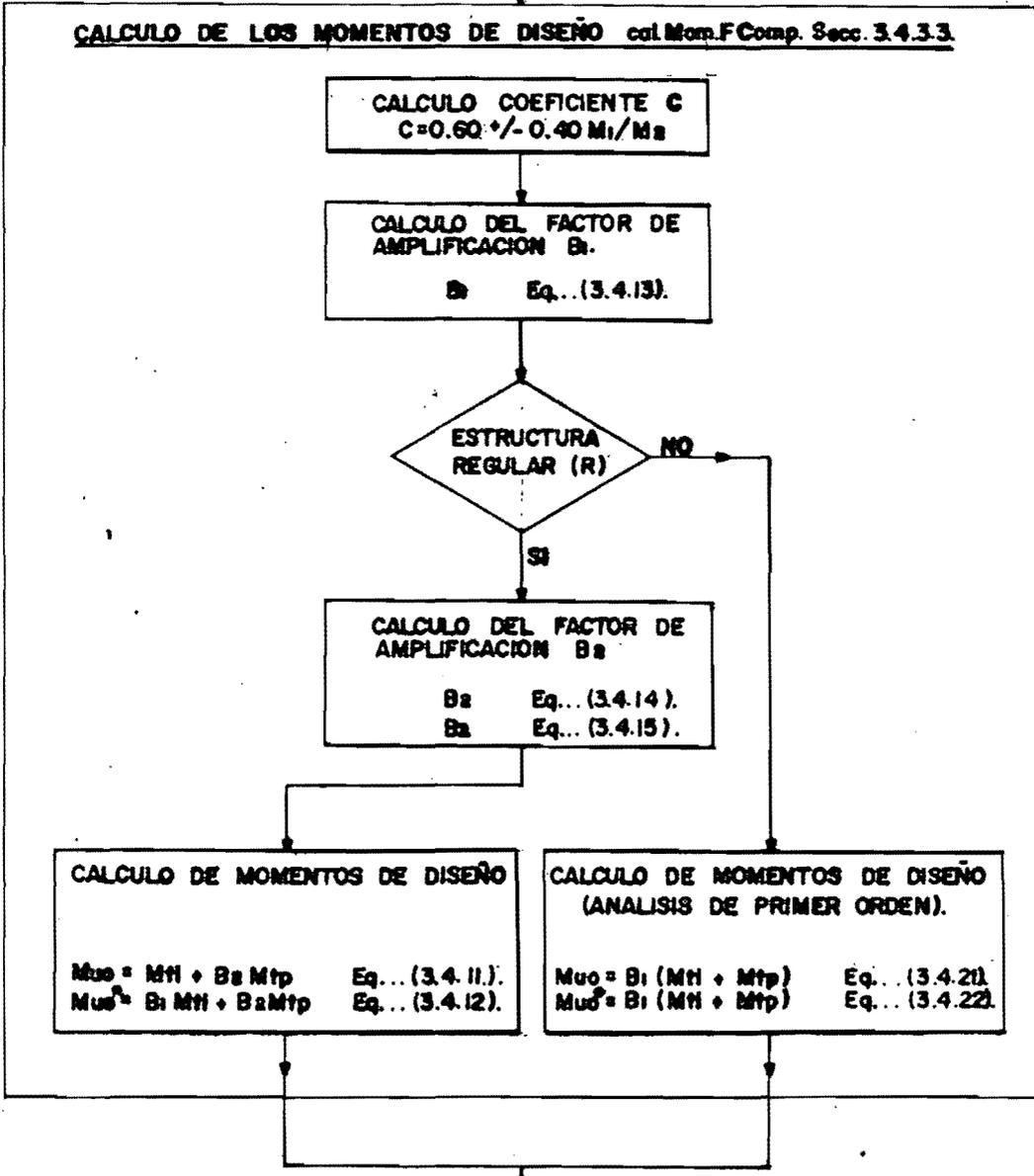


FIG. 2.4.

**CALCULO DEL ELEMENTO EN FLEXOCOMPRESION Cal.FLEXCOMP Secc. 3.4**

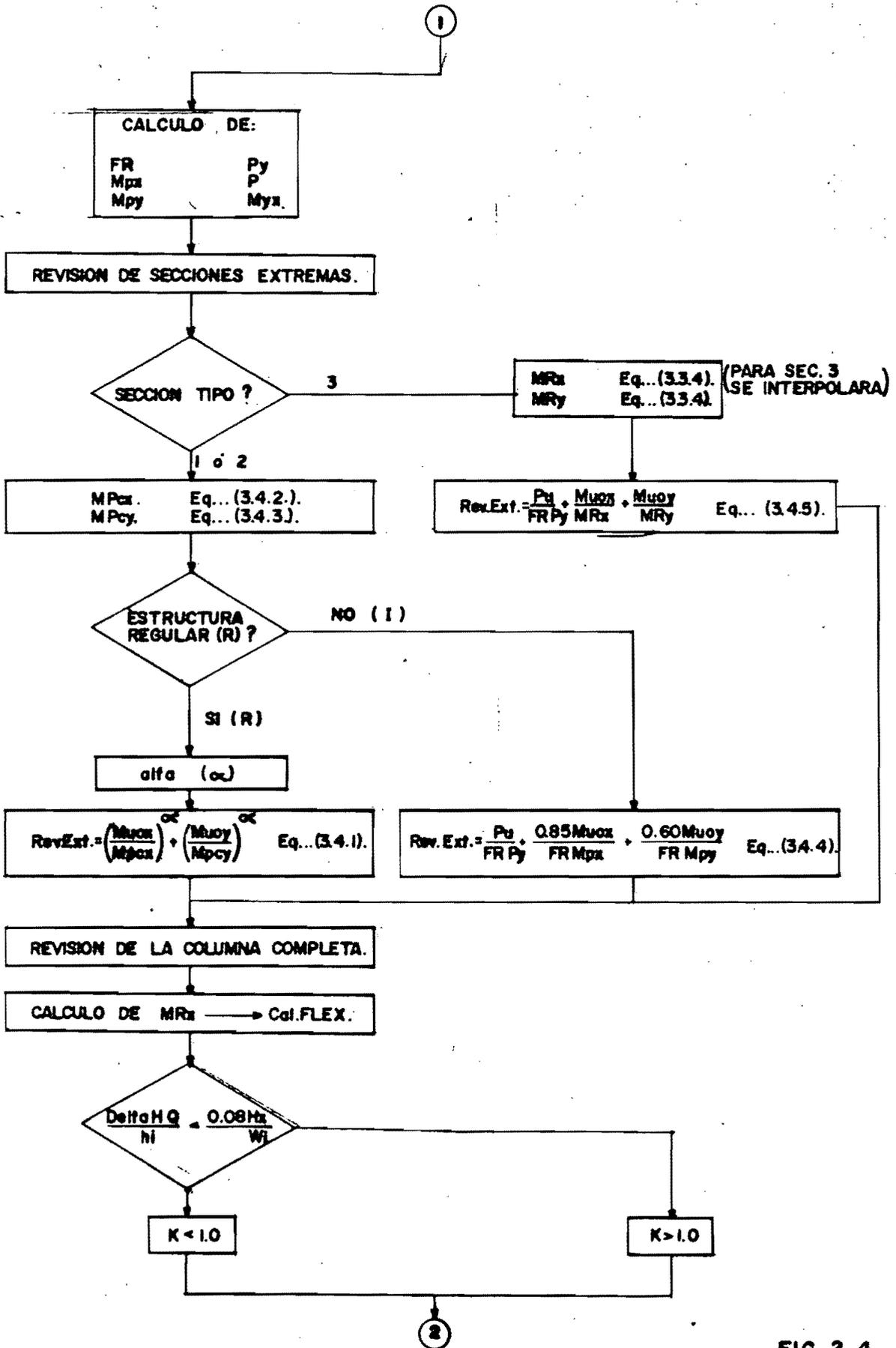


FIG. 2.4.

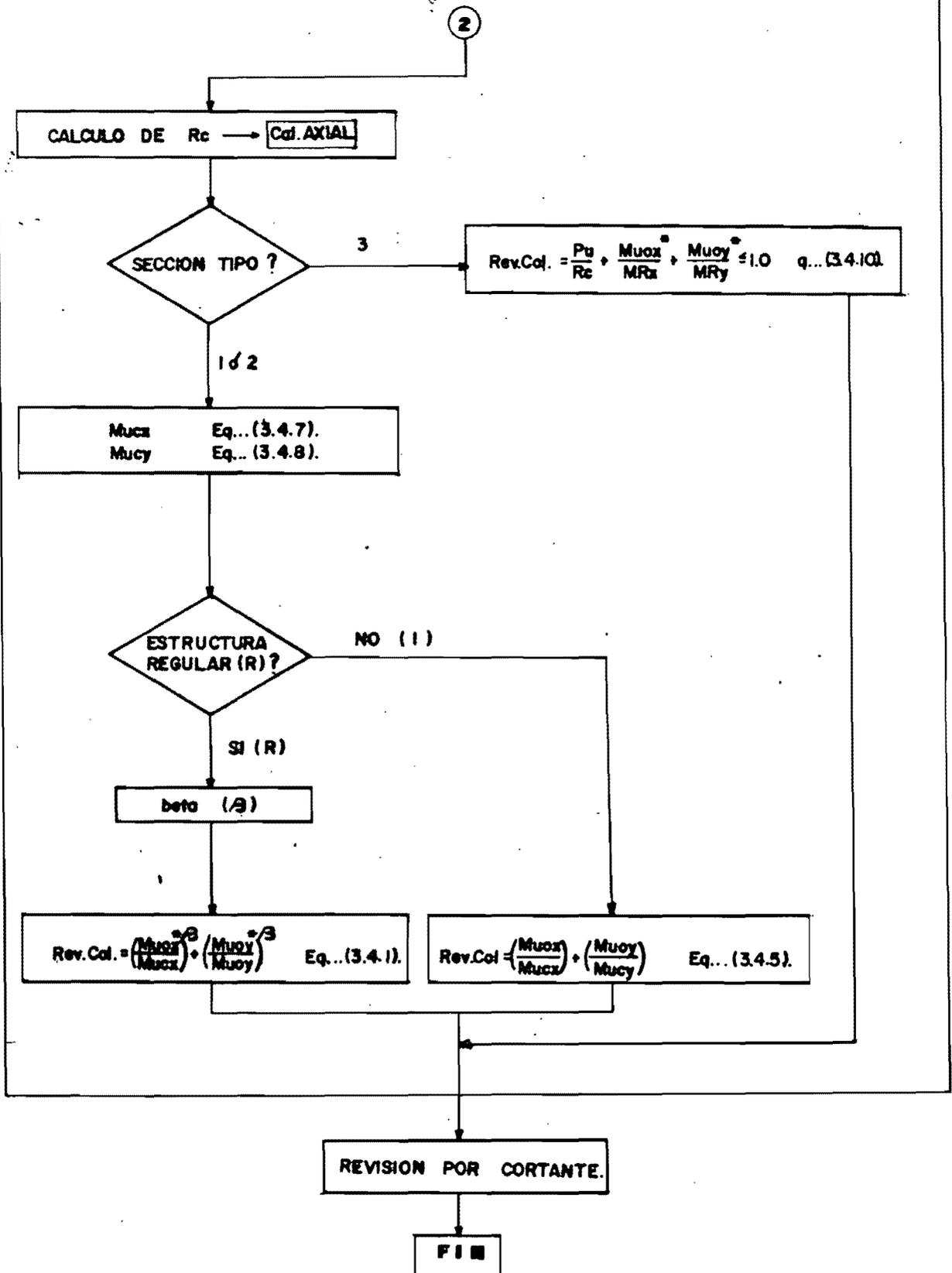


FIG. 24.

# SUBROUTINA PARA LA REVISION DE ELEMENTOS EN FLEXOTENSION

(NTC-RDF87)

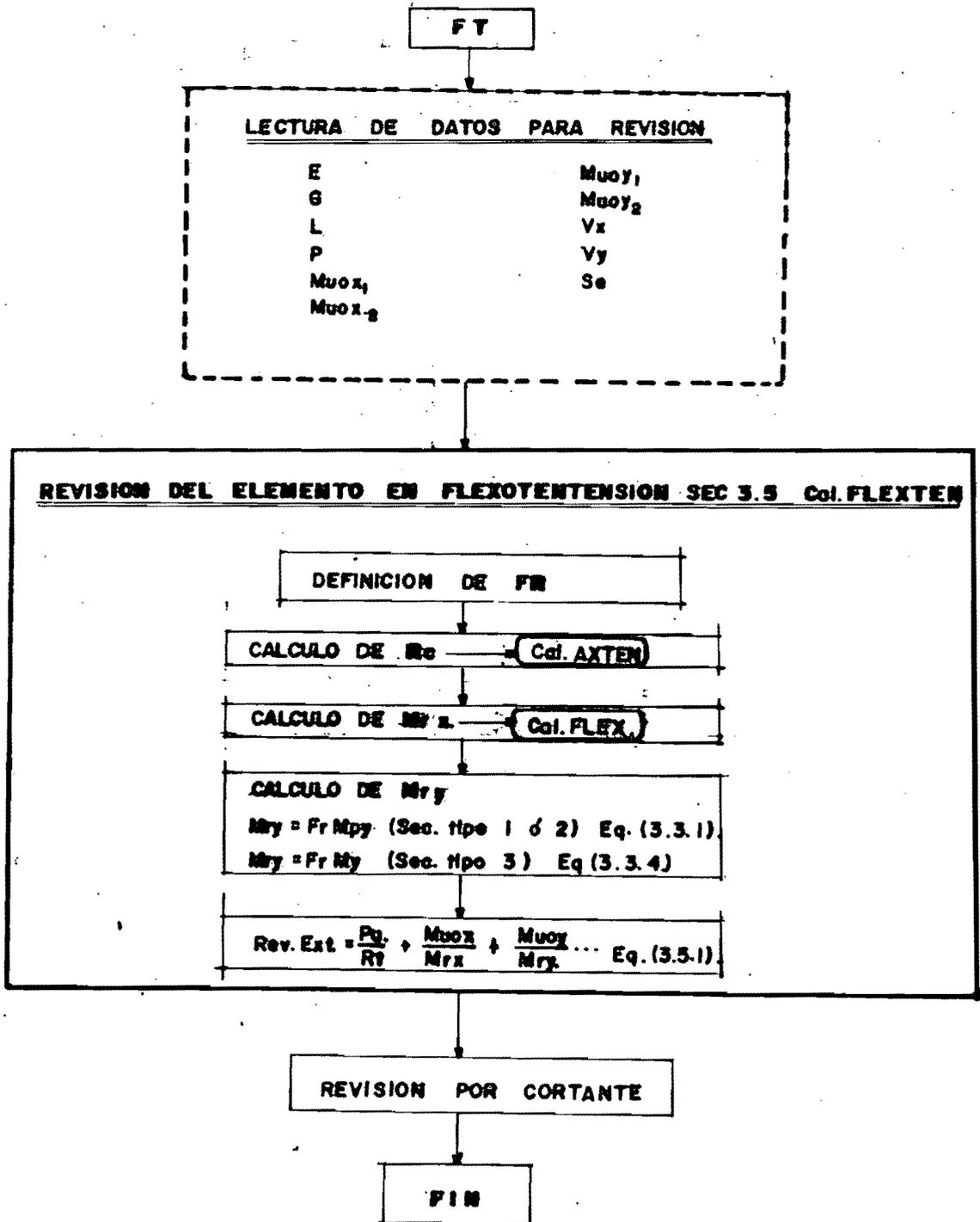


FIG. 2.4.

# SUBROUTINA PARA LA REVISION POR CORTANTE

## REVISION POR CORTANTE SEC. 3.3.3 Cal. CORT.

DEFINICION DE:

FR  
K

CALCULO DE  $V_n$ .

$$V_n = 0.66 f_y A_o \dots \text{Eq. (3.3.22)}$$

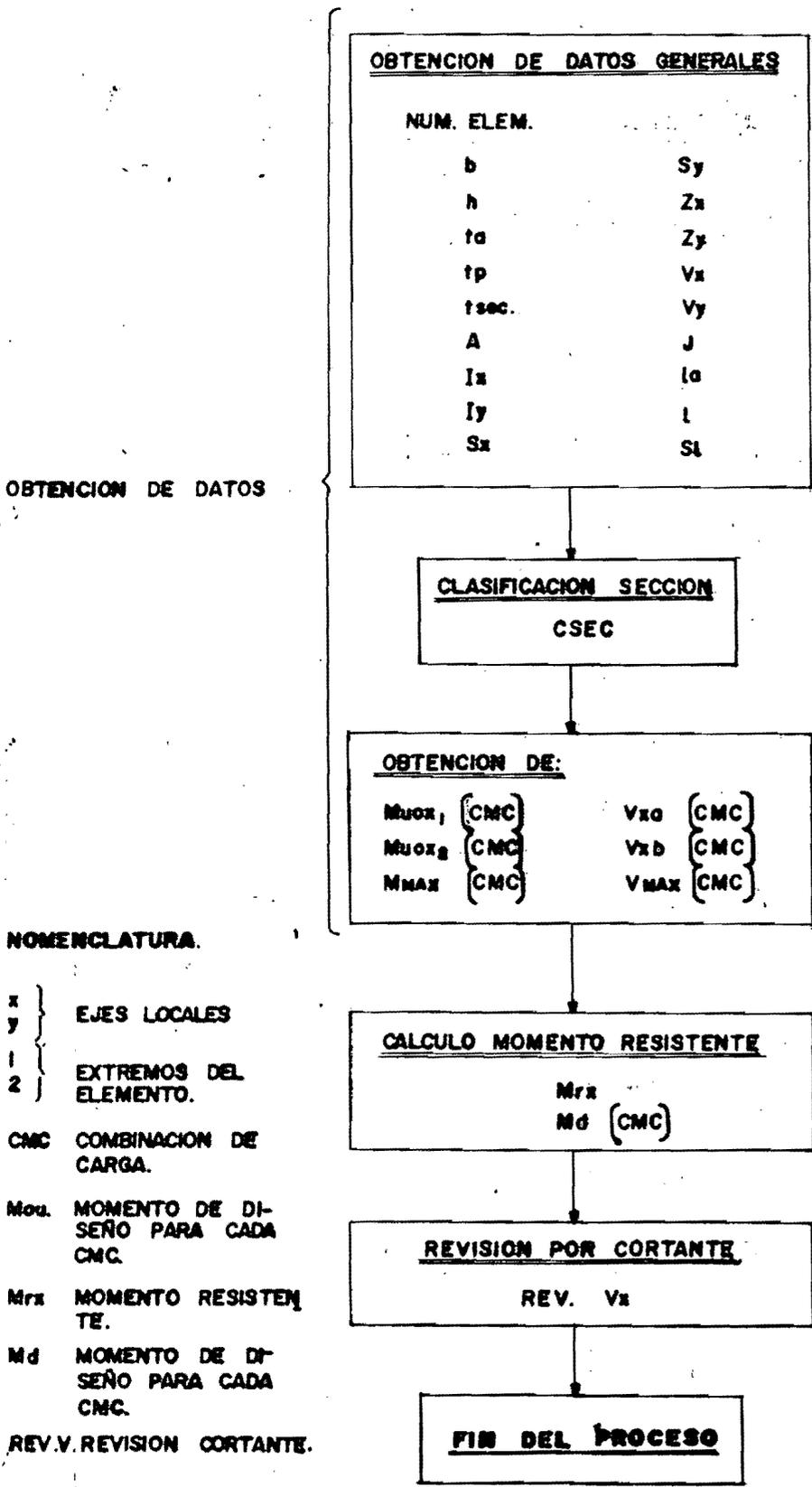
$$V_n = \frac{922 f_y k}{h/t} A_o \dots \text{Eq. (3.3.23).}$$

(3.3.24).

$$V_n = \frac{1.845.000 k}{(h/t)^2} A_o \dots \text{Eq. (3.3.26).}$$

# PROCESO DE LA SUBROUTINA REVFLX

REVISION DE ELEMENTOS EN FLEXION (F)  
(NTC - R0F87).



OBTENCION DE DATOS

NOMENCLATURA.

- x } EJES LOCALES
- y }
- 1 } EXTREMOS DEL ELEMENTO.
- 2 }
- CMC COMBINACION DE CARGA.
- Mou. MOMENTO DE DISEÑO PARA CADA CMC.
- Mrx MOMENTO RESISTENTE.
- Md MOMENTO DE DISEÑO PARA CADA CMC.
- REV.V. REVISION CORTANTE.

FIG. 2.5.

# PROCESO DE LA SUBROUTINA EMFC.C

(OBTENCION DE ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA ELEMENTOS EN FLEXOCOMPRESION Y FLEXOTENSION)  
(NTC. - R0F87)...

OBTENCION DE DATOS:

MATRIZ DE TRANSFORMACION  
ELEMENTOS MECANICOS  
FACTORES DE AMPLIFICACION  
MULTIPLICADORES DE CARGA  
COMBINACIONES DE CARGA.

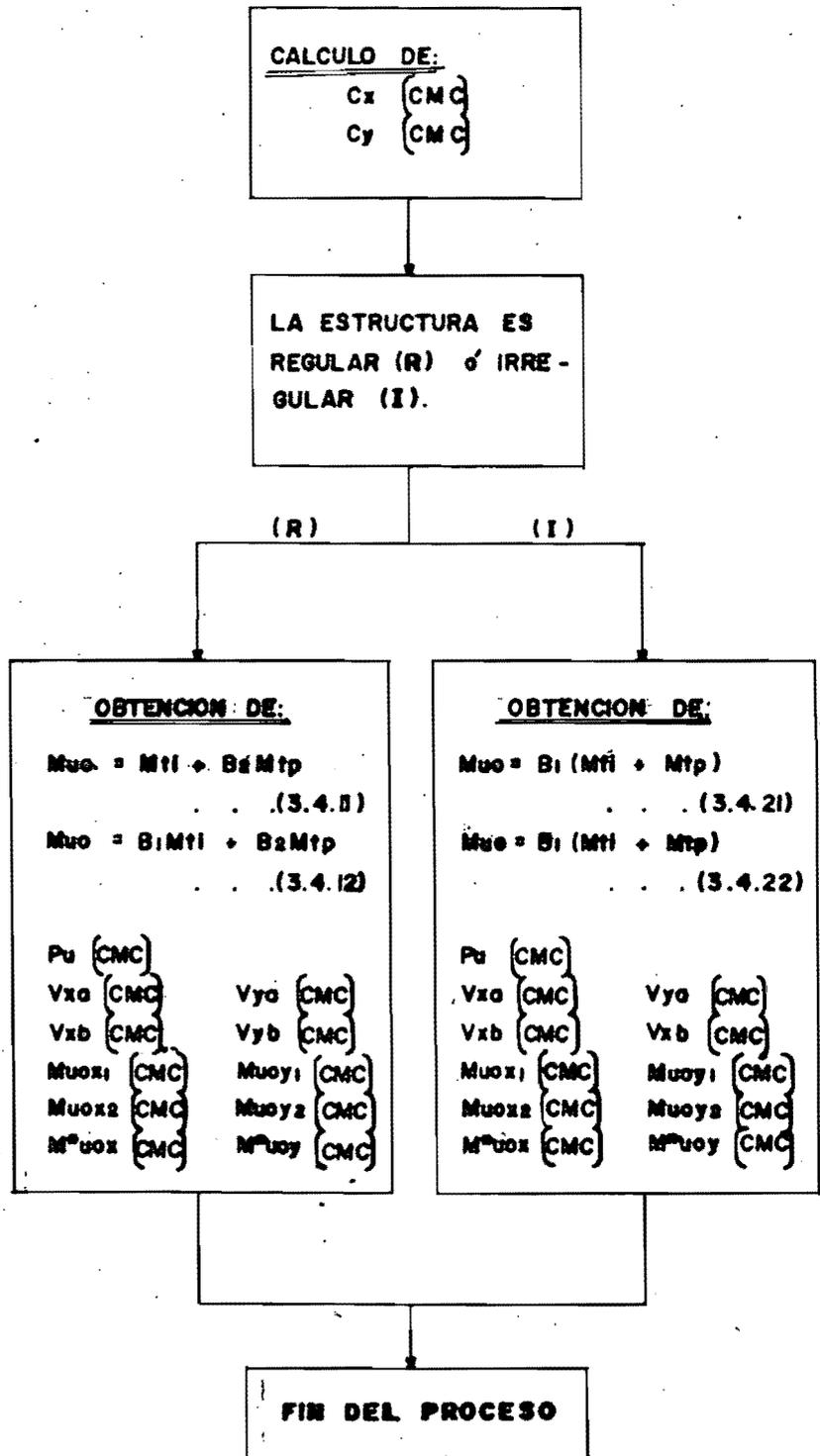


FIG. 2.6.

# PROCESO DE LA SUBROUTINA REVFC.C

REVISION DE ELEMENTOS EN FLEXOCOMPRESION (FC) Y FLEXOTENSION (FT).  
(NTC.-RDF87).

OBTENCION DE DATOS  
-MATRIZ DE TRANSFORMACION

**NOMENCLATURA:**

- $\begin{matrix} x \\ y \end{matrix}$  } EJES LOCALES.
- CMC: COMBINACION DE CARGA.
- Muo: MOMENTO DE DISEÑO PARA CADA CMC.
- RevExt: REVISION SECCIONES EXTREMAS.
- RevCol: REVISION COLUMNA COMPLETA.
- REV.V: REVISION CORTANTE.

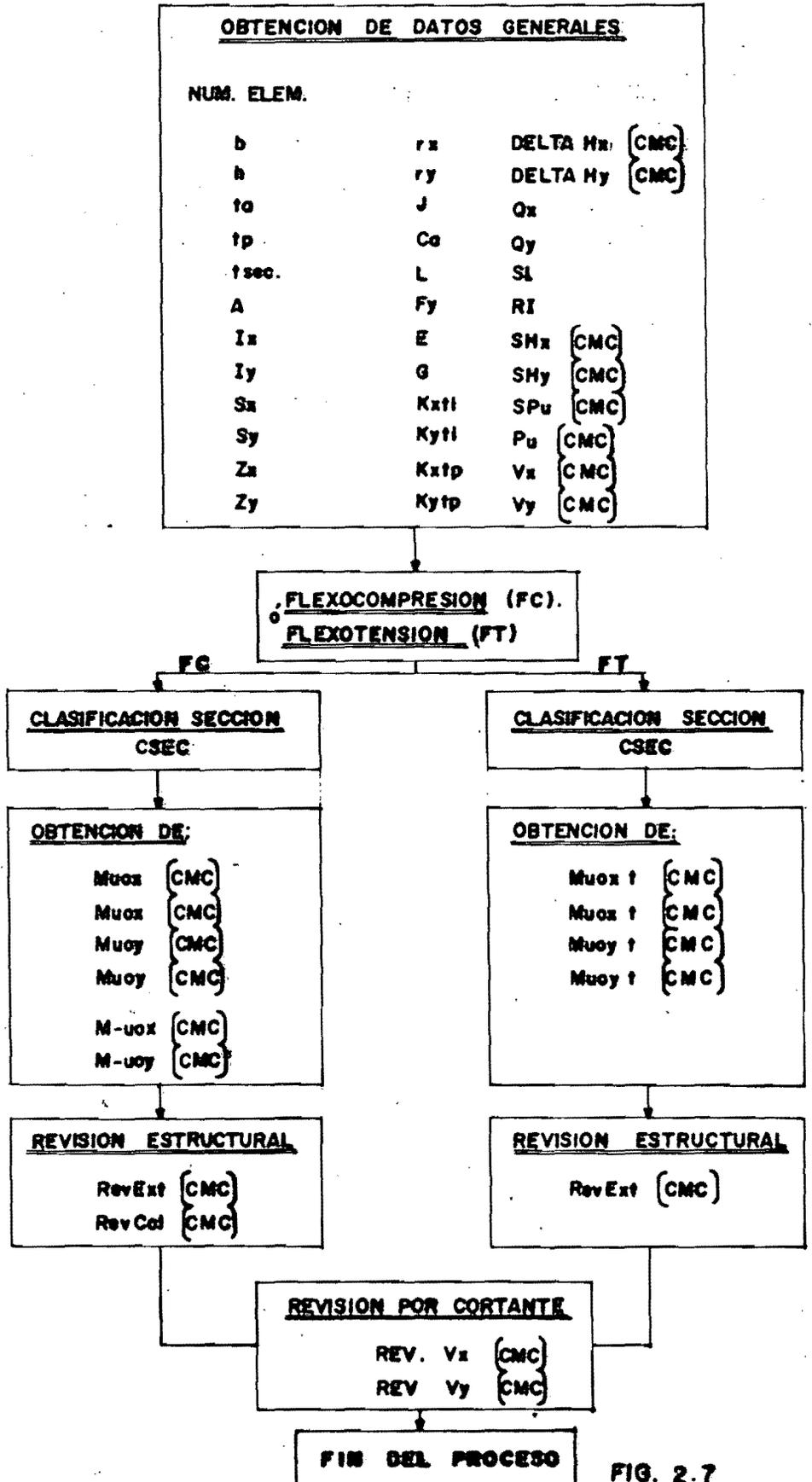


FIG. 2.7

# PROCESO DE LA SUBROUTINA EMFLEX.C

(OBTENCION DE ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO DE ELEMENTOS EN FLEXION).  
(RDF-NTC87).

## OBTENCION DE DATOS

- MATRIZ DE TRANSFORMACION.
- ELEMENTOS MECANICOS.
- MULTIPLICADORES DE CARGA.
- COMBINACIONES DE CARGA.

### OBTENCION DE:

$V_{xa}$ { CMC	$V_{ya}$ { CMC
$V_{xb}$ { CMC	$V_{yb}$ { CMC
$V_{x\text{Max.}}$ { CMC	$V_{y\text{Max.}}$ { CMC

$M_{xa}$ { CMC	$M_{ya}$ { CMC
$M_{xb}$ { CMC	$M_{yb}$ { CMC
$M_{x\text{Max.}}$ { CMC	$M_{y\text{Max.}}$ { CMC

FIN DEL PROCESO.

## NOMENCLATURA.

$\left. \begin{matrix} x \\ y \end{matrix} \right\}$  EJES LOCALES.

$\left. \begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \right\}$  EXTREMOS DEL ELEMENTO.

CMC: COMBINACION DE CARGA.

$M_x, M_y, M_{\text{max}}$ : MOMENTO DE DISEÑO  
PARA CADA CMC.

$V_x, V_y, V_{\text{max}}$ : CORTANTES DE DISEÑO.

# PROCESO DE LA SUBROUTINA PISOI.C

OBTENCION DE LOS PARAMETROS DE ENTREPISO  
(NTC - RDF 87).

SUBROUTINA  
LON.C

FACTORES DE LONGITUD EFECTIVA.

Kxtp	}	PARA CADA ELEMENTO DEL ENTREPISO.
Kytp		
Kxtl		
Kytl		
Kxtp		
Kytp		

CARGAS CRITICAS DE PANDEO ELASTICO.

Pextl
Peytl
Pextp
Peytp
SPex
SPey
SPi min.
SPp min.

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS

DELTA Hx	}	CMC
DELTA Hy		

CARGAS ULTIMAS  
CORTANTES DE ENTREPISO.

SPu	}	CMC
SHx		
SHy		

FACTORES DE AMPLIFICACION

BETA 21x	}	CMC
BETA 22x		
BETA 21y		
BETA 22y		

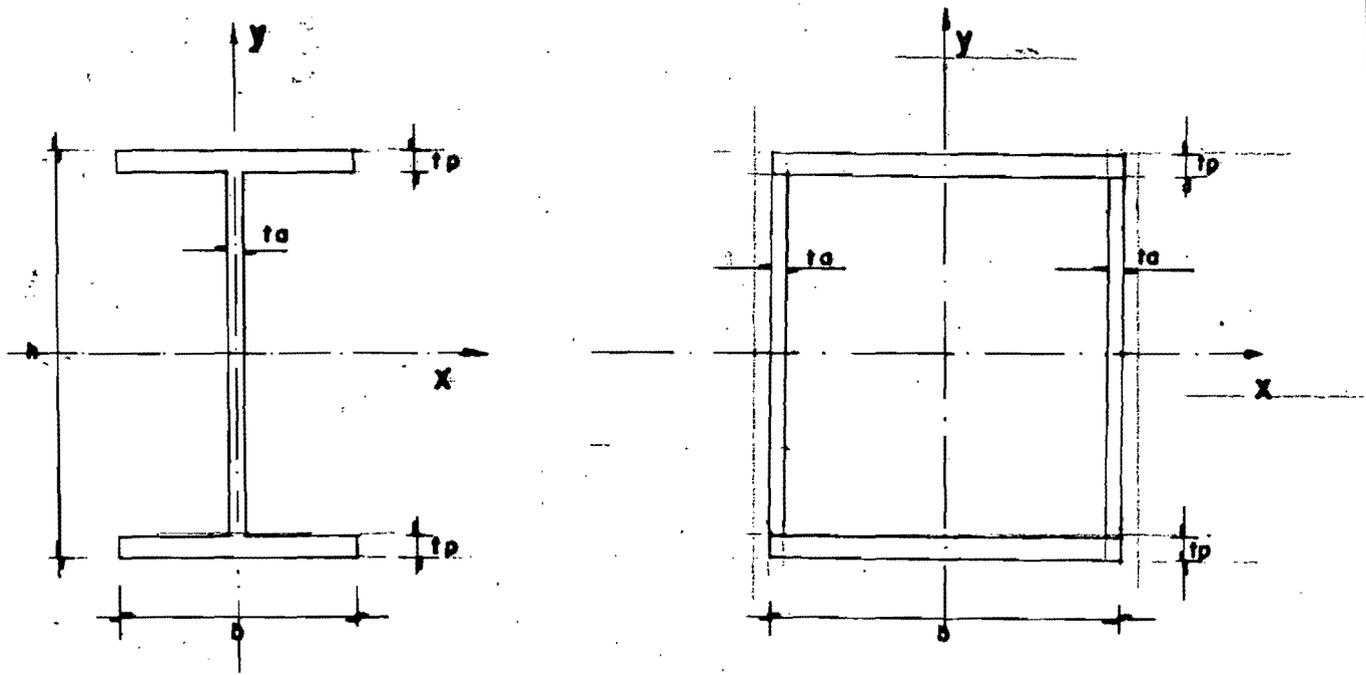
**OBTENCION DE DATOS.**

- MATRIZ DE TRANSFORMACION
- DESPLAZAMIENTOS DE NUDOS.
- ELEMENTOS MECANICOS DE ELEMENTOS
- MULTIPLICADORES DE CARGA
- COMBINACIONES DE CARGA.

**NOMENCLATURA**

- tl: TRASLACION IMPEDIDA
- tp: TRASLACION PERMITIDA
- x } EJES DE ANALISIS
- y }
- x } EJES LOCALES
- y }
- Pe: CARGA CRITICA DE PANDEO ELASTICO
- SPe: SUMA DE CARGAS CRITICAS DE PANDEO ELASTICO.
- SPu: SUMA DE FUERZAS AXIALES DE DISENO
- SH: SUMA DE CORTANTES DE ENTREPISO
- CMC: COMBINACION DE CARGA.

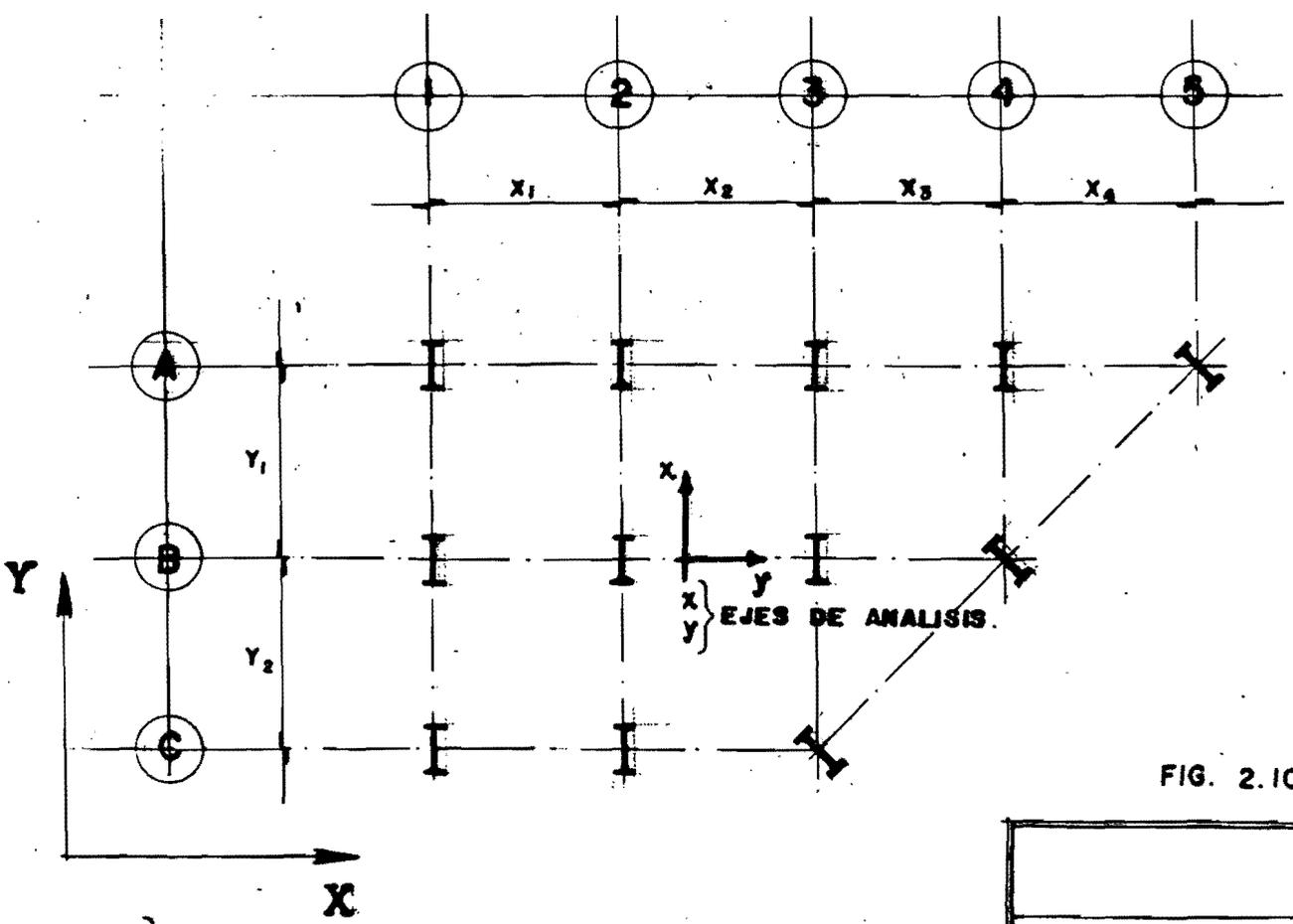
FIG. 2.9.



**SECCION I o H**

**SECCION EN CAJON.**

$\left. \begin{matrix} x \\ y \end{matrix} \right\}$  **EJES LOCALES**



$\left. \begin{matrix} x \\ y \end{matrix} \right\}$  **EJES DE ANALISIS.**

$\left. \begin{matrix} X \\ Y \end{matrix} \right\}$  **EJES GLOBALES**

FIG. 2.10

**DEFINICION DE EJES LOCALES, GLOBALES Y DE ANALISIS.**

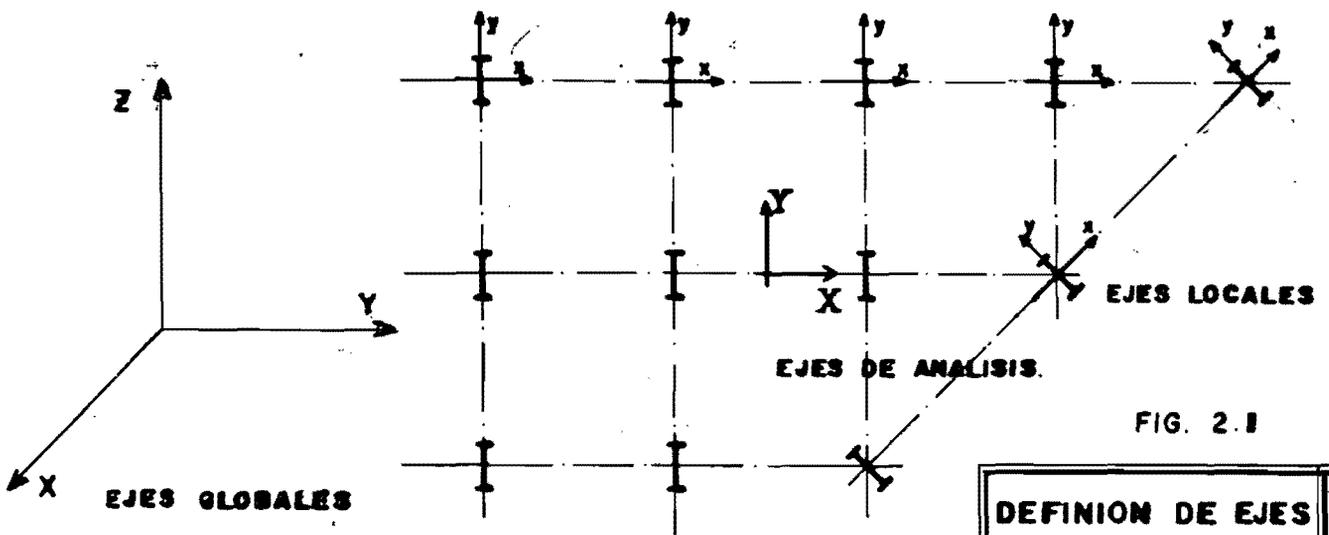
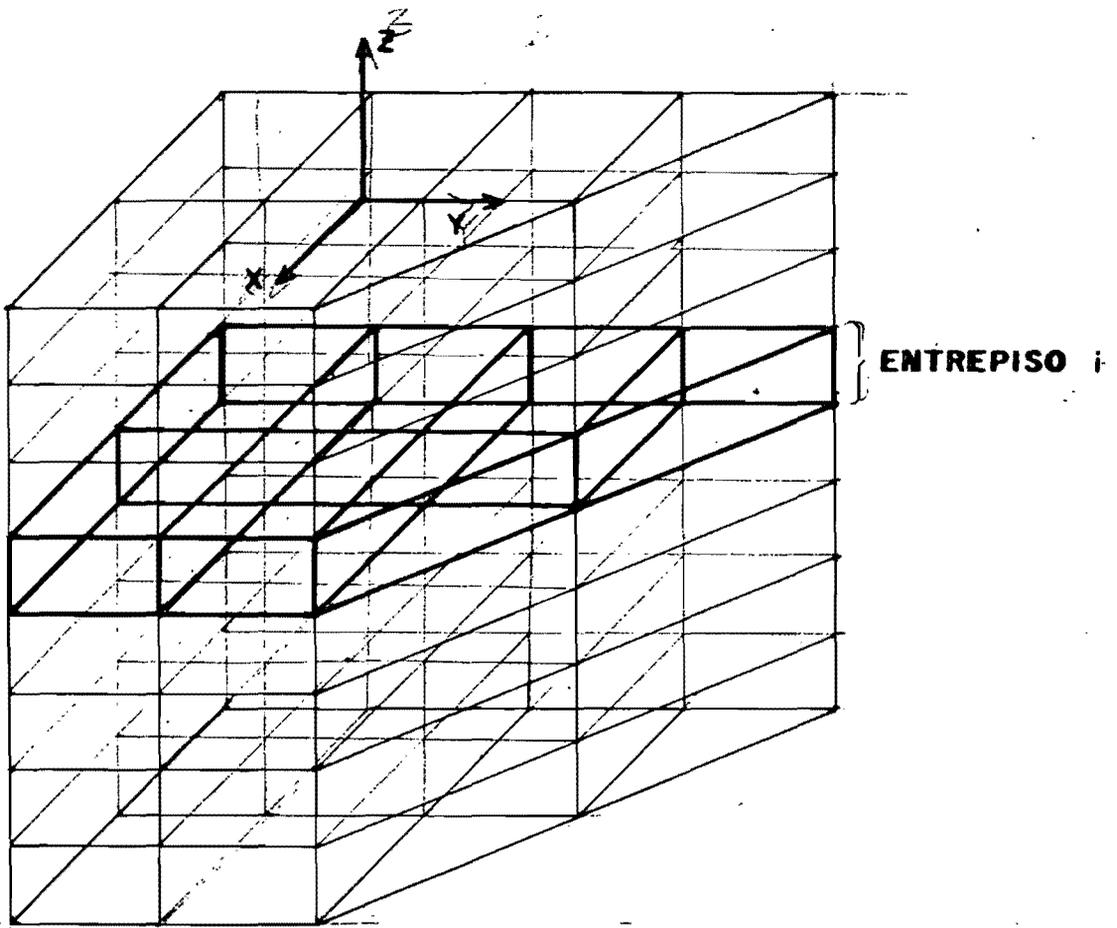


FIG. 2.1

DEFINICION DE EJES	
DEFINICION DE ENTREPISO	
SIN ESCALA.	

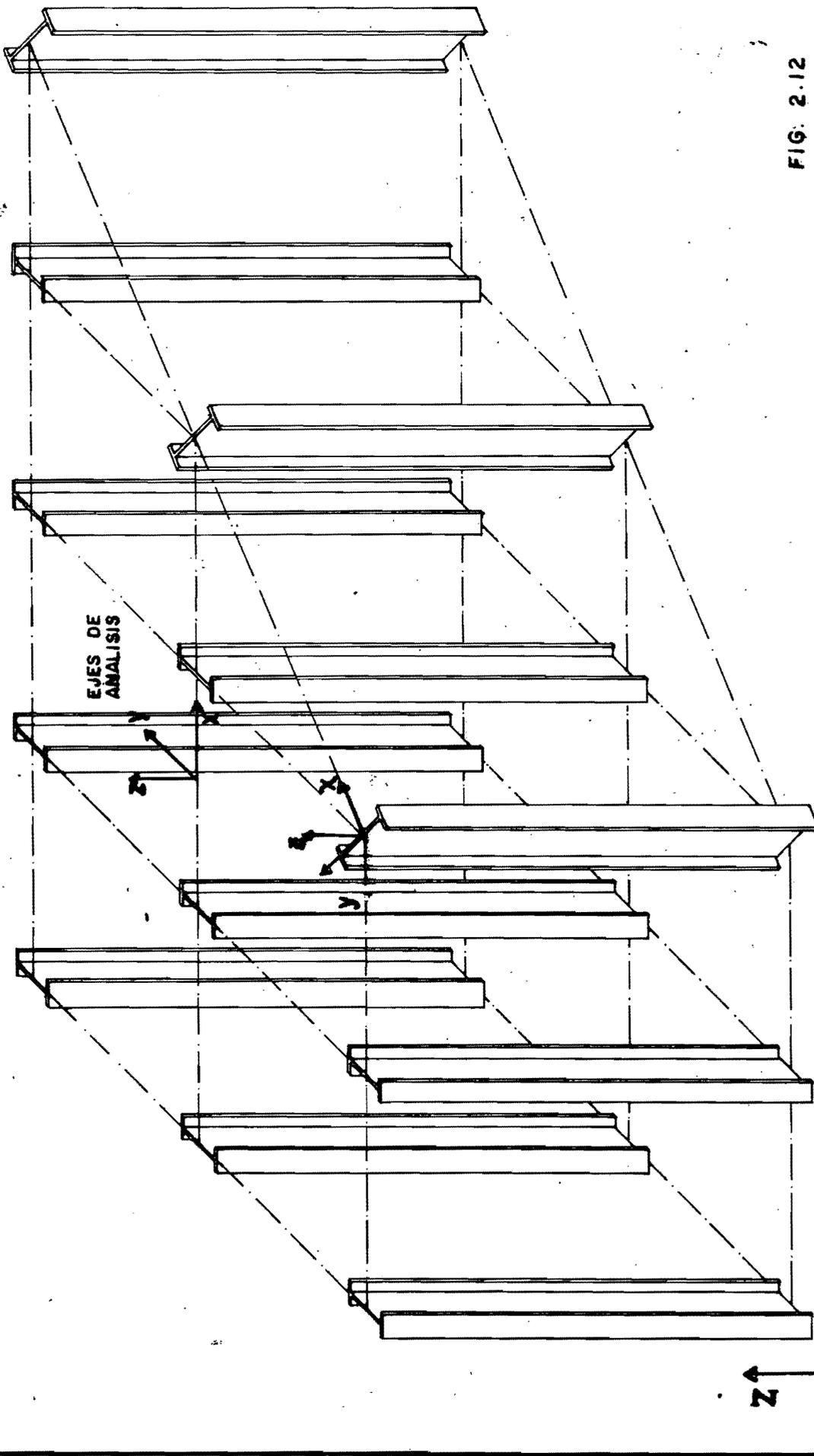


FIG. 2.12

DEFINICION DE ENTREPISO.

DEFINICION DE EJES

SIN ESCALA.

### 3 EJEMPLO DE APLICACION

#### 3.1 - DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA.-

Como ejemplo de aplicación se propone la estructura que se muestra en las figuras que se encuentran al final de este capítulo, la cual tiene las siguientes características:

- Número de niveles	8
- Altura total	27.2 m.
- Número de Marcos en dirección X (Ejes alfabéticos)	3
- Número de marcos en dirección Y (Ejes numéricos)	4
- Dimensiones en dirección X	26 m.
- Dimensiones en dirección Y	16 m.
- Area por planta	416 m <sup>2</sup> .
- Area total	3,328 m <sup>2</sup> .

#### 3.2 - DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.-

Para diseñar el edificio descrito, se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- a.- Análisis elástico lineal y análisis dinámico modal de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal ( 3 de Julio de 1987) y normas técnicas complementarias para diseño por sismo ( 5 de noviembre de 1988).

Para efectuar el análisis, se definieron las siguientes características:

- Zona de ubicación	II
- Tipo de estructura	1
- Grupo según su uso	B
- Factor de Ductilidad (Q <sub>x</sub> )	3
- Factor de Ductilidad (Q <sub>y</sub> )	3
- Coeficiente sísmico (c)	0.32
- Factor de amplificación	1.0
- Carga muerta más viva	1.0 t/m <sup>2</sup> .

- b.- Predimensionamiento de la estructura a partir de los resultados obtenidos del análisis estructural.
- c.- Análisis elástico lineal tridimensional, considerando las siguientes condiciones de carga (cc):

- cc1	= carga muerta + carga viva.
- cc2	= sismo en dirección X
- cc3	= sismo en dirección Y

- d.- Revisión de la estructura a partir del programa REA88.C  
Es importante señalar, que se muestran los resultados provenientes de la revisión correspondientes a las primeras secciones propuestas. No se considero necesario, para efecto de presente trabajo, la necesidad de modificar las secciones y repetir los procesos de análisis y revisión . Por esta razón algunos elementos se encuentran muy sobrados o bien muy escasos.

### 3.3 - RESULTADOS.-

A continuación se muestra, para algunos de los elementos que constituyen la estructura, los resultados tanto del análisis obtenidos con el programa CADSE tridimensional, como de la revisión estructural a partir del programa REAP88.c

#### 3.3.1 Resultados del análisis estructural .-

A continuación se muestran los resultados del análisis elástico lineal de la estructura del ejemplo, para las columnas que forman el primer entrepiso y para las traveses del primer nivel.

IOIS/jajjc Rev.8906	Análisis Tridimensional Lineal	ATL88
Identif.: GET Proyecto: Prueba CAD/SE EU-TR 22/OC/88 (01) Obra : Edificio 12 niveles		Clasificación: Archivo datos: T_88.GET Fecha : 8/FE/89

#### 3.3.2 Desplazamientos nodales. (Coord. Globales)

Nodo	Cc	....Dx.... (m)	....Dy.... (m)	....Dz.... (m)	....Gx.... (rad)	....Gy.... (rad)	....Gz.... (rad)
2	1	0.021837	-0.000000	0.000390	-0.000000	0.004453	0.000074
2	2	-0.000002	0.014063	0.000448	-0.004027	0.000001	-0.000116
2	3	-0.000106	-0.000052	-0.000677	-0.000082	0.000215	0.000004
11	1	0.021945	-0.000000	-0.000150	0.000000	0.003560	0.000041
11	2	-0.000001	0.012471	0.000400	-0.003577	0.000001	-0.000090
11	3	-0.000057	-0.000107	-0.001552	-0.000165	0.000172	-0.000001
20	1	0.021945	-0.000000	0.000150	-0.000000	0.003560	0.000041
20	2	0.000001	0.012471	0.000400	-0.003577	-0.000001	-0.000090
20	3	0.000057	-0.000107	-0.001552	-0.000165	-0.000172	0.000001
29	1	0.021837	0.000000	-0.000390	0.000000	0.004453	0.000074
29	2	0.000002	-0.014063	0.000448	-0.004027	-0.000001	0.000116
29	3	0.000106	-0.000052	-0.000677	-0.000082	-0.000215	-0.000004
38	1	0.020945	-0.000000	0.000371	0.000000	0.004253	0.000000
38	2	0.000000	0.014166	0.000000	-0.003648	0.000000	-0.000053
38	3	-0.000210	0.000000	-0.001292	-0.000000	0.000429	0.000000
47	1	0.021048	0.000000	-0.000142	-0.000000	0.003399	0.000000
47	2	0.000000	0.012562	0.000000	-0.003241	0.000000	-0.000055
47	3	-0.000114	0.000000	-0.002960	-0.000000	0.000342	0.000000
56	1	0.021048	-0.000000	0.000142	0.000000	0.003399	0.000000
56	2	0.000000	0.012563	0.000000	-0.003241	0.000000	0.000055
56	3	0.000114	0.000000	-0.002960	-0.000000	-0.000342	0.000000
65	1	0.020945	0.000000	-0.000371	-0.000000	0.004253	0.000000
65	2	0.000000	0.014166	0.000000	-0.003648	0.000000	0.000053
65	3	0.000210	-0.000000	-0.001292	0.000000	-0.000429	0.000000
74	1	0.021837	0.000000	0.000390	0.000000	0.004453	-0.000074
74	2	0.000002	0.014063	-0.000448	-0.004027	-0.000001	-0.000116
74	3	-0.000106	0.000052	-0.000677	0.000082	0.000215	-0.000004
83	1	0.021945	-0.000000	-0.000150	-0.000000	0.003560	-0.000041
83	2	0.000001	0.012471	-0.000400	-0.003577	-0.000001	-0.000090
83	3	-0.000057	0.000107	-0.001552	0.000165	0.000172	0.000001
92	1	0.021945	0.000000	0.000150	0.000000	0.003560	-0.000041
92	2	-0.000001	0.012471	-0.000400	-0.003577	0.000001	0.000090
92	3	0.000057	0.000107	-0.001552	0.000165	-0.000172	-0.000001

101	1	0.021837	-0.000000	-0.000390	-0.000000	0.004453	-0.000074
101	2	-0.000002	0.014063	-0.000448	-0.004027	0.000001	0.000116
101	3	0.000106	0.000052	-0.000677	0.000082	-0.000215	0.000004

### 3.3.3 Elementos mecánicos de vigas prismáticas (Fuerzas Internas) en Coord. Locales

Ele	Cc	...Fax... ...Fbx... (ton)	...Fay... ...Fby... (ton)	...Faz... ...Fbz... (ton)	...Max... ...Mbx... (ton-m)	...May... ...Mby... (ton-m)	...Maz... ...Mbz... (ton-m)
1	1	-22.70117 22.70117	0.00470 -0.00470	-74.59789 74.59789	-0.00911 -0.01347	-76.13812 -32.82751	-0.00160 0.00160
1	2	0.00928 -0.00928	27.75638 27.75638	-85.57327 85.57327	122.14883 11.08180	0.01617 0.02837	0.00248 -0.00248
1	3	1.26906 -1.26906	1.56565 -1.56565	129.37099 -129.3709	-2.63218 -4.88296	1.99769 4.09380	-0.0001 0.0001
3	1	-0.00576 0.00576	-14.26928 -14.26928	-4.29683 4.29683	-59.39909 -54.75517	-0.02524 -0.02083	-0.00000 0.00000
3	2	-0.00956 0.00956	-0.01729 0.01729	-0.02775 0.02775	0.06914 -0.06918	-0.03655 -0.03991	-0.00061 0.00061
3	3	-0.00086 0.00086	-7.69386 -8.30614	-1.93273 1.93273	9.32937 -11.77853	-0.00379 -0.00310	0.00011 -0.00011
25	1	-27.28528 27.28528	-0.00186 0.00186	28.56660 -28.56660	0.00371 0.00522	-82.79671 -48.17263	-0.00089 0.00089
25	2	0.00782 -0.00782	-24.52533 24.52533	-76.36893 76.36893	108.18739 9.53421	0.01270 0.02482	0.00194 -0.00194
25	3	0.95807 -0.95807	3.17231 -3.17231	296.44287 -296.44285	-5.33734 -9.88974	1.46217 3.13658	0.00002 -0.00002
27	1	-0.00264 0.00264	8.54141 -8.54141	-0.00006 0.00006	-42.70704 -42.70705	-0.01320 -0.01320	0.00000 -0.00000
27	2	0.00000 -0.00000	0.00000 -0.00000	-0.05411 0.05411	-0.00519 0.00518	0.00963 -0.00963	0.00000 -0.00000
27	3	-0.00000 0.00000	-12.00000 -12.00000	-3.64696 3.64696	19.28387 -19.28388	0.00008 -0.00008	0.00000 -0.00000
49	1	-27.28528 27.28528	0.00186 -0.00186	-28.56657 28.56657	-0.00371 -0.00522	-82.79671 -48.17263	-0.00089 0.00089
49	2	-0.00783 0.00783	-24.52543 24.52543	-76.36891 76.36891	108.18777 9.53430	-0.01273 -0.02484	-0.00194 0.00194
49	3	-0.95807 0.95807	3.17231 -3.17231	296.44278 -296.44275	-5.33734 -9.88974	-1.46217 -3.13659	-0.00002 0.00002

51	1	-0.00576	14.26928	4.29675	-54.75518	-0.02083	-0.00000
		0.00576	-14.26928	-4.29675	-59.39909	-0.02524	0.00000
51	2	0.00956	-0.01730	-0.02775	-0.06920	0.03991	0.00061
		-0.00956	-0.01730	0.02775	-0.06916	0.03655	-0.00061
51	3	0.00086	-8.30614	-1.93273	11.77852	0.00310	-0.00011
		-0.00086	-7.69386	1.93273	-9.32937	0.00379	0.00011
73	1	-22.70118	-0.00470	74.59789	0.00911	-76.13815	-0.00160
		22.70118	0.00470	-74.59789	0.01347	-32.82753	0.00160
73	2	-0.00929	-27.75661	-85.57397	122.14978	-0.01619	-0.00248
		0.00929	27.75661	85.57397	11.08198	-0.02838	0.00248
73	3	-1.26906	1.56565	129.37109	-2.63218	-1.99769	0.0001
		1.26906	-1.56565	-129.37105	-4.88296	-4.09380	-0.0001
89	1	-21.86403	0.00000	-70.96391	-0.00001	-73.15536	-0.00000
		21.86403	-0.00000	70.96391	-0.00000	-31.79199	0.00000
89	2	-0.00000	-34.14170	-0.00001	132.25233	-0.00000	0.00115
		0.00000	34.14170	0.00001	31.62784	-0.00000	-0.00115
89	3	2.52283	-0.00000	246.82153	0.00000	3.96966	-0.00000
		-2.52283	0.00000	-246.82155	-0.00000	8.13994	0.00000
91	1	-0.00000	13.62735	-4.08341	-56.72888	-0.00000	0.00000
		0.00000	-13.62735	4.08341	-52.28994	-0.00000	-0.00000
91	2	-0.01458	0.00000	-0.00000	-0.00000	-0.05840	-0.00056
		0.01458	-0.00000	0.00000	-0.00000	-0.05824	0.00056
91	3	-0.00000	-15.35916	-3.82801	18.54480	-0.00000	-0.00000
		0.00000	-16.64084	3.82801	-23.67153	-0.00000	0.00000
113	1	-26.24457	-0.00000	27.16429	0.00001	-79.51711	-0.00000
		26.24457	0.00000	-27.16429	0.00000	-46.45684	0.00000
113	2	-0.00000	-30.19499	-0.00000	117.16010	-0.00000	0.00117
		0.00000	30.19499	0.00000	27.77586	-0.00000	-0.00117
113	3	1.90328	-0.00000	565.55078	0.00000	2.90393	-0.00000
		-1.90328	0.00000	-565.55075	0.00000	6.23182	0.00000
115	1	-0.00000	8.15535	-0.00018	-40.77676	-0.00000	-0.00000
		0.00000	-8.15535	0.00018	-40.77677	-0.00000	0.00000
115	2	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	0.00582	0.00000
		-0.00000	-0.00000	-0.00000	-0.00000	-0.00582	-0.00000
115	3	-0.00000	-24.00000	-7.22075	38.57671	-0.00000	0.00000
		0.00000	-24.00000	7.22075	-38.57671	-0.00000	-0.00000
137	1	-26.24457	0.00000	-27.16430	-0.00001	-79.51712	-0.00000
		26.24457	-0.00000	27.16430	-0.00000	-46.45684	0.00000
137	2	-0.00000	-30.19516	-0.00001	117.16061	-0.00000	-0.00117
		0.00000	30.19516	0.00001	27.77615	-0.00000	0.00117
137	3	-1.90328	-0.00000	565.55072	0.00000	-2.90393	-0.00000
		1.90328	0.00000	-565.5507	0.00000	-6.23182	0.00000

139	1	-0.00000	13.62736	4.08334	-52.28997	-0.00000	0.00000
		0.00000	-13.62736	-4.08334	-56.72891	-0.00000	-0.00000
139	2	0.01458	0.00000	0.00000	-0.00000	-0.05824	0.00056
		-0.01458	-0.00000	-0.00000	-0.00000	0.05840	-0.00056
139	3	-0.00000	-16.64084	-3.82801	23.67153	-0.00000	-0.00000
		0.00000	-15.35916	3.82801	-18.54479	-0.00000	0.00000
161	1	-21.86403	-0.00000	70.96400	0.00002	-73.15538	-0.00000
		21.86403	0.00000	-70.96400	0.00000	-31.79198	0.00000
161	2	-0.00000	-34.14193	-0.00000	132.25330	-0.00000	-0.00115
		0.00000	34.14193	0.00000	-31.62799	-0.00000	0.00115
161	3	-2.52283	0.00000	246.82190	-0.00000	-3.96965	-0.00000
		2.52283	-0.00000	-246.82195	0.00000	-8.13993	0.00000
177	1	-22.70114	-0.00470	-74.59785	0.00908	-76.13800	0.00160
		22.70114	0.00470	74.59785	0.01346	-32.82748	-0.00160
177	2	-0.00928	-27.75640	85.57348	122.14883	-0.01617	0.00248
		0.00928	27.75640	-85.57348	11.08190	-0.02837	-0.00248
177	3	1.26906	-1.56565	129.37122	2.63218	1.99769	0.0001
		-1.26906	1.56565	-129.37125	4.88295	4.09380	-0.0001
179	1	0.00576	14.26925	<del>4.29646</del>	-59.39894	0.02523	0.00000
	2	-0.00576	-14.26925	4.29646	-54.75504	0.02083	-0.00000
179	3	-0.00956	0.01729	0.02775	-0.06914	-0.03655	-0.00061
		0.00956	-0.01729	-0.02775	-0.06918	-0.03991	0.00061
179		0.00086	-7.69385	-1.93272	9.32937	0.00379	-0.00011
		-0.00086	-8.30614	1.93272	-11.77853	0.00310	0.00011
193	1	-27.28522	0.00186	28.56653	-0.00370	-82.79653	0.00089
		27.28522	-0.00186	-28.56653	-0.00522	-48.17253	-0.00089
193	2	-0.00782	-24.52536	76.36884	108.18744	-0.01270	0.00194
		0.00782	24.52536	-76.36884	9.53431	-0.02482	-0.00194
193	3	0.95807	-3.17231	296.44247	5.33734	1.46217	-0.00002
		-0.95807	3.17231	-296.44245	9.88975	3.13659	0.00002
195	1	0.00264	8.54138	0.00012	-42.70692	0.01319	-0.00000
		-0.00264	-8.54138	-0.00012	-42.70691	0.01319	0.00000
195	2	0.00000	-0.00000	0.05411	0.00519	0.00963	0.00000
		-0.00000	0.00000	-0.05411	-0.00518	-0.00963	-0.00000
195	3	0.00000	-12.00000	-3.64696	19.28388	-0.00008	0.00000
		-0.00000	-12.00000	3.64696	-19.28388	0.00008	-0.00000
209	1	-27.28522	-0.00186	-28.56655	0.00370	-82.79653	0.00089
		27.28522	0.00186	28.56655	0.00522	-48.17255	-0.00089
209	2	0.00783	-24.52541	76.36896	108.18774	0.01273	-0.00194
		-0.00783	24.52541	-76.36896	9.53422	0.02484	0.00194
209	3	-0.95807	-3.17231	296.44257	5.33734	-1.46217	0.00002
		0.95807	3.17231	-296.44255	9.88975	-3.13659	-0.00002

211	1	0.00576	14.26924	4.29675	-54.75501	0.02083	0.00000
		-0.00576	-14.26924	-4.29675	-59.39893	0.02523	-0.00000
211	2	0.00956	-0.01730	0.02775	0.06920	0.03991	0.00061
		-0.00956	0.01730	-0.02775	0.06916	0.03655	-0.00061
211	3	-0.00086	-8.30614	-1.93272	11.77853	-0.00310	0.00011
		0.00086	-7.69386	1.93272	-9.32937	-0.00379	-0.00011
225	1	-22.70112	0.00470	74.59774	-0.00908	-76.13795	0.00160
		22.70112	-0.00470	-74.59774	-0.01346	-32.82745	-0.00160
225	2	0.00929	-27.75664	85.57392	122.14983	0.01620	-0.00248
		-0.00929	27.75664	-85.57392	11.08207	0.02838	0.00248
225	3	-1.26906	-1.56565	129.37099	2.63218	-1.99769	-0.00010
		1.26906	1.56565	-129.37099	4.88296	-4.09380	0.00010

/ATL88 : Fin de solución lineal.

### 3.3.4 Resultados de la revisión de columnas .-

Se muestran los resultados de la revisión estructural de las columnas que forman el primer entrespacio, correspondientes al nivel 1 de reporte de memoria de cálculo.

IOIS/rj,jj Rev.8906	Revisión de Elementos de Acero	REAP89
Identif.: GET	Clasificación: ejemplo	
Proyecto: Prueba CAD/SE EU-TR	Archivo datos: T_88.GET	
Cliente : Tesina	Fecha (Rev.) : x (01)	
Obra : Edificio 8 niveles	Fecha Hora : x y	

Elaboró : Raúl Jean

Parámetros		
NTEL =	12	Número total de elementos en la base
NENT =	8	Número de entrepisos
NCCC =	3	Número de condiciones de carga
NCMC =	13	Número de combinaciones de carga
NARC =	1	Número de archivos de datos
NGRR =	3	Número de grupos de revisión
Qx__ =	3.00	Factor de comportamiento sísmico en Dir. Anal. X
Qy__ =	3.00	Factor de comportamiento sísmico en Dir. Anal. Y
CL_E =	REGULAR	Clasificación de la estructura
CODI =	RDFA	Código de diseño
CURV =	MODOF	Suposición sobre las curvatura de los elementos
Fy__ =	25300.00	Esfuerzo de fluencia del acero

## Condiciones y combinaciones de carga.-

Nombre	..CC01..	..CC02..	..CC03..
	Cm+Cv..	SismoX..	SismoY..
Archivo	0	0	0
Tipo	ESTAT	ESTAT	ESTAT
Cond. Carga	3	1	2
Desp. Lateral	NO	SI	SI
CMC01	1.40	0.00	0.00
CMC02	1.10	1.10	0.33
CMC03	1.10	1.10	-0.33
CMC04	1.10	-1.10	0.33
CMC05	1.10	-1.10	-0.33
CMC06	1.10	0.33	1.10
CMC07	1.10	-0.33	1.10
CMC08	1.10	0.33	-1.10
CMC09	1.10	-0.33	-1.10
CMC10	1.10	1.10	0.00
CMC11	1.10	-1.10	0.00
CMC12	1.10	0.00	1.10
CMC13	1.10	0.00	-1.10

## Definición de entrepisos

Archivo de Grupos \cadse\ep\_2\ep\_2\_pis.gps

..#...	..Grupo...	....Wi.....	....hi.....
1	ep_1	3328.000	...4.800
2	ep_2	2912.000	3.200
3	ep_3	2496.000	3.200
4	ep_4	2080.000	3.200
5	ep_5	1664.000	3.200
6	ep_6	1248.000	3.200
7	ep_7	832.000	3.200
8	ep_8	416.000	3.200

## Resultados de cada entrepiso

Entrepiso ep\_1

---SPex---	---SPey--	--SPEimin--	--SPEpsin--	----Wi---	----hi---
141066.1	72319.9	278899.7	72319.9	3328.0	4.8

---CMC 1---	---CMC 2---	---CMC 3---	---CMC 4---	---CMC 5---
---CMC 6---	---CMC 7---	---CMC 8---	---CMC 9---	---CMC10---
---CMC11---	---CMC12---	---CMC13---		

SPu.....	-4659.20	-3660.80	-3660.80	-3660.80	-3660.80
	-3660.80	-3660.80	-3660.80	-3660.80	-3660.80
	-3660.80	-3660.80	-3660.80	-3660.80	-3660.80
SPu/SPex.	-0.033	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
SPu/SPey.	-0.064	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
SPu/SPeim	-0.017	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
SPu/SPepm	-0.064	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
SHx.....	0.00	325.78	325.78	-325.78	-325.78
	97.73	-97.73	97.73	-97.73	325.78
	-325.78	0.00	0.00		
SHy.....	0.00	111.47	-111.47	111.47	-111.47
	371.58	371.58	-371.58	-371.58	0.00
	0.00	371.58	-371.58		
DeltaHx..	2.4e-10	0.024	0.024	-0.024	-0.024
	0.0071	-0.0071	0.0071	-0.0071	0.024
	-0.024	8.3e-11	3e-10		
DeltaHy..	2.5e-10	0.0044	-0.0044	0.0044	-0.0044
	0.015	0.015	-0.015	-0.015	2.3e-10
	1.7e-10	0.015	-0.015		
beta21X..	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03
	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
	1.03	1.03	1.03		
beta21Y..	1.08	1.06	1.06	1.06	1.06
	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
	1.06	1.06	1.06		
beta22X..	1.12	1.07	1.07	1.07	1.07
	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
	1.07	1.17	1.15		

beta22Y..	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02
	1.03	1.03	1.03		

Resultados de la revisión de las columnas del primer entrepiso:

<b>ELEMENTO 1</b>					
RevExt...	0.01	0.55	0.55	0.58	0.59
	0.42	0.44	0.47	0.52	0.48
	0.52	0.42	0.49		
RevCol...	0.01	0.63	0.69	0.85	0.97
	0.51	0.55	0.66	0.76	0.57
	0.81	0.50	0.68		

<b>ELEMENTO 25</b>					
RevExt...	0.01	0.59	0.61	0.63	0.65
	0.39	0.39	0.59	0.58	0.53
	0.58	0.37	0.60		
RevCol...	0.02	1.20	1.43	1.08	1.26
	0.56	0.57	0.94	0.93	1.17
	1.07	0.52	0.88		

<b>ELEMENTO 49</b>					
RevExt...	0.01	0.63	0.65	0.59	0.61
	0.39	0.39	0.58	0.59	0.58
	0.54	0.37	0.60		
RevCol...	0.02	1.08	1.26	1.20	1.43
	0.57	0.56	0.93	0.94	1.05
	1.19	0.52	0.88		

**ELEMENTO 73**

RevExt...	0.01	0.58	0.59	0.55	0.55
	0.44	0.42	0.52	0.47	0.51
	0.49	0.42	0.49		
RevCol...	0.01	0.85	0.97	0.63	0.69
	0.55	0.51	0.76	0.66	0.79
	0.58	0.50	0.68		

**ELEMENTO 89**

RevExt...	0.01	0.49	0.49	0.57	0.57
	0.53	0.61	0.53	0.61	0.42
	0.49	0.60	0.58		
RevCol...	0.03	0.73	0.73	1.22	1.22
	0.75	0.89	0.75	0.89	0.62
	1.04	0.85	0.82		

**ELEMENTO 113**

RevExt...	0.00	1.35	1.35	1.13	1.13
	1.38	1.29	1.38	1.29	1.21
	1.03	1.55	1.49		
RevCol...	0.08	4.51	4.51	3.53	3.53
	2.45	2.35	2.45	2.35	3.59
	2.98	2.52	2.43		

**ELEMENTO 137**

RevExt...	0.00	1.13	1.13	1.35	1.35
	1.29	1.38	1.29	1.38	1.01
	1.23	1.55	1.49		
RevCol...	0.08	3.53	3.53	4.51	4.51
	2.35	2.45	2.35	2.45	2.93
	3.66	2.52	2.43		

ELEMENTO 161					
RevExt...	0.01	0.57	0.57	0.49	0.49
	0.61	0.53	0.61	0.53	0.48
	0.43	0.60	0.58		
RevCol...	0.03	1.22	1.22	0.73	0.73
	0.89	0.75	0.89	0.75	1.03
	0.62	0.85	0.82		

ELEMENTO 177					
RevExt...	0.01	0.55	0.55	0.59	0.58
	0.47	0.52	0.42	0.44	0.48
	0.52	0.50	0.40		
RevCol...	0.01	0.69	0.63	0.97	0.85
	0.66	0.76	0.51	0.55	0.57
	0.81	0.70	0.48		

ELEMENTO 193					
RevExt...	0.01	0.61	0.59	0.65	0.63
	0.59	0.58	0.39	0.39	0.53
	0.58	0.62	0.36		
RevCol...	0.02	1.43	1.20	1.26	1.08
	0.94	0.93	0.56	0.57	1.17
	1.07	0.90	0.50		

ELEMENTO 209					
RevExt...	0.01	0.65	0.63	0.61	0.59
	0.58	0.59	0.39	0.39	0.58
	0.54	0.62	0.36		
RevCol...	0.02	1.26	1.08	1.43	1.20
	0.93	0.94	0.57	0.56	1.05
	1.19	0.90	0.50		

ELEMENTO 225					
RevExt...	0.01	0.59	0.58	0.55	0.55
	0.52	0.47	0.44	0.42	0.51
	0.49	0.50	0.40		
RevCol...	0.01	0.97	0.85	0.69	0.63
	0.76	0.66	0.55	0.51	0.79
	0.58	0.70	0.48		

### 3.3.5 Resultados de la revisión de trabes .-

Se muestran los resultados de la revisión estructural de las trabes que forman los tres primero entrepisos, correspondientes al nivel 1 de reporte de memoria de cálculo.

IOIS/rj,jj Rev.8906	Revision de Elementos de Acero	REAP89
Identif.: GET	Clasificación: ejemplo	
Proyecto: Prueba CAD/SE EU-TR	Archivo datos: T_88.GET	
Cliente : Tesina	Fecha (Rev.) : x (01)	
Obra : Edificio 8 niveles	Fecha Hora : x y	

Elaboró : Raul Jean

Parámetros:		
NTEL =	12	Número total de elementos en la base
NENT =	0	Número de entrepisos
NCCC =	3	Número de condiciones de carga
NCMC =	3	Número de combinaciones de carga
NARC =	1	Número de archivos de datos
NGRR =	3	Número de grupos de revisión
Qx__ =	3.00	Factor de comportamiento sísmico en Dir. Anal. X
Qy__ =	3.00	Factor de comportamiento sísmico en Dir. Anal. Y
CL E =	REGULAR	Clasificación de la estructura
CODI =	RDFA	Código de diseño
CURV =	MODOP	Suposición sobre las curvatura de los elementos
Fy__ =	25300.00	Esfuerzo de fluencia del acero

## Condiciones y combinaciones de carga

	..CC01..	..CC02..	..CC03..
Nombre	Cm+Cv	SismoX	SismoY
Archivo	0	0	0
Tipo	ESTAT	ESTAT	ESTAT
Cond.Carga	3	1	2
Desp.Lateral	NO	SI	SI
CMC01	1.400	0.000	0.000
CMC02	1.100	1.100	0.000
CMC03	1.100	0.000	1.100

## Grupo de elementos a revisar

Archivo de Grupos \cadse\ep\_2\ep\_2\_tr.gps

```

..#.. grupo... <rx><ry><sl> <td>
  1 trabes1    0  0  1  F
  2 trabes2    0  0  1  F
  3 trabes3    0  0  1  F

```

-----GRUPO DE TRABES N.- 1 -----

---CMC 1--- ---CMC 2--- ---CMC 3---

## ELEMENTO 3

Mdx.....	-16.5	-73.2	-12.9
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.0	1.1	6.5

La sección es tipo = 1

La sección está sobrada en 13.6%

**ELEMENTO 4**

Mdx.....	15.4	12.1	-70.1
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.4	6.9	1.2

La sección es tipo = 1  
 La sección está sobrada en 18.6%

**ELEMENTO 27**

Mdx.....	-27.0	-68.2	-21.2
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	3.1	1.2	3.9

La sección es tipo = 1  
 La sección está sobrada en 21.9%

**ELEMENTO 28**

Mdx.....	31.2	24.5	-74.1
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	2.7	3.4	1.1

La sección es tipo = 1  
 La sección está sobrada en 12.2%

**ELEMENTO 51**

Mdx.....	16.5	-75.6	12.9
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.0	1.1	6.5

La sección es tipo = 1  
 La sección está sobrada en 10%

ELEMENTO 52			
Mdx.....	31.2	24.5	-74.1
Mrxx....	83.2	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	2.7	3.4	1.1
La sección es tipo = 1			
La sección está sobrada en 12.2%			

ELEMENTO 75			
Mdx.....	15.4	12.0	-70.1
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.4	6.9	1.2
La sección es tipo = 1			
La sección está sobrada en 18.6%			

ELEMENTO 91			
Mdx.....	-33.1	-83.6	-26.0
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	2.5	1.0	3.2
La sección es tipo = 1			
La sección está escasa en 0.5%			

ELEMENTO 92			
Mdx.....	-15.4	-12.1	-73.4
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.4	6.9	1.1
La sección es tipo = 1			
La sección está sobrada en 13.2%			

**ELEMENTO 115**

Mdx.....	54.0	-87.3	42.4
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	1.5	1.0	2.0

La sección es tipo = 1

La sección está escasa en 4.8%

**ELEMENTO 116**

Mdx.....	-31.2	-24.5	-79.0
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	2.7	3.4	1.5

La sección es tipo = 1

La sección está sobrada en 5.3%

**ELEMENTO 139**

Mdx.....	33.1	-82.8	26.0
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	2.5	1.0	3.2

La sección es tipo = 1

La sección está sobrada en 0.4%

**ELEMENTO 140**

Mdx.....	-31.2	-24.5	-79.0
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	2.7	3.4	1.1

La sección es tipo = 1

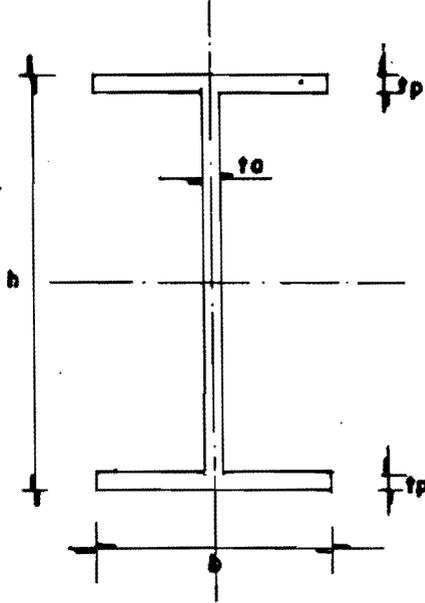
La sección está sobrada en 5.3%

ELEMENTO 163			
Mdx.....	-15.4	-12.0	-73.4
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.4	6.9	1.1
La sección es tipo = 1			
La sección está sobrada en 13.2%			

ELEMENTO 179			
Mdx.....	-16.5	-73.2	-13.0
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.0	1.1	6.4
La sección es tipo = 1			
La sección está sobrada en 13.6%			

ELEMENTO 195			
Mdx.....	27.0	-68.2	21.2
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	3.1	1.2	3.9
La sección es tipo = 1			
La sección está sobrada en 21.9%			

ELEMENTO 211			
Mdx.....	16.5	-75.6	13.0
Mrxx....	83.1	83.1	83.1
Mrxx/Mdx	5.0	1.1	6.4
La sección es tipo = 1			
La sección está sobrada en 10%			



ENTREPISO	DIMENSIONES COLUMNAS				DIMENSIONES TRABES.			
	b	h	to	tp	b	h	to	tp
EP - 1	20	65	1.27	1.91	60	60	2.54	3.18
EP - 2								
EP - 3								
EP - 4	20	60	1.27	1.58	50	60	1.905	2.54
EP - 5								
EP - 6								
EP - 7	15	60	0.95	1.27	40	60	1.6	1.904
EP - 8								

acot. cm.

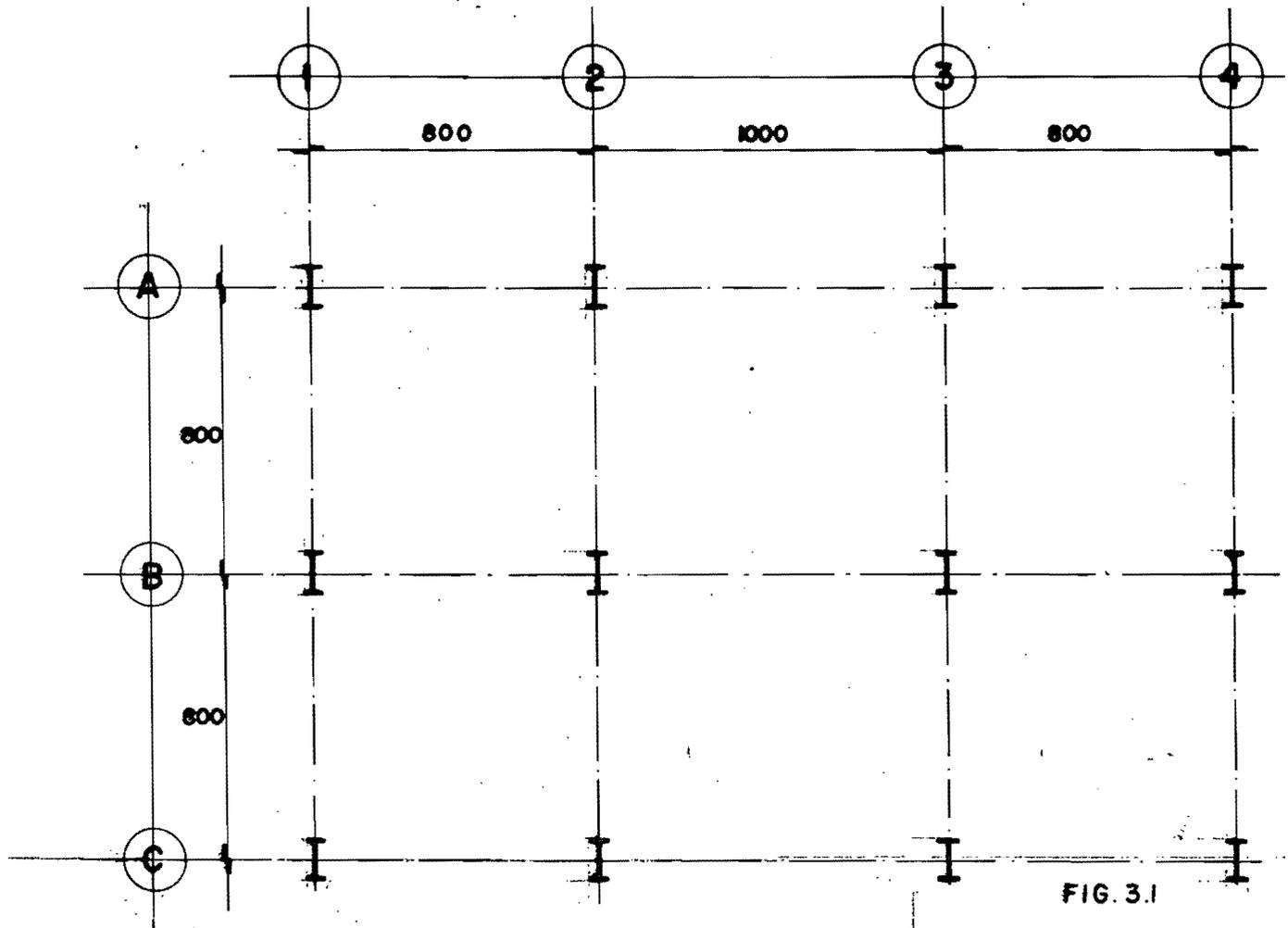


FIG. 3.1

EJEMPLO DE APLICACION	EP-2
	SECCION TRANSVERSAL Y PLANTA
ESC: 1:200	ACOT. cm.

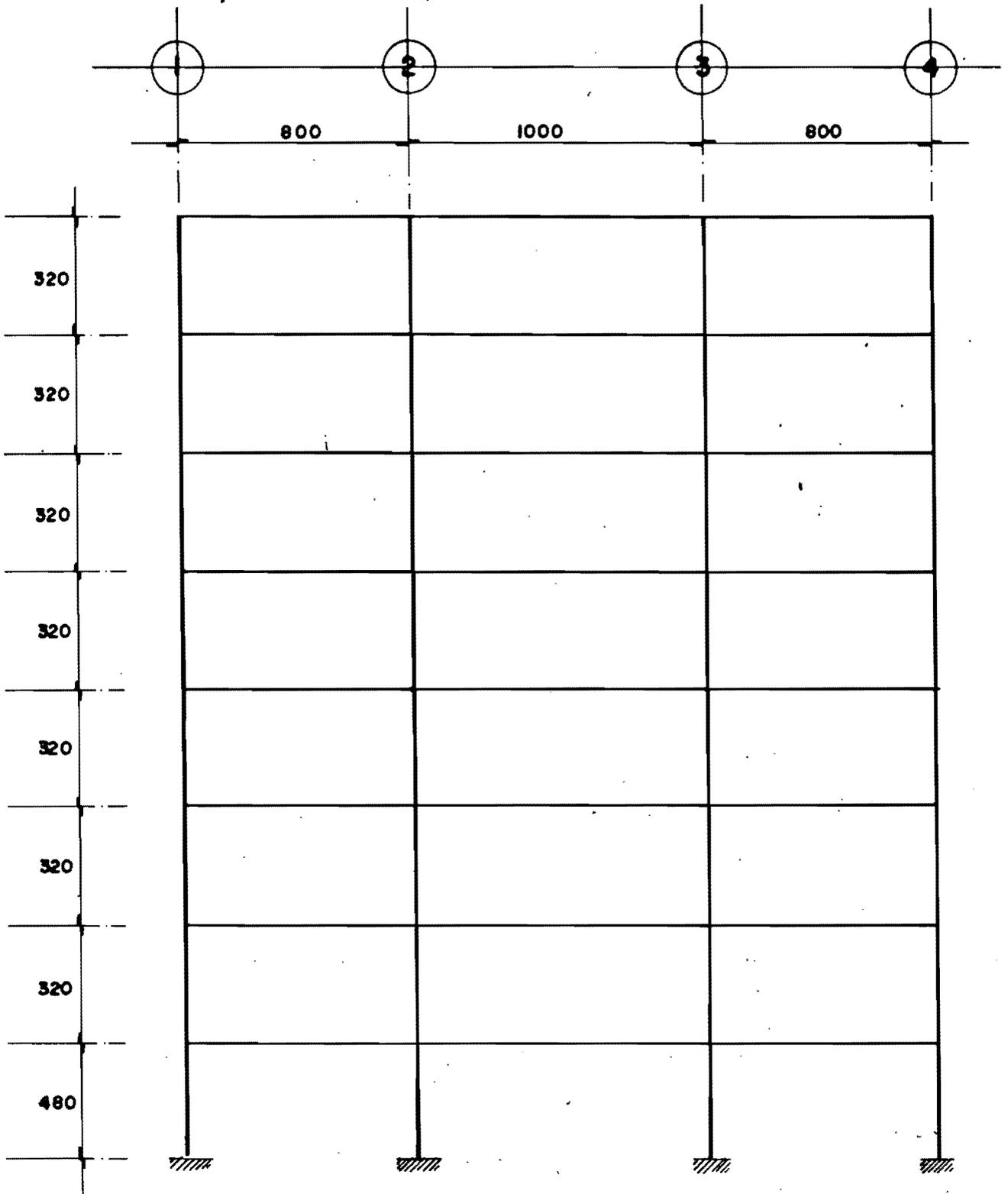


FIG. 3.2

<b>EJEMPLO DE APLICACION</b>		<b>EP-2</b>
<b>MARCOS EJES A,B y C.</b>		
S/ Esc.	ACOT.	cm.

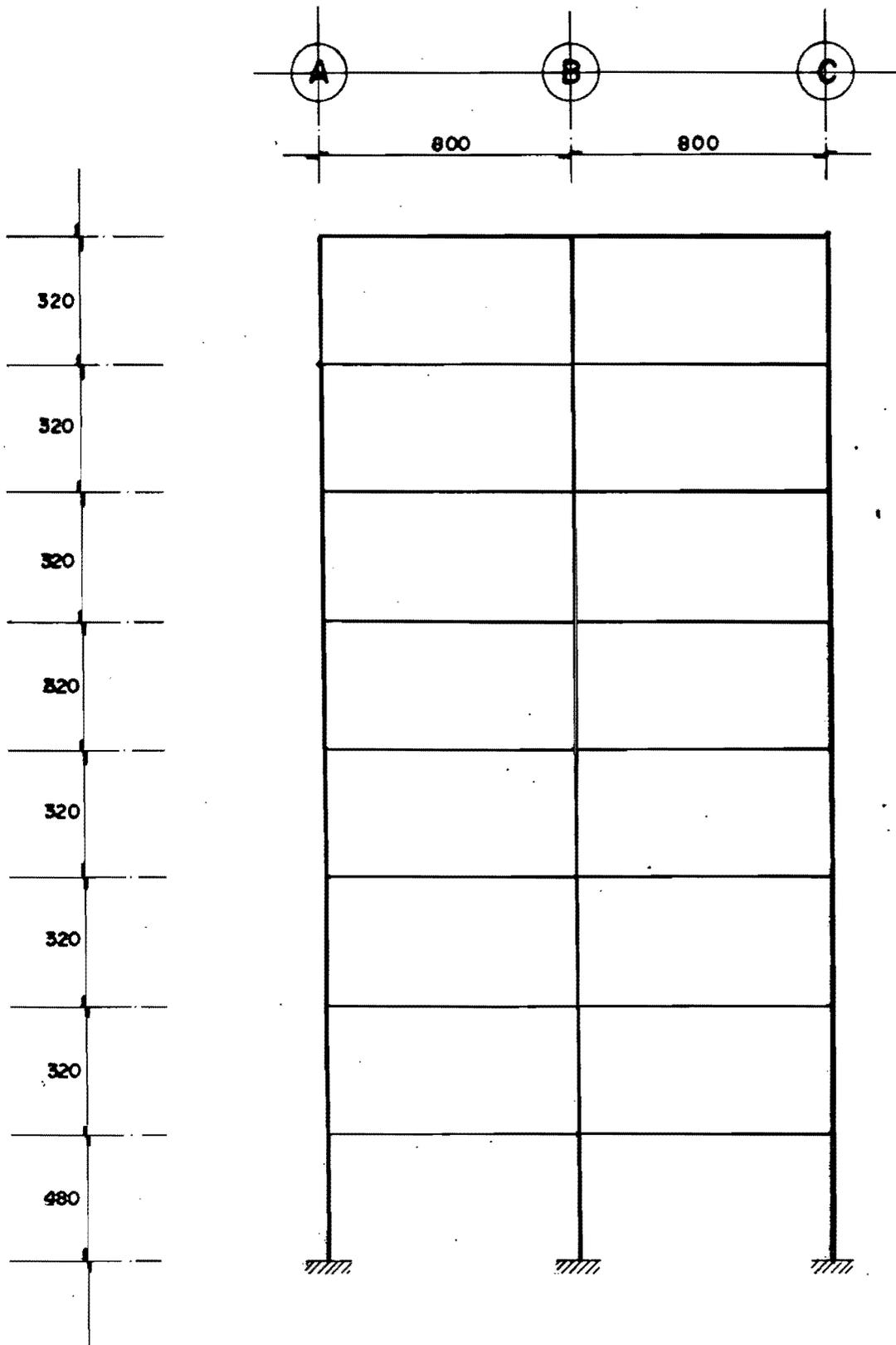
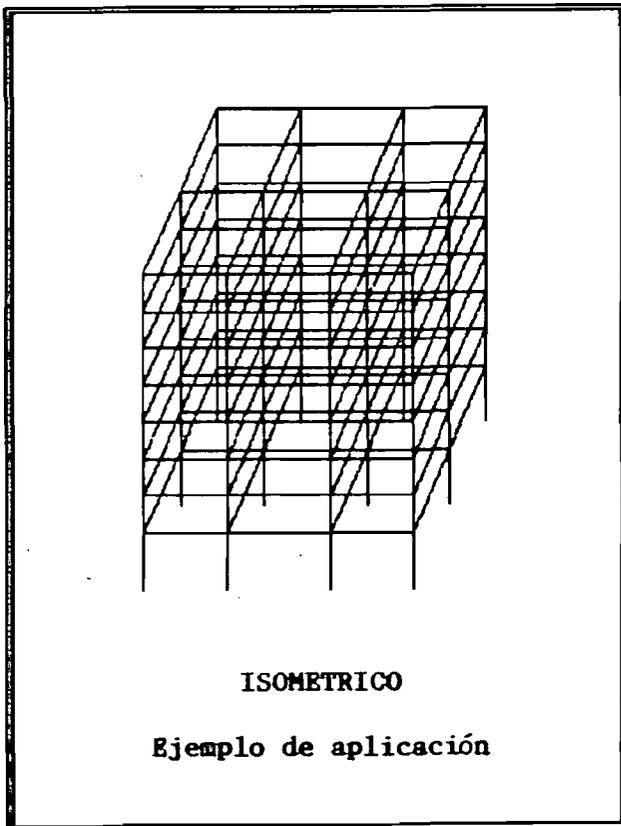
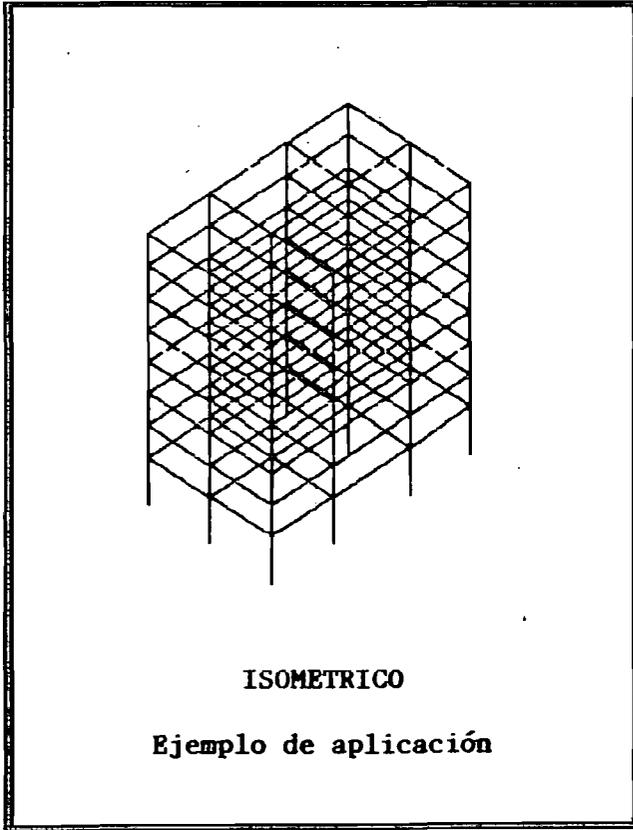
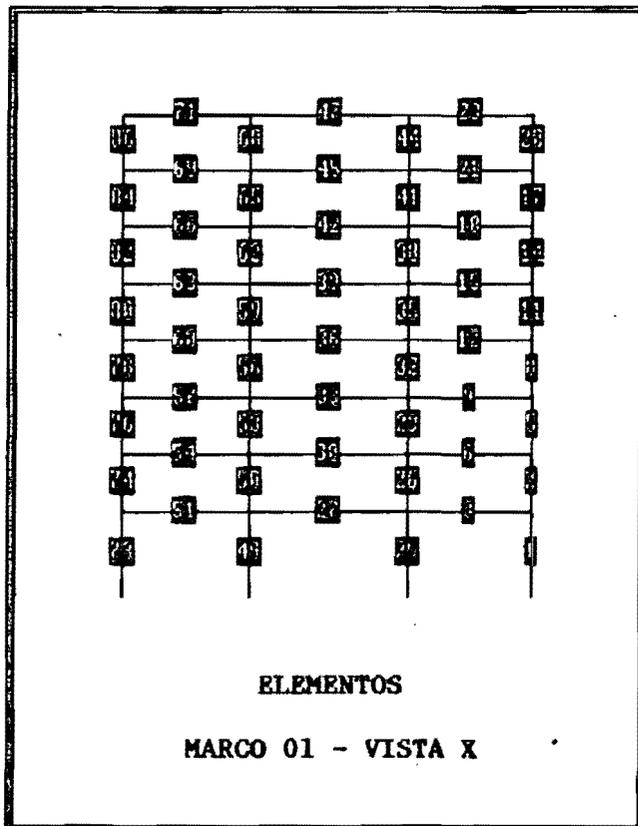
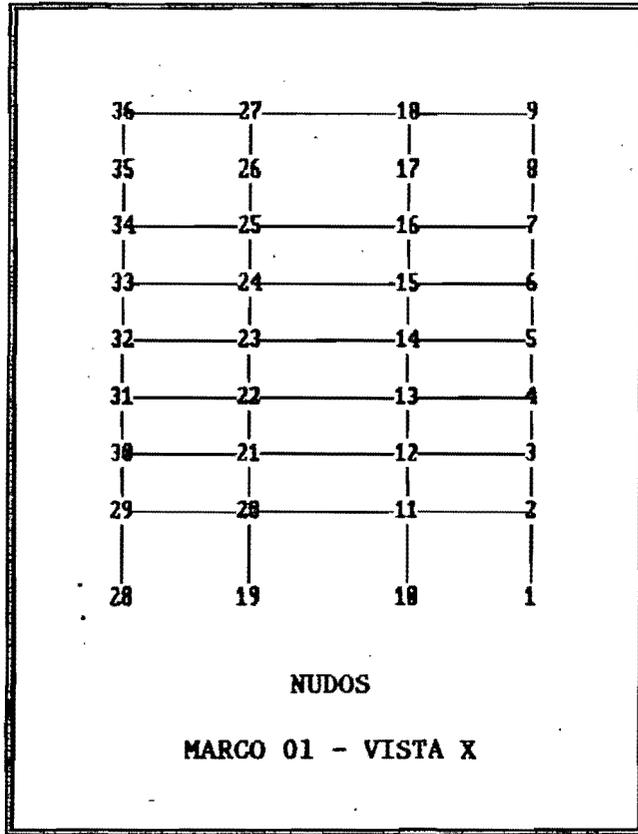
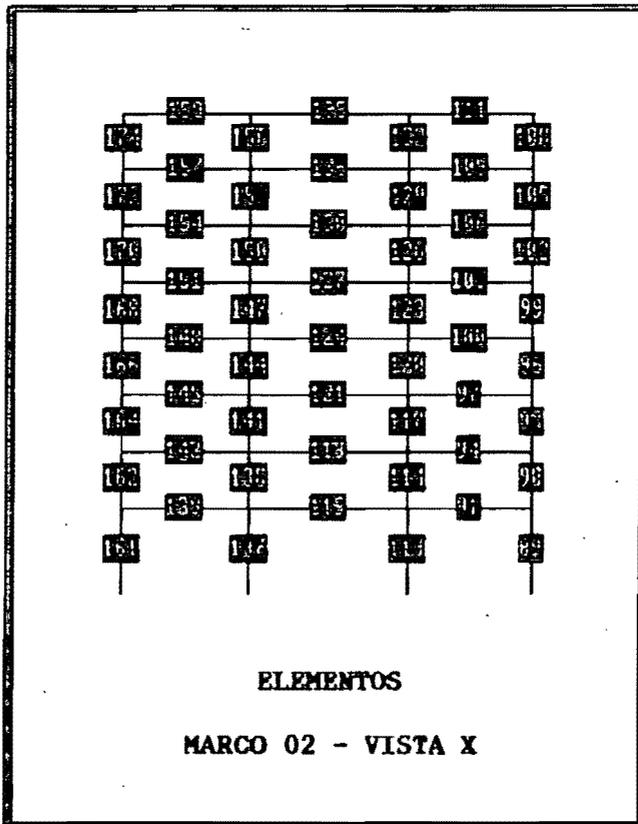
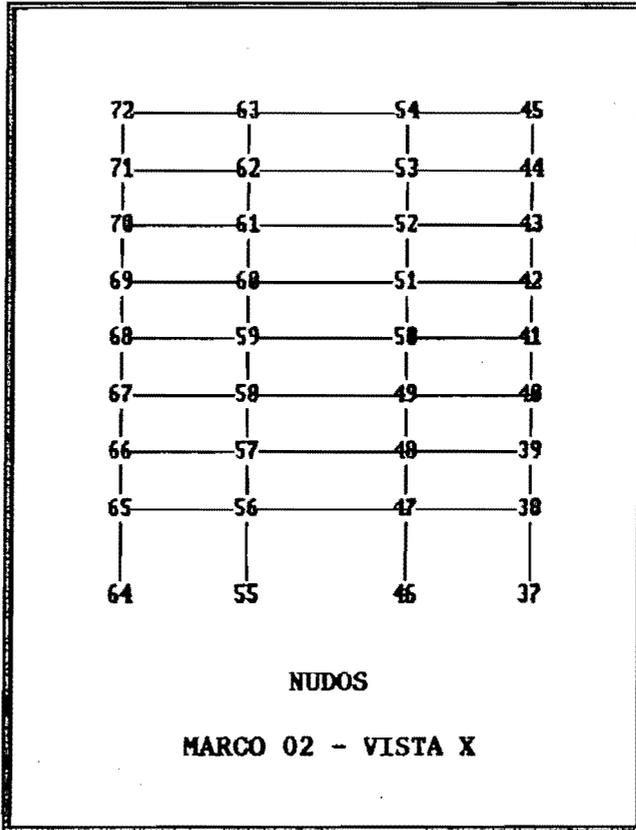


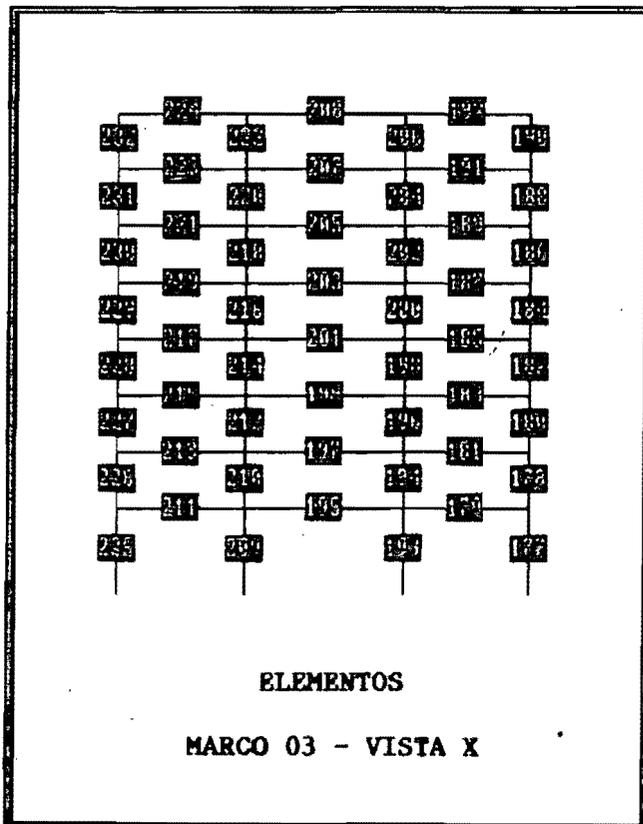
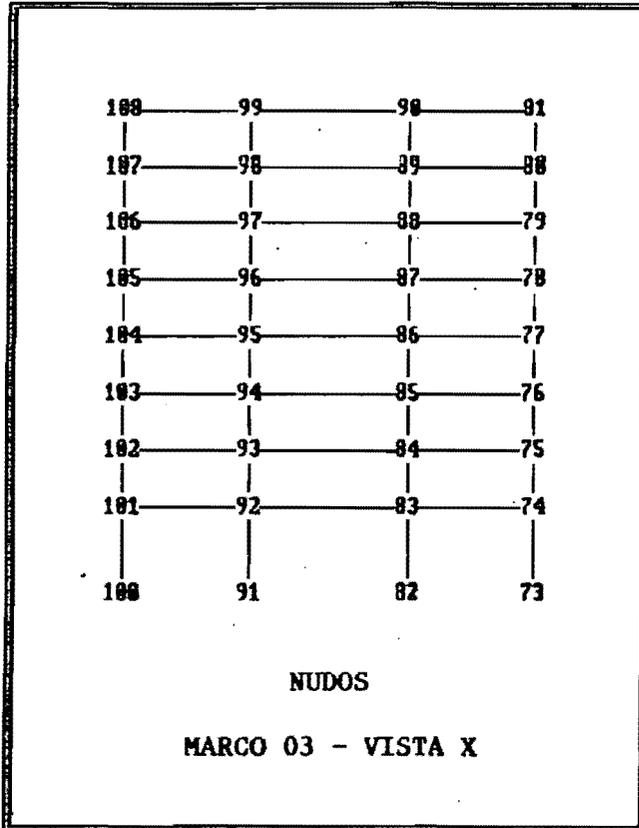
FIG. 3-3.

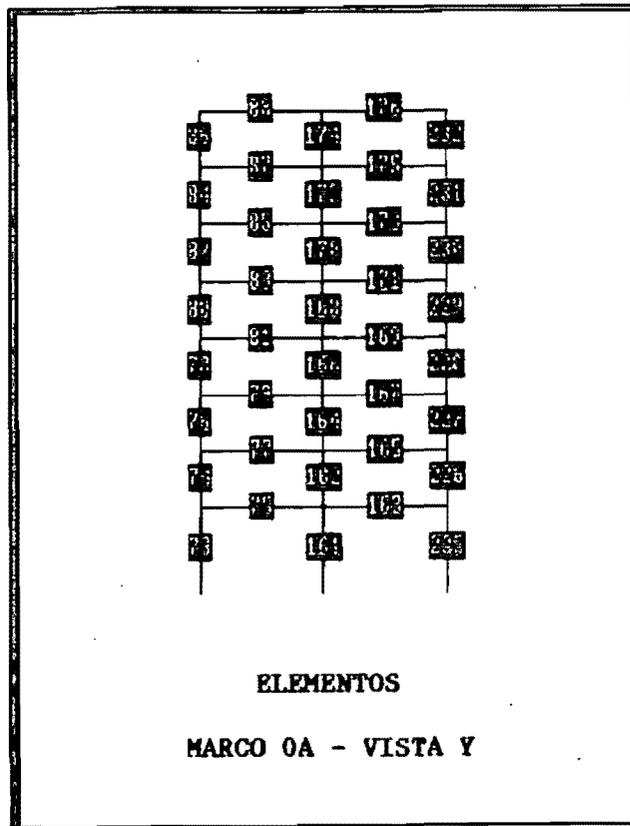
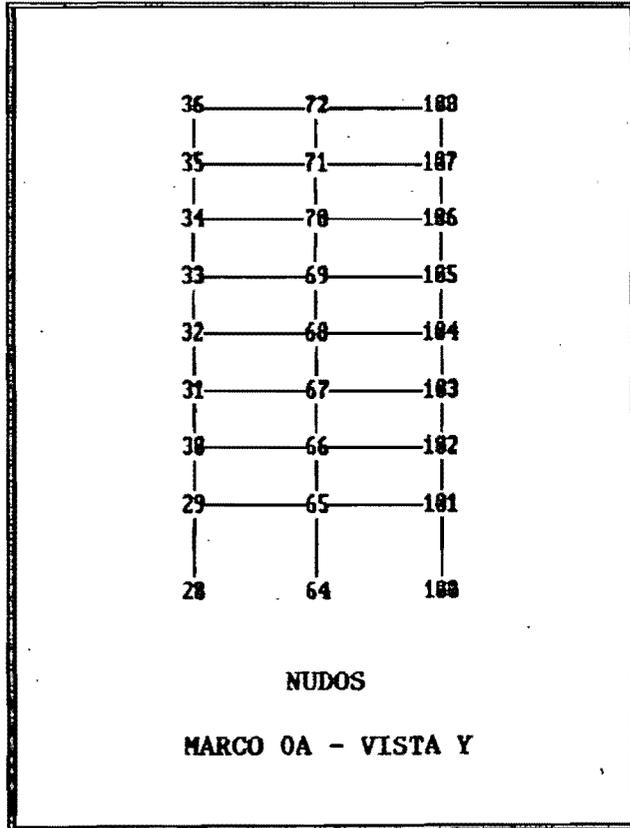
<b>EJEMPLO DE APLICACION</b>		<b>EP-2</b>
<b>MARCOS EJES 1, 2, 3 y 4</b>		
S/Esc.	ACOT.	cm.

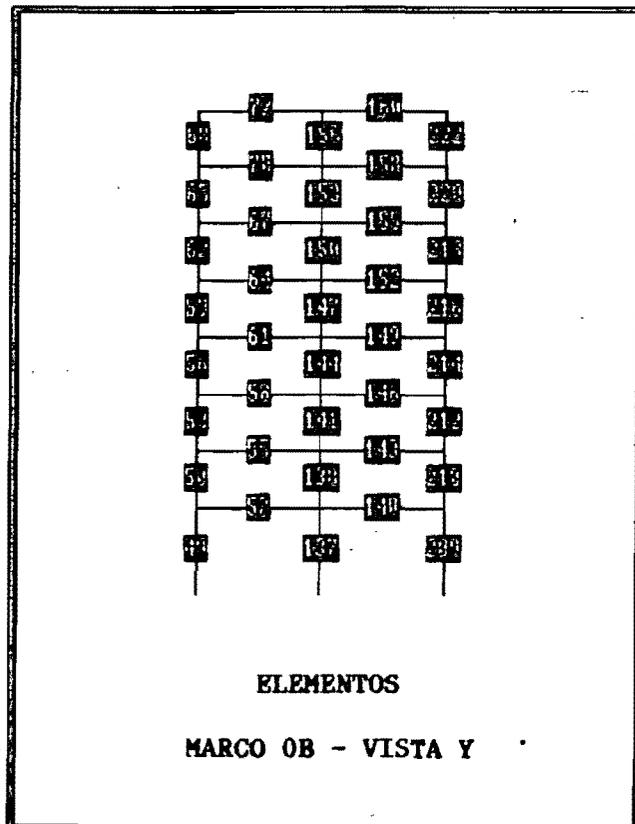
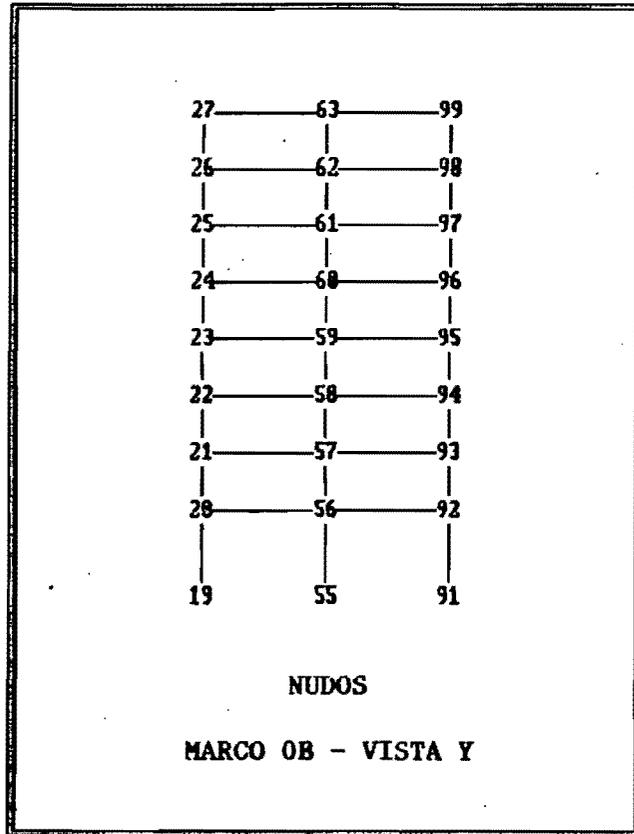


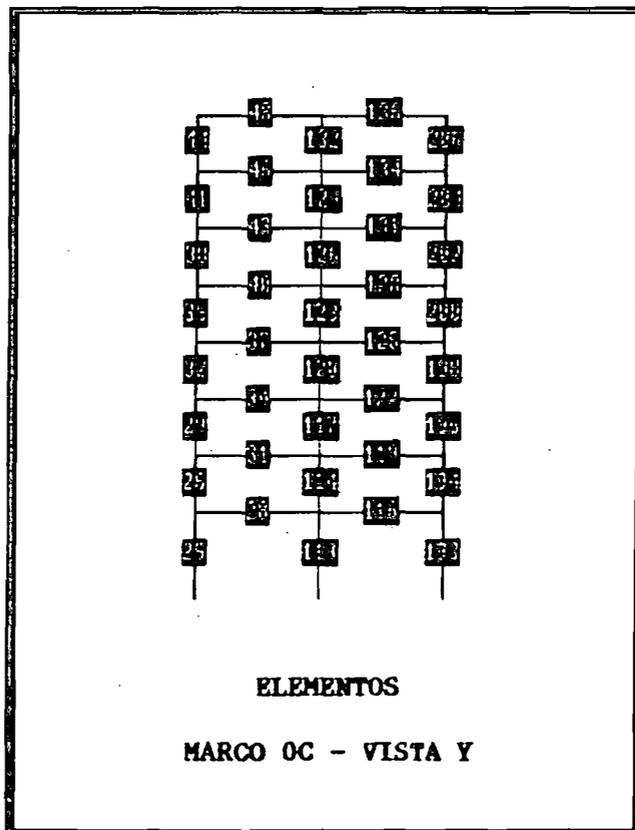
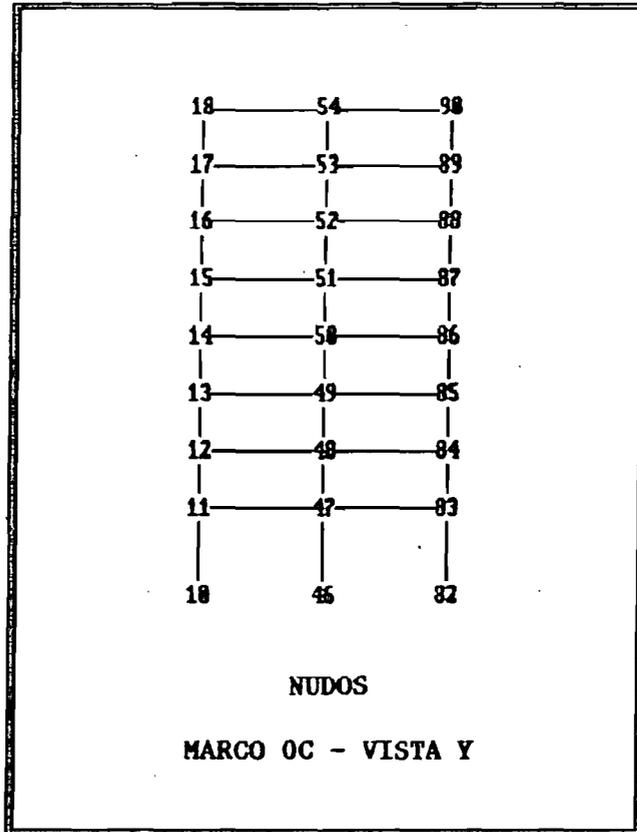


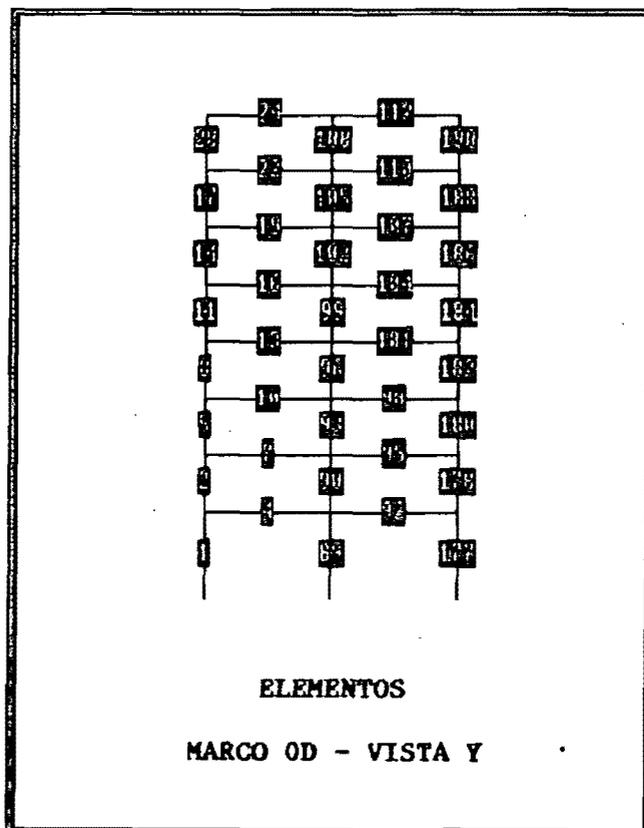
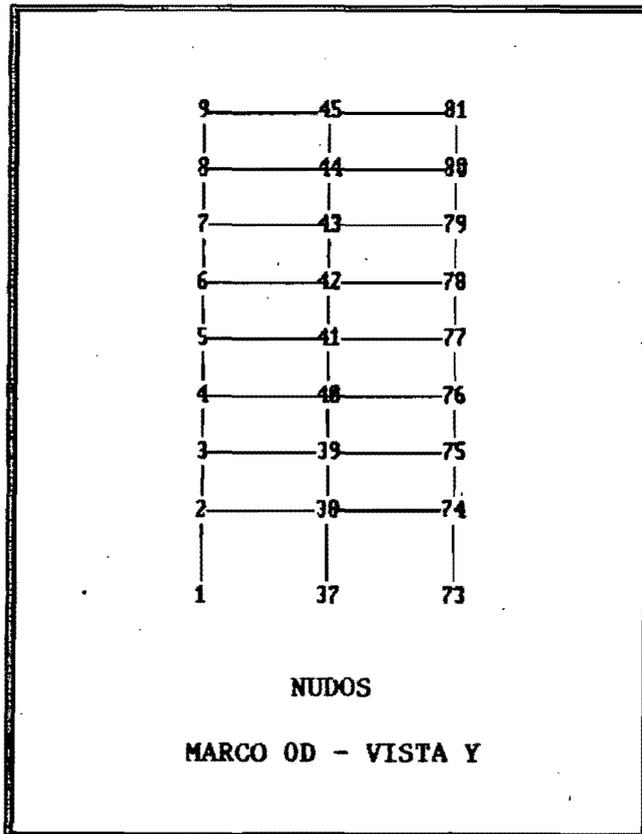


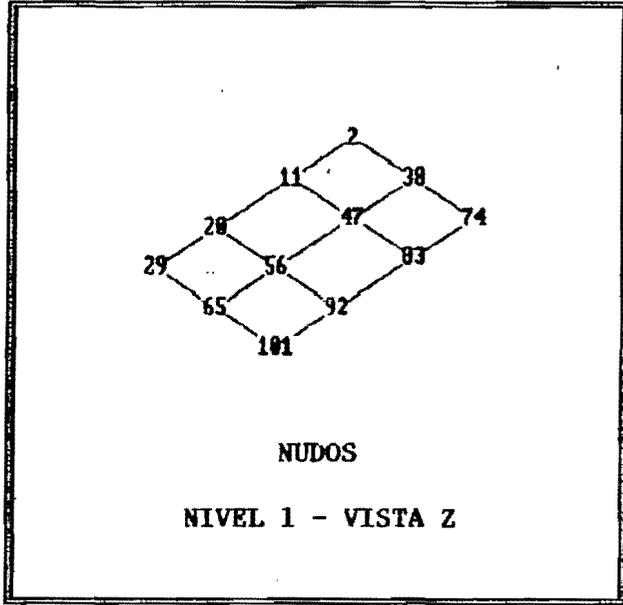


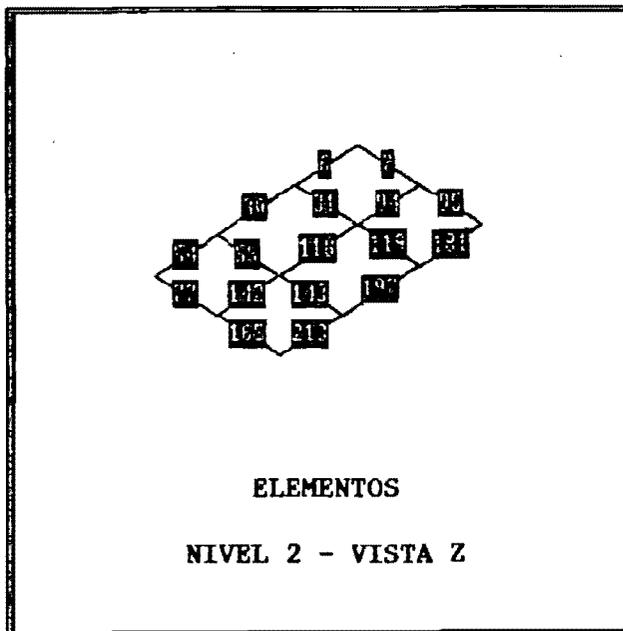
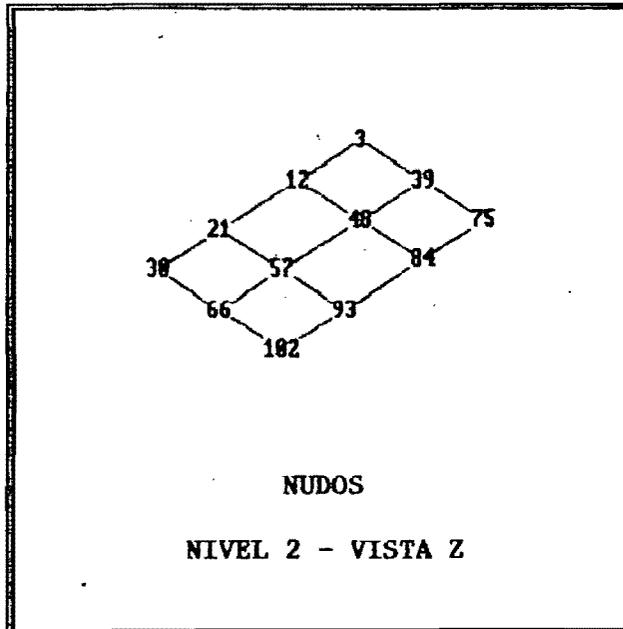


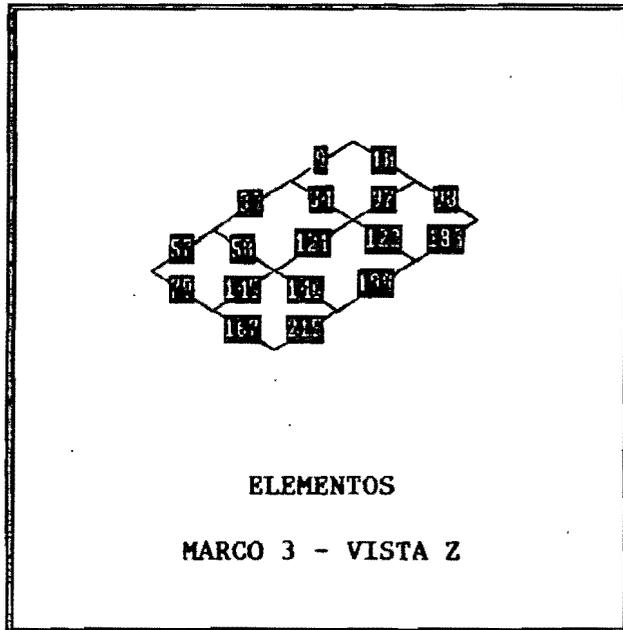
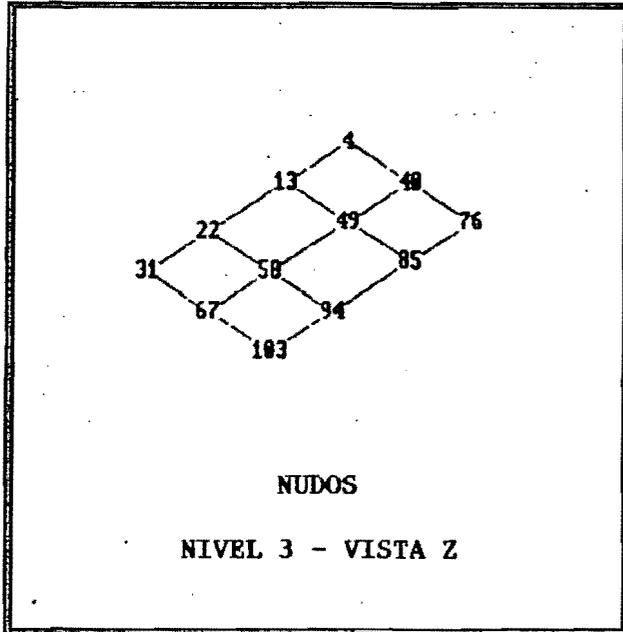












#### 4 COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES

Con este trabajo se ha dado comienzo a un sistema de revisión de elementos de acero, que constituyan una herramienta para el ingeniero estructurista.

Actualmente se cuenta con un sistema que puede llevar a cabo la revisión automática de elementos de acero de acuerdo con NTC-RDF87<sup>1</sup> a partir de los resultados generados por el programa ATL88<sup>2</sup>. Se espera que en un futuro próximo, se pueda ir completando y perfeccionando la herramienta, para poder contar con un sistema lo mas integro posible para la revisión de estructuras de acero. Se espera completarlo con los siguientes procesos:

- Procesador para los códigos AISC78 y AISC86.
- Revisión de trabes armadas.
- Revisión de perfiles de lámina delgada doblados en frío.
- Diseño de conexiones.
- Revisión de elementos de acero integrado al programa de análisis tridimensional no lineal (TINA).

El programa se ha hecho considerando estructuras regulares e irregulares cuando las fuerzas normales y los momentos se obtienen por medio de un análisis de primer orden. Sin embargo se piensa que para un cierto número de estructuras irregulares es necesario hacer la revisión partiendo de elementos mecánicos provenientes de análisis de segundo orden que tomen en cuenta, los incrementos de las fuerzas internas producidos por las cargas verticales al actuar sobre la estructura deformada, la influencia de la fuerza axial en las rigideces y los efectos de plastificación parcial de la estructura. Este caso se piensa resolver integrando el programa REP88 al programa de análisis TINA<sup>1,2</sup>. Con este segundo sistema se podrá por ejemplo:

- Calcular estructuras irregulares a partir de análisis de segundo orden. Comparar el dimensionamiento de estructuras regulares a partir de análisis de primer orden y de segundo orden.

Finalmente, cualquier comentario o crítica al sistema será bien apreciada, con el objeto de elaborar un producto con la mejor calidad posible y minimizar los errores.

**5 BIBLIOGRAFIA**

- 1.- "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias". México, D.F. 3 de julio de 1987.
- 2.- "Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings". American Institute of Steel Construction, Nueva York (1978).
- 3.- O. de Buen, "Estructuras de Acero, comportamiento y diseño", 1a Ed., Limusa, México (1982).
- 4.- B. G. Johnston, F. J. Lin, T. V. Galambos, "Diseño Básico de Estructuras de Acero, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.", México (1988).
- 5.- Ch. G. Salmon, J. E. Johnson, "Steel Structures Design and Behavior", Harper International Edition, Harper & Row, Publishers, Nueva York (1980).
- 6.- H. Schildt, "Turbo C, The Complete Reference", Borland Osborne, McGraw.Hill Programming Series, Berkeley California (1988).
- 7.- B. W. Kernighan, D M: Ritchie, "El Lenguaje de programación C", Prentice-Hall Hispanoamericana S. A., México (1987).
- 8.- J. Antoniano, J. Cesín, J. J. Perez-Gavilán, "Programa de computadora de análisis elástico lineal tridimensional (ATL88)", México (1988).
- 9.- J. J. Perez-Gavilán, "Programa de computadora de análisis espectral modal a partir de vectores de RITZ (RTZ88)", tesis de maestria Universidad Nacional Autónoma de México (1989).
- 10.- V. Basaldúa, J. J. Perez Gavilán, "Inspector de estructuras tridimensionales (ATLGR)", México (1988).
- 11.- J. Dany Rios, "La computadora (II): Evolución Técnica Incontenible ", Revista Ingenieria Civil, Organo Oficial del Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C. , diciembre de 1986 .
- 12.- J. Antoniano, "Thredimensional Instability Non Linear Analisys", Tesis para obtener el grado de "Civil Engineer", Massachusetts Institute of Technology, 1978. .
- 13.- C. I. Pesquera M., "Integrated Analysis and Design of Steel Frames with Interative Computer Graphics", tesis doctoral Cornell University, enero 1984.

**6 APENDICE A.- Códigos y formulas**

A continuación se describen con detalle todas las expresiones que se evalúan al aplicar los reglamentos que se han incorporado al programa y se indica el nivel de la memoria de cálculo en el cual aparecen evaluadas (Mi).

Cabe mencionar que las expresiones incorporadas en un determinado nivel de memoria de cálculo, está incluidas en los niveles superiores al considerado.

**6.1 NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS DEL REGLAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL DE 1987.**

**6.1.1 - Miembros en tensión.-**

Estado límite de flujo plástico en la sección total.

(M1)  $F_r = 0.90$

(M2)  $R_t = A_t F_y F_r$  (3.1.1)

(M3)  $b$

(M3)  $h$

(M3)  $t_a$

(M3)  $t_p$

(M3)  $t_{sec}$

(M3)  $F_y$

(M1)  $\left(1 - \frac{P}{R_c}\right) \times 100$  ó  $\left(\frac{P}{R_c} - 1\right) \times 100$

**6.1.2 - Miembros en compresión.-**

**6.1.2.1 - Estado límite de inestabilidad por flexión.-**

a) Miembros de sección transversal H, I, o rectangular hueca.

(M3)  $F_r = 0.90$

(M2)  $R_c = \left[ \frac{F_y}{1 + \lambda^{2n} - 0.15^{2n}} \right] A_t F_r \leq F_y A_t F_r$  (3.2.1)

(M3)  $\lambda = \frac{Kl}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}}$

b) Miembros cuya sección transversal tiene una forma cualquiera no incluida en a).

(M3)  $F_r = 0.85$

$$\text{si } \frac{Kl}{r} \geq \left(\frac{Kl}{r}\right)_c$$

$$(M2) \quad R_c = \left[ \frac{20120000}{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2} \right] A_t F_r \quad (3.2.2)$$

$$(M2) \quad \text{si } \frac{Kl}{r} \geq \left(\frac{Kl}{r}\right)_c$$

$$(M2) \quad R_c = A_t F_y \left[ 1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2}{2\left(\frac{Kl}{r}\right)_c^2} \right] F_r \quad (3.2.3)$$

$$(M3) \quad \left(\frac{Kl}{r}\right)_c = \frac{6340}{\sqrt{F_y}}$$

$$(M1) \quad \left(1 - \frac{P}{R_c}\right) \times 100 \quad \text{ó} \quad \left(\frac{P}{R_c} - 1\right) \times 100 \quad (\%)$$

**6.1.2.2 -Estado límite de pandeo por flexión y por flexotorsión.-**

$$(M2) \quad R_c = Q A_t F_n F_r \quad (1)$$

$$(M3) \quad F_r = 0.85$$

$$(M3) \quad Q = 1.0 \text{ para secciones tipo 1, 2 ó 3}$$

$$(M3) \quad \text{Para } F_e > \frac{F_y}{2} \quad F_n = F_y \left(1 - \frac{F_y}{4F_e}\right) \quad (2)$$

$$(M3) \quad \text{Para } F_e \leq \frac{F_y}{2} \quad F_n = F_y \quad (3)$$

$$(M2) \quad R_c = \left[ \frac{A_t \pi^2 E}{25.7 \left(\frac{b}{t}\right)^2} \right] F_r \quad (4)$$

Para secciones C, Z, y L con patines no atiesados  $R_c$  es el menor de los valores calculados con la fórmula (1) o (4).

a) Secciones con dos ejes de simetría.

Esfuerzo crítico de pandeo por torsión:

$$(M3) \quad F_e = \left[ GJ + \frac{\pi^2 E C \alpha}{(K_z L_z)^2} \right] \frac{1}{(I_x + I_y)} \quad (5)$$

b) Secciones con un eje de simetría.

$$\text{si } \frac{Kl}{r} \geq \left(\frac{Kl}{r}\right)_c$$

$$(M2) \quad R_c = \left[ \frac{20120000}{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2} \right] A_t F_r \quad (3.2.2)$$

$$(M2) \quad \text{si } \frac{Kl}{r} \geq \left(\frac{Kl}{r}\right)_c$$

$$(M2) \quad R_c = A_t F_y \left[ 1 - \frac{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2}{2\left(\frac{Kl}{r}\right)_c^2} \right] F_r \quad (3.2.3)$$

$$(M3) \quad \left(\frac{Kl}{r}\right)_c = \frac{6340}{\sqrt{F_y}}$$

$$(M1) \quad \left(1 - \frac{P}{R_c}\right) \times 100 \quad \text{ó} \quad \left(\frac{P}{R_c} - 1\right) \times 100 \quad (\%)$$

**6.1.2.2 -Estado límite de pandeo por flexión y por flexotorsión.-**

$$(M2) \quad R_c = Q A_t F_n F_r \quad (1)$$

$$(M3) \quad F_r = 0.85$$

$$(M3) \quad Q = 1.0 \text{ para secciones tipo 1, 2 ó 3}$$

$$(M3) \quad \text{Para } F_e > \frac{F_y}{2} \quad F_n = F_y \left(1 - \frac{F_y}{4F_e}\right) \quad (2)$$

$$(M3) \quad \text{Para } F_e \leq \frac{F_y}{2} \quad F_n = F_e \quad (3)$$

$$(M2) \quad R_c = \left[ \frac{A_t \pi^2 E}{25.7 \left(\frac{b}{t}\right)^2} \right] F_r \quad (4)$$

Para secciones C, Z, y L con patines no atiesados  $R_c$  es el menor de los valores calculados con la fórmula (1) o (4).

a) Secciones con dos ejes de simetría.

Esfuerzo crítico de pandeo por torsión:

$$(M3) \quad F_e = \left[ GJ + \frac{\pi^2 EC\alpha}{(K_z L_z)^2} \right] \frac{1}{(I_x + I_y)} \quad (5)$$

b) Secciones con un eje de simetría.

Esfuerzo critico de pandeo elástico por flexión alrededor del eje centroidal y principal perpendicular al de simetría:

$$(M3) \quad F_{\bullet} = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad (6)$$

Esfuerzo crítico de pandeo elástico por flexotorsión:

$$(M3) \quad F_{\bullet} = \frac{1}{2H} [(F_{\bullet x} + F_{\bullet z}) - \sqrt{(F_{\bullet x} + F_{\bullet z})^2 - 4HF_{\bullet x}F_{\bullet z}}] \quad 7$$

$$(M3) \quad r_o^2 = x_o^2 + y_o^2 + \frac{(I_x + I_y)}{A} \quad (10)$$

$$(M3) \quad H = 1 - \frac{(x_o^2 + y_o^2)}{(r_o^2)} \quad (11)$$

$$(M3) \quad F_{\bullet x} = \pi^2 E / (K_x L_x / r_y)^2 \dots \dots \dots (12)$$

$$(M3) \quad F_{\bullet z} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_z L_z}{r_y}\right)^2} \quad (12)$$

$$F_{\bullet z} = \left[ GJ + \pi^2 E \frac{C\alpha}{(K_z L_z)^2} \right] \frac{1}{A_1 r_o^2} \quad (13)$$

(M3) b

(M3) t<sub>α</sub>

(M3) A

(M3) r<sub>x</sub>

(M3) r<sub>y</sub>

(M3) r r<sub>o</sub>

(M3) J

(M3) F<sub>y</sub>

(M3) E

(M3) G

(M3) L

(M2) K<sub>x</sub>

(M2)  $K_y$

(M3)  $t_{sec}$

(M2)  $c_{sec}$

(M2)  $P$

(M1)  $\left(1 - \frac{P}{R_c}\right) \times 100$  ó  $\left(\frac{P}{R_c} - 1\right) \times 100$

**6.1.3 - Miembros en flexión.-**

Se consideran los siguientes estados límites:

- Formación de un mecanismo con articulaciones plásticas.
- Agotamiento de la resistencia a la flexión en la sección crítica, en miembros que no admiten redistribución de momentos.
- Iniciación del flujo plástico en la sección crítica.

Resistencia de diseño en flexión.

**6.1.3.1 - Miembros en los que el pandeo lateral no es crítico ( $L \leq L_u$ ).**

a) Para secciones tipo 1 o 2:

(M3)  $F_r = 0.90$

(M2)  $M_p = F_r Z F_y = F_r M_p$  (3.3.1)

b) Para secciones tipo 3:

(M3)  $F_r = 0.90$

(M2)  $M_R = F_r S F_y = F_r M_y$  (3.3.1)

(Nota : para secciones tipo 3 se interpola entre  $M_R = F_r M_p$  y  $M_R = F_r M_y$  en función de las relaciones ancho grueso.

**6.1.3.2 - Miembros en los que el pandeo lateral es crítico ( $L > L_u$ ).**

a) Para secciones tipo 1 o 2, con dos ejes de simetría flexionadas alrededor del eje de mayor momento de inercia:

(M3)  $F_r = 0.90$

Si  $M_u > \frac{2}{3} M_p$

(M2)  $M_R = 1.15 F_r M_p \left(1 - 0.28 \frac{M_p}{M_u}\right) \leq F_r M_p$  (3.3.7)

$$\text{Si } M_u < \left(\frac{2}{3}\right) M_p$$

$$(M2) \quad M_R = F_r M_u \quad (3.3.8)$$

Para secciones I , H o en cajón:

$$(M3) \quad M_u = \frac{\pi}{CL} \sqrt{EI_y C J + \left(\frac{\pi E}{L}\right)^2 I_y C \alpha}$$

$$= \frac{\pi E}{CL} \sqrt{\frac{I}{y} \left(\frac{J}{2.6}\right) + \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 C \alpha} \quad (3.3.9)$$

(Nota: En miembros de sección en cajón ( rectangular hueca ) se toma  $C\alpha=0.0$  )

$$(M2) \quad C = 0.60 + 0.40 \frac{M_1}{M_2}$$

$$(M2) \quad C = 0.60 - 0.40 \frac{M_1}{M_2}$$

$$(M2) \quad C = 1.0$$

Para secciones I o H:

$$(M3) \quad L_u = \frac{\sqrt{2} \pi}{X_u} \sqrt{\frac{E C \alpha}{G J}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_u^2}} \quad (3.3.13)$$

$$(M3) \quad L_r = \frac{\sqrt{2} \pi}{X_r} \sqrt{\frac{E C \alpha}{G J}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_r^2}} \quad (3.3.14)$$

$$(M3) \quad X_u = 4.293 C Z \frac{F_y}{G J} \sqrt{\frac{C \alpha}{I_y}} = 3.22 X_r$$

$$(M3) \quad X_r = \frac{4}{3} C \frac{Z F_y}{G J} \sqrt{\frac{C \alpha}{I_y}}$$

Para secciones transversales rectangular, maciza o hueca:

$$(M3) \quad L_u = 0.91 \frac{E}{C Z F_y} \sqrt{I_y J} \quad (3.3.17)$$

$$(M3) \quad L_r = 2.92 \frac{E}{C Z F_y} \sqrt{I_y J} = 3.22 L_u \quad (3.3.18)$$

b) Para secciones tipo 3 con dos eje de simetría:

$$(M3). \quad F_r = 0.90$$

$$\text{Si } M_u > \frac{2}{3} M_p$$

$$(M2) \quad M_R = 1.15 F_r M_y \left( 1 - 0.28 \frac{M_y}{M_p} \right) \leq F_r M_p \quad (3.3.19)$$

$$\text{Si } M_u < \frac{2}{3} M_p$$

$$(M2) \quad M_R = F_r M_u \quad (3.3.8)$$

$$(M3) \quad b$$

$$(M3) \quad h$$

$$(M3) \quad t_n$$

$$(M3) \quad t_p$$

$$(M3) \quad F$$

$$(M3) \quad F_y$$

$$(M3) \quad G$$

$$(M3) \quad L$$

$$(M3) \quad I_x$$

$$(M3) \quad I_y$$

$$(M3) \quad S_x$$

$$(M3) \quad S_y$$

$$(M3) \quad Z_x$$

$$(M3) \quad Z_y$$

$$(M3) \quad J$$

$$(M3) \quad Ca$$

$$(M3) \quad t_{sec}$$

$$(M2) \quad c_{sec}$$

$$(M2) \quad M_{ux1}$$

$$(M2) \quad M_{ux2}$$

(M2)  $M_{max}$

(M3)  $sl$

(M2)  $M_d$

(M1)  $\left(1 - \frac{M_d}{M_R}\right) \times 100 \quad \text{ó} \quad \left(\frac{M_d}{M_R} - 1\right) \times 100 \quad (\%)$

**6.1.4 - Miembros en flexocompresión.-**

Se consideran los siguientes estados límites:

- Pandeo de conjunto de un entrepiso, bajo carga vertical.
- Pandeo individual de una o más columnas, bajo carga vertical.
- Inestabilidad de conjunto de un entrepiso, bajo cargas verticales y horizontales combinadas.
- Falla individual de una o más columnas, bajo cargas verticales y horizontales combinadas, por inestabilidad o porque se agote la resistencia de alguna de sus secciones extremas.

**6.1.4.1 - Dimensionamiento de columnas que forman parte de estructuras regulares.**

**6.1.4.1.1 -Revisión de las secciones extremas.**

a) Para secciones tipo 1 o 2:

(M1)  $\left(\frac{M_{uox}}{M_{pcx}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{uoy}}{M_{pcy}}\right)^{\alpha} \leq 1.0$  (3.4.1)

(M2)  $M_{pcx} = 1.18 F_r M_{px} \left(1 - \frac{P_u}{F_r P_y}\right) \leq F_r M_{px}$  (3.4.2)

(M2)  $M_{pcy} = 1.67 F_r M_{py} \left(1 - \frac{P_u}{F_r P_y}\right) \leq F_r M_{py}$  (3.4.3)

Para secciones H,

(M3)  $\alpha = 1.60 - \frac{p}{2 \ln p}$

Para secciones en cajón, cuadradas,

(M3)  $\alpha = 1.70 - \frac{p}{2 \ln p}$

Cualquier otra sección,

(M3)  $\alpha = 1.0$

(M3)  $F_r = 0.90$

(M2)  $M_{px} = Z_x F_y$

(M2)  $M_{py} = Z_y F_x$

(M3) 
$$p = \frac{P_u}{F_r P_y}$$

b) Para secciones tipo 3:

(M1) 
$$\frac{P_u}{F_r P_y} + \frac{M_{uox}}{M_{Rx}} + \frac{M_{uoy}}{M_{Ry}} \leq 0.0 \quad (3.4.5)$$

6.1.4.1.2 -Revisión de la columna completa.

a) Para secciones tipo 1 o 2:

(M1) 
$$\left( \frac{M_{uox}^*}{M_{ucx}} \right)^B + \left( \frac{M_{uoy}^*}{M_{ucy}} \right)^B \leq 1.0 \quad (3.4.6)$$

(M2) 
$$M_{ucx} = M_m \left( 1 - \frac{P_u}{R_c} \right) \quad (3.4.7)$$

(M2) 
$$M_{ucy} = F_r M_{py} \left( 1 - \frac{P_u}{R_c} \right) \quad (3.4.8)$$

Para secciones H,

(M3) para  $\frac{B}{D} \geq 0.3$   $\beta = 0.40 + p + \frac{B}{D} \geq 1.0$

(M3) para  $\frac{B}{D} \leq 0.3$   $\beta = 1.0$

Para secciones en cajón, cuadradas,

(M3) 
$$\beta = 1.30 + 1000 \frac{p}{\left( \frac{L}{r} \right)^2} \geq 1.4$$

Cualquier otra sección,

(M3)  $\beta = 1.0$

(M3)  $F_r = 0.90$

b) Para secciones tipo 3:

$$(M1) \quad \frac{P_u}{R_c} + \frac{M_{uox}^*}{M_{rx}} + \frac{M_{uoy}^*}{M_{ry}} \leq 1.0 \quad (3.4.10)$$

6.1.4.1.3 -Determinación de los momentos de diseño Muox, Muoy, M\*uox y M\*uoy.

a) Análisis de primer orden :

$$(M2) \quad M_{un} = M_u + B_2 M_{1P} \quad (3.4.11)$$

$$(M2) \quad M_{un}^* = B_1 M_u + B_2 M_{1P} \quad (3.4.12)$$

$$(M2) \quad B_1 = \frac{C}{1 - \frac{P_u}{F_r P_s}} \geq 1.0 \quad (3.4.13)$$

$$(M2) \quad B_2 = \frac{C}{1 - \frac{\Sigma P_u}{F_r \Sigma P_s}} \leq 1.0 \quad (3.4.14)$$

o bien

$$(M2) \quad B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u \Delta_{OH}}{F_r (\Sigma H) L}} \quad (3.4.15)$$

$$(M2) \quad B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u \Delta_{OH}}{F_r (\Sigma H) L}} \quad (3.4.15)$$

$$(M2) \quad C = 0.60 + 0.40 \frac{M_1}{M_2}$$

$$(M2) \quad C = 0.60 - 0.40 \frac{M_1}{M_2}$$

$$C = 1 + X \frac{P_u}{P_E}$$

$$\text{donde } X = \frac{\pi^2 \delta_o F I}{M_{ou} L^2} - 1$$

6.1.4.1.4 -Determinación de cargas críticas .

Para estructuras regulares:

$$\text{si } P_{cr} \leq \frac{\Sigma P_y}{2}$$

$$(M2) \quad P_{cr} = \frac{F_r RL}{1.2} \quad (3.4.18)$$

$$\text{si } P_{cr} > \frac{\Sigma P_y}{2},$$

$$(M2) \quad P_{cr} = F_r \Sigma P_y \left( 1 - \frac{0.30 \Sigma P_y}{RL} \right) \quad (3.4.19)$$

6.1.4.2 - Dimensionamiento de columnas que forman parte de estructuras irregulares.

6.1.4.2.1 -Revisión de las secciones extremas.

a) Para secciones tipo 1 o 2:

$$(M1) \quad \frac{P_u}{(F_r P_y)} + 0.85 \frac{M_{uox}}{M_{Rx}} + 0.60 \frac{M_{uoy}}{M_{Ry}} \leq 1.0 \quad (3.4.4)$$

b) Para secciones tipo 3:

$$(M1) \quad \frac{P_u}{F_r P_y} + \frac{M_{uox}}{M_{Rx}} + \frac{M_{uoy}}{M_{Ry}} \leq 0.0 \quad (3.4.5)$$

6.1.4.2.2 -Revisión de la columna completa.

a) Para secciones tipo 1 o 2:

$$(M1) \quad \frac{P_u}{R_c} + \frac{M_{uox}^*}{M_m} + \frac{M_{uoy}^*}{F_r M_{py}} \leq 1.0 \quad (3.4.9)$$

b) Para secciones tipo 3:

$$(M1). \quad \frac{P_u}{R_c} + \frac{M_{uox}^*}{M_{rx}} + \frac{M_{uoy}^*}{M_{ry}} \leq 1.0 \quad (3.4.10)$$

6.1.4.2.3 -Determinación de los momentos de diseño  $M_{uox}$ ,  $M_{uoy}$ ,  $M^*_{uox}$  y  $M^*_{uoy}$ .

a) Análisis de primer orden :

$$(M2) \quad M_{uo} = B_1 (M_u + M_{tp}) \quad (3.4.21)$$

$$(M2) \quad M_{uo}^* = B_1 (M_u + M_{tp}) \quad (3.4.22)$$

$$(M3) \quad b$$

$$(M3) \quad h$$

$$(M3) \quad t_a$$

$$(M3) \quad t_p$$

- (M3)  $F_y$
- (M3)  $E$
- (M3)  $G$
- (M3)  $L$
- (M3)  $I_x$
- (M3)  $I_y$
- (M3)  $S_x$
- (M3)  $S_y$
- (M3)  $Z_x$
- (M3)  $Z_y$
- (M3)  $J$
- (M3)  $C\alpha$
- (M3)  $tsec$
- (M2)  $csec$
- (M2)  $K_{xtt}$
- (M2)  $K_{ytt}$
- (M2)  $K_{xtp}$
- (M2)  $K_{ytp}$
- (M3)  $M_{ux1}$
- (M3)  $M_{ux2}$
- (M3)  $M_{uy1}$
- (M3)  $M_{uy2}$
- (M3)  $M_{ipx1}$
- (M3)  $M_{ipx2}$
- (M3)  $M_{ipy1}$

- (M3)  $M_{\rho y z}$
- (M3)  $M_{uox1}$
- (M3)  $M_{uox2}$
- (M3)  $M_{uoy1}$
- (M3)  $M_{uoy2}$
- (M2)  $M_{uox}$
- (M2)  $M_{uoy}$
- (M2)  $\Sigma P_{ex}$
- (M2)  $\Sigma P_{ey}$
- (M3)  $\Sigma P_u$
- (M2)  $\Sigma H_x$
- (M2)  $\Sigma H_y$
- (M2)  $W_t$
- (M3)  $h_t$
- (M3)  $sl$
- (M1)  $RevExt$
- (M1)  $RevCol$

6.1.5 - Resistencia de diseño al cortante.-

a) Para secciones I o en cajón:

$$(M2) \quad V_R = V_N F_r \quad (3.3.21)$$

$$(M3) \quad F_r = 0.90$$

$$si \quad \frac{h}{t} \leq 1400 \sqrt{\frac{k}{F_y}}$$

$$(M2) \quad V_N = 0.66 F_y A_a \quad (3.3.22)$$

$$si \quad 1400 \sqrt{\frac{k}{F_y}} \leq \frac{h}{t} \leq 1600 \sqrt{\frac{k}{F_y}}$$

$$(M2) \quad V_N = \frac{922 \sqrt{F_y k}}{h/t} A_a \quad (3.3.23)$$

$$(M2) \quad si \quad 1600 \sqrt{\frac{k}{F_y}} \leq \frac{h}{t} \leq 2000 \sqrt{\frac{k}{F_y}}$$

$$V_N = \frac{922 \sqrt{F_y k}}{h/t} A_a \quad (3.3.24)$$

$$si \quad 2000 \sqrt{\frac{k}{F_y}} \leq \frac{h}{t}$$

$$(M2) \quad V_N = \frac{1845000 k}{(h/t)^2} A_a \quad (3.3.26)$$

$$(M3) \quad k = 5.0 + \frac{5.0}{(a/h)^2} \quad (3.3.28)$$

$$(M3) \quad si \quad a/h > 3.0 \quad o \quad que \quad \left[ \frac{260}{(h/t)} \right]^2, \quad K = 5.0$$

(M3)  $b$

(M3)  $h$

(M3)  $t_a$

(M3)  $t_p$

(M3)  $F_y$

(M3)  $tsec$

(M2)  $V_x$

(M2)  $V_y$

(M1)  $Rev_x$

(M1)  $Rev_y$

6.1.6 - Notación y unidades.-

$A_t$ ( $cm^2$ )	Area total de la sección transversal de un elemento.
$b$ ( $cm$ )	Ancho del patín de una sección I, H o C o de una ala de un ángulo.
$C$	Coficiente que depende de la ley de variación de momentos flexionantes a lo largo de una barra en flexión o en flexocompresión.
$C_a$ ( $cm^6$ )	Constante de torsión por alabeo.
$d$ ( $cm$ )	Peralte de una sección I, H o en cajón.
$E$ ( $Kg/cm^2$ )	Módulo de elasticidad del acero (2,040,000 $kg/cm^2$ )
$FA$ ( <i>adimensional</i> )	Factor de amplificación para análisis de segundo orden.
$F_c$ ( <i>adimensional</i> )	Factor de carga
$F_R$ ( <i>adimensional</i> )	Factor de reducción de la resistencia.
$F_u$ ( $Kg/cm^2$ )	Esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión.
$F_y$ ( $Kg/cm^2$ )	Valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del material.
$f_a$ ( $Kg/cm^2$ )	Esfuerzo nominal en una columna, producido por la fuerza axial de diseño.
$G$ ( $Kg/cm^2$ )	Módulo de elasticidad al esfuerzo cortante del acero (784,000 $kg/cm^2$ )
$I$ ( $cm^4$ )	Momento de inercia.
$J$ ( $cm^4$ )	Constante de torsión de Saint Venant.
$K$ ( <i>adimensional</i> )	Factor de longitud efectiva de columnas.
$KL/r$ ( <i>adimensional</i> )	Relación de esbeltez de una columnas.

$(KL/r)_c$ , $(KL/r)_c^*$ (adimensionales)	Relaciones de esbeltez de columnas comprimidas axialmente que separan los intervalos de pandeo elástico e inelástico.
$k$ (adimensional)	Coefficiente que interviene en el cálculo de la resistencia al cortante de almas de vigas y trabes armadas.
$l$ (cm)	Longitud libre de una columna entre secciones soportadas lateralmente; distancia entre puntos del patín comprimido de una viga soportados lateralmente; altura de un entrepiso.
$L_p$ (cm)	Longitud máxima no soportada lateralmente para que un miembro en flexión pueda desarrollar todavía el momento plástico $M_p$ , y conservarlo durante las rotaciones necesarias para la formación del mecanismo de colapso.
$L/r$ (adimensional)	Relación de esbeltez de un miembro en tensión.
$L_u$ (cm)	Longitud máxima no soportada lateralmente para que un miembro en flexión pueda desarrollar todavía el momento plástico $M_p$ ; no se exige capacidad de rotación.
$M_1$ (kg-cm)	El menor de los momentos en los extremos de un tramo no soportado lateralmente de una viga o columna flexocomprimida.
$M_2$ (kg-cm)	El mayor de los momentos en los extremos de un tramo no soportado lateralmente de una viga o columna flexocomprimida.
$M_D$ (kg-cm)	Momento flexionante de diseño.
$M_R$ (kg-cm)	Resistencia de diseño en flexión.
$M_{RX}$ , $M_{RY}$ (Kg-cm)	Resistencia de diseño en flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.
$M_{u1}$ (kg-cm)	Momento de diseño en el extremo de una columna producido por cargas que no ocasionan desplazamientos laterales apreciables en los extremos.
$M_{t1p}$ (kg-cm)	Momento de diseño en el extremo de una columna producido por cargas que ocasionan desplazamientos laterales apreciables en los extremos.

$M_m$ (kg-cm)	Momento resistente de diseño de una sección H flexionada alrededor del eje X.
$M_v$ (kg-cm)	Momento máximo entre apoyos de un miembro flexocomprimido cuyos extremos no se desplazan linealmente, sobre el que actúan cargas transversales.
$M_p$ (kg-cm)	Momento plástico resistente nominal de un miembro en flexión.
$M_{pcx}, M_{pcy}$ (kg-cm)	Momentos resistentes de diseño alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, de la sección transversal de una barra flexocomprimida, calculados teniendo en cuenta la presencia de la fuerza de diseño de compresión y suponiendo, en cada caso, que el otro momento es nulo.
$M_{px}, M_{py}$ (kg-cm)	Momentos plásticos resistentes nominales de una sección para flexión alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.
$M_u$ (Kg-cm)	Momento resistente nominal de una sección.
$M_{ucx}, M_{ucy}$ (kg-cm)	Momentos resistentes de diseño de columnas flexionadas en cada uno de sus planos de simetría, reducidos por compresión y por probable pandeo lateral.
$M_{uox}, M_{uoy}$ (kg-cm)	Momentos de diseño que actúan alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, de las secciones transversales extremas de una barra flexocomprimida; momentos de diseño en la sección considerada de una barra en flexotensión.
$M_{uox}^*, M_{uoy}^*$ (kg-cm)	Momentos de diseño amplificados que actúan alrededor de los ejes X y Y, respectivamente, de las secciones transversales de una barra flexocomprimida.
$M_y$ (kg-cm)	Momento correspondiente a la iniciación de la fluencia en una sección.
$n$ (adimensional)	Coefficiente que aparece en la ec. 3.2.1, para determinar la resistencia de miembros comprimidos.
$P_E$ (kg)	Carga crítica nominal de pandeo elástico.
$P_{Ex}, P_{Ey}$ (kg)	Cargas críticas nominales de pandeo elástico, alrededor de los ejes X y Y, respectivamente.

$P_{cr}$ (Kg)	Carga crítica de diseño de pandeo con desplazamiento lateral de un entrepiso.
$P_u$ (kg)	Fuerza axial de diseño que obra sobre una columna comprimida axialmente o flexocomprimida; fuerza axial de diseño en una barra en flexotensión; fuerza axial de diseño en una barra en tensión.
$P_y$ (kg)	Carga axial de diseño que ocasiona la plastificación de un miembro, igual al producto del área de su sección transversal por el esfuerzo de fluencia del material.
$Q$ (adimensional)	Factor de comportamiento sísmico.
$R$ (kg/cm)	Rigidez de entrepiso.
$R_c$ (kg)	Resistencia de diseño de un elemento estructural en compresión axial.
$R_t$ (kg)	Resistencia de diseño de un elemento estructural en tensión.
$r$ (cm)	Radio de giro.
$S$ (cm <sup>3</sup> )	Módulo de sección elástico.
$T_a$ (cm)	Grueso del alma de una viga o trabe armada.
$t_p$ (cm)	Grueso del patín de una sección H, I o en cajón.
$V_D$ (kg)	Fuerza cortante de diseño.
$V_N$ (kg)	Resistencia nominal al cortante.
$V_R$ (kg)	Resistencia de diseño al cortante.
$W_u$ (kg)	Suma de cargas verticales de diseño que obran en las columnas de un entrepiso de una estructura.
$Z$ (cm <sup>3</sup> )	Módulo de sección plástico.
$\alpha$ (adimensional)	Exponente que aparece en la ecuación de interacción 3.4.1.

$\beta$ (adimensional)	Exponente que aparece en la ecuación de interacción 3.4.6.
$\delta_0$ (cm)	Deflexión máxima entre apoyos de un miembro flexo-comprimido cuyos extremos no se desplazan linealmente, sobre el que actúan cargas transversales.
$\lambda$ (adimensional)	Parámetro de esbeltez de una columna , que vale $\frac{L}{r}$
$\Delta_{OH}$ (cm)	Desplazamiento horizontal relativo de los niveles que limitan un entrepiso.
$\Sigma H$ (kg)	Fuerza cortante de diseño en un entrepiso.
$\Sigma P_u$ (kg)	Suma de fuerzas axiales de diseño en todas las columnas de un entrepiso.
$\Sigma P_F$ (kg)	Suma de cargas críticas de pandeo elástico de todas las columnas de un entrepiso, en la dirección que se esté analizando,.
$\Sigma P_y$ (kg)	Suma de fuerzas axiales que ocasionarían la plastificación de todas las columnas de un entrepiso.

6.2 - REGLAMENTO DEL "AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION" DE 1982 (octava edición ) ( AISC 78 ).

6.2.1 - Miembros en tensión ( sección 1.5.1.1.)-

(M2)  $F_t = 0.60 F_y$  (en el área total) (3.1.1)

(M3)  $b_f$

(M3)  $d$

(M3)  $t_f$

(M3)  $t_w$

(M3)  $F_y$

(M3)  $A$

(M3)  $r_x$

- (M3)  $r_y$
- (M2)  $P_a$
- (M3)  $t_{sec}$
- (M2)  $csec_A$
- $csecA$
- (M1)  $(RevAXIAL-1) \times 100$  ó  $(1-RevAXIAL) \times 100$

6.2.2 - Miembros en compresión (Sección 1.5.1.3).-

- (M2) Para  $\frac{kl}{r} < C_c$
- (M2) 
$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(Kl/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{FS} \tag{1.5.1}$$
- (M3) 
$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3(Kl/r)}{8C_c} - \frac{(Kl/r)^3}{8C_c^3}$$
- (M3) 
$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$
- (M2) Para  $\frac{kl}{r} > C_c$
- (M2) 
$$F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl/r)^2} \tag{1.5.2}$$
- (M3)  $b_f$
- (M3)  $d$
- (M3)  $t_w$
- (M3)  $t_f$
- (M3)  $A$
- (M3)  $r_x$
- (M3)  $r_y$
- (M3)  $F_y$

- (M3)  $E$
- (M3)  $L$
- (M2)  $K_x$
- (M2)  $K_y$
- (M2)  $csec_A$
- (M2)  $P_a$
- (M1)  $(RevAXIAL - 1) \times 100$  ó  $(1 - RevAXIAL) \times 100$

6.2.3 - Miembros en flexión ( sección 1.5.1.4 ).-

6.2.3.1 - Tensión y compresión en las fibras extremas de miembros compactos.

(M2)  $F_b = 0.66F_y$  si cumple con los siguientes requisitos:

- 1.- Los patines estarán unidos continuamente al alma o almas.
- 2.- La relación ancho/espesor de elementos no atiesados del patín de compresión, no excederá de:

$$\frac{65}{\sqrt{F_y}}$$

- 3.- La relación ancho/espesor de elementos atiesados del patín en compresión, no excederá de :

$$\frac{190}{\sqrt{F_y}}$$

- 4.- La relación peralte/espesor del alma, no excederá de:

$$\frac{d}{t} = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - 3.74 \frac{f_a}{F_y} \right)$$

cuando  $\frac{f_a}{F_y} \leq 0.16$  (1.5-4a)

$$\frac{d}{t} = \frac{257}{\sqrt{F_y}}$$

cuando  $\frac{f_a}{F_y} > 0.16$  (1.5-4b)

- 5.- La longitud entre soportes laterales del patín en compresión de miembros que no sean circulares o miembros en cajón, no excederá el valor de :

$$76 \frac{b_f}{\sqrt{F_y}} \quad \text{ni de} \quad \frac{20,000}{(d/A_f)F_y}$$

- 6.- La longitud entre soportes laterales del patín en compresión de miembros de cajón de sección transversal rectangular, cuyo peralte no es mayor de seis veces el ancho y cuyo espesor del patín no es mayor de dos veces el espesor del alma, no excederá el valor de :

$$\left( 1950 + 1200 \frac{M_1}{M_2} \right) \frac{b}{F_y}$$

pero no menor de  $84,400 \left( \frac{b}{F_y} \right)$

- 6.2.3.2 - Los miembros que cumplan con los requisitos de la sección 1.3.1, salvo que  $b_f/2t_f$  exceda de  $65/\sqrt{F_y}$ , pero menor de  $95/\sqrt{F_y}$ , se diseñan en base a esfuerzo de flexión permisible de:

$$(M2) \quad F_b = F_y \left[ 0.79 - 0.002 \left( \frac{b_f}{2t_f} \right) \sqrt{F_y} \right] \quad (1.5.-5a)$$

- 6.2.3.3 - Tensión y compresión en las fibras extremas de miembros I o H, doblemente simétricos, que cumplan los requisitos de la sección de la sección 1.3.1, párrafos 1 y 2, y estén flexionados con respecto a su eje menor; así como secciones ~~fibras circulares~~ ~~respecto a su eje menor~~ respecto a su eje menor :

$$(M2) \quad F_b = 0.75F_y$$

- los miembros I o H doblemente simétricos, flexionados con respecto a su eje menor, que cumplan con los requisitos de la sección 1.3.1., Párrafo 1, salvo que  $b_f/2t_f$  exceda  $65/\sqrt{F_y}$ , pero que no sea menor de  $95/\sqrt{F_y}$ , se diseñan en base a un esfuerzo permisible de flexión:

$$(M2) \quad F_b = F_y \left[ 1.075 - 0.005 \left( \frac{b_f}{2t_f} \right) \sqrt{F_y} \right] \quad (1.5.-5b)$$

- 6.2.3.4 - Tensión y compresión en las fibras extremas de miembros en cajón a flexión, cuyo patín en compresión o la

relación peralte / espesor del alma no cumplan con los requisitos de la sección 1.3.1., pero que este conforme a los requisitos que marca de la sección 1.9 del AISC82:

$$(M2) \quad F_b = 0.60F_y$$

Para una sección en cajón, el pandeo lateral por torsión no necesita ser investigado cuando su peralte sea menor de seis veces su ancho.

6.2.3.5 - En fibras extremas de miembros a flexión no incluidos en las secciones anteriores :

1.- Tensión:

$$(M2) \quad F_b = 0.60F_y$$

2.- Compresión:

a) Para miembros que cumplan con los requisitos de la sección 1.9.1.2., que tengan un eje de simetría en el plano del alma y que estén cargados en el plano de ésta. El mayor de los valores calculados con las fórmulas (1.5-6a) ó (1.5-6b) y (1.5-7), según sea el caso, pero no mayor de 0.60 Fy.

$$\text{cuando: } \sqrt{\frac{102 \times 10^3 C_b}{F_y}} \leq \frac{l}{r_T} \leq \sqrt{\frac{510 \times 10^3 C_b}{F_y}}$$

$$(M2) \quad F_b = \left[ \frac{2}{3} - \frac{F_y (l/r_t)^2}{1530 \times 10^3 C_b} \right] F_y \quad (1.5-6a)$$

$$\text{cuando } \frac{l}{r_t} \leq \sqrt{\frac{510 \times 10^3 C_b}{F_y}}$$

$$(M2) \quad F_b = \frac{170 \times 10^3 C_b}{(l/r_T)^2} \quad (1.5-6b)$$

Cuando el patín en compresión sea sólido y aproximadamente rectangular en la sección transversal y su área no sea menor que la del patín en tensión:

$$(M2) \quad F_b = \frac{12 \times 10^3 C_b}{ld/A_f} \quad (1.5-7) \quad (1.5-7)$$

$$(M2) \quad C_b = 1.75 + 1.05 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) + 0.3 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2.3$$

$M_1/M_2$

es positivo cuando hay flexión en curvatura doble.  $M_1/M_2$

es negativo cuando hay flexión en curvatura simple.

b) Para miembros que cumplan los requisitos de la sección 1.9.1.2 del AISC82, pero no incluidos en el párrafo 2a de esta sección:

$$(M2) \quad F_b = 0.60F_y$$

siempre que las secciones flexionadas con respecto a su eje mayor estén arriostradas lateralmente en la región del esfuerzo de compresión, a intervalos no mayores de

$$76 \quad b_f / \sqrt{F_y}$$

$$(M3) \quad b_f$$

$$(M3) \quad d$$

$$(M3) \quad l_w$$

$$(M3) \quad t_f$$

$$(M3) \quad A$$

$$(M3) \quad I_x$$

$$(M3) \quad I_y$$

$$(M3) \quad S_x$$

$$(M3) \quad S_y$$

$$(M3) \quad r_x$$

$$(M3) \quad r_y$$

$$(M3) \quad t_{sec}$$

$$(M3) \quad F_y$$

$$(M3) \quad E$$

$$(M3) \quad L$$

$$(M3) \quad sl$$

$$(M2) \quad P_a$$

$$(M2) \quad M_{x1}$$

$$(M2) \quad M_{x2}$$

(M2)  $M_{x_{max}}$

(M2)  $M_{y_1}$

(M2)  $M_{y_2}$

(M2)  $M_{y_{max}}$

(M2)  $csec_x$

(M2)  $csec_y$

(M1)  $(RevFlexX - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - RevFlexX) \times 100$

(M1)  $(RevFlexX - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - RevFlexX) \times 100$

6.2.4 - Miembros en flexocompresión ( sección 1.6.1 ).-

(M1) 
$$\frac{f_a}{F_a} + C_{mx} \frac{f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ax}}\right) F'_{bx}} + C_{my} \frac{f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ay}}\right) F'_{by}} \leq 1.0 \quad (1.6-1a)$$

(M1) 
$$\frac{f_a}{0.60 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (1.6-1b) \quad (1.6-1b)$$

(M3) 
$$F_{ax} = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl_b/r_b)^2}$$

$C_m$  tiene alguno de los valore siguientes:

1.- Para miembros en compresión en marcos sujetos a desplazamiento lateral:

$C_m = 0.85$

2.- Para miembros en compresión con extremos restringidos , en marcos arriostrados contra desplazamiento lateral y no sujetos a carga transversal entre sus apoyos en el plano de la flexión:

$C_m = 0.60 - 0.40 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.40$

$M_1 / M_2$

es positivo para curvatura doble.

$M_1 / M_2$

es negativa para curvatura simple.

(M2)  $M_{x_{max}}$

(M2)  $M_{y1}$

(M2)  $M_{y2}$

(M2)  $M_{y_{max}}$

(M2)  $csec_x$

(M2)  $csec_y$

(M1)  $(RevFlexX - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - RevFlexX) \times 100$

(M1)  $(RevFlexX - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - RevFlexX) \times 100$

6.2.4 - Miembros en flexocompresión ( sección 1.6.1 ).-

(M1) 
$$\frac{f_a}{F_a} + C_{mx} \frac{f_{bx}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ax}}\right) F_{bx}} + C_{my} \frac{f_{by}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{ay}}\right) F_{by}} \leq 1.0 \quad (1.6-1a)$$

(M1) 
$$\frac{f_a}{0.60 F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1.0 \quad (1.6/1b) \quad (1.6-1b)$$

(M3) 
$$F_{ax} = \frac{12\pi^2 E}{23(Kl_b/r_b)^2}$$

C<sub>m</sub> tiene alguno de los valore siguientes:

- 1.- Para miembros en compresión en marcos sujetos a desplazamiento lateral:

$C_m = 0.85$

- 2.- Para miembros en compresión con extremos restringidos , en marcos arriostrados contra desplazamiento lateral y no sujetos a carga transversal entre sus apoyos en el plano de la flexión:

$C_m = 0.60 - 0.40 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.40$

$M_1 / M_2$

es positivo para curvatura doble.

$M_1 / M_2$

es negativa para curvatura simple.

3.- Para miembros en compresión en marcos arriostrados contra desplazamiento lateral en el plano de la carga y sujetos a carga transversal entre sus apoyos, el valor de  $C_m$  puede determinarse por un análisis racional; sin embargo, en lugar de dicho análisis, puede emplearse los valores siguientes:

$C_m = 0.85$  para miembros cuyos extremos están restringidos.

$C_m = 1.0$  para miembros cuyos extremos no están restringidos.

(M3)  $b_f$

(M3)  $d$

(M3)  $t_w$

(M3)  $t_f$

(M3)  $A$

(M3)  $I_x$

(M3)  $I_y$

(M3)  $S_x$

(M3)  $S_y$

(M3)  $r_x$

(M3)  $r_y$

(M3)  $t_{sec}$

(M3)  $F_y$

(M3)  $E$

(M3)  $L$

(M2)  $K_x$

(M2)  $K_y$

(M3)  $sl$

(M2)  $P_a$

(M2)  $M_{x1}$

(M2)  $M_{x2}$

(M2)  $M_{xmax}$

(M2)  $M_{y1}$

(M2)  $M_{y2}$

(M2)  $M_{ymax}$

(M3)  $desl_x$

(M3)  $desl_y$

(M2)  $csec_A$

(M2)  $csec_x$

(M2)  $csec_y$

(M1)  $(RevSecFC - 1) \times 100$  ó  $(1 - RevSecFC) \times 100$

(M1)  $(RevColFC - 1) \times 100$  ó  $(1 - RevColFC) \times 100$

6.2.5 - Miembros en flexotensión ( sección 1.6.2 ).-

a) Para la revisión del esfuerzo de tensión:

(M1) 
$$\frac{f_a}{0.60F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \quad (1.6-1a)$$

b) Para la revisión del esfuerzo de compresión:

(M1) 
$$\frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}}$$

(M3)  $b_f$

(M3)  $d$

(M3)  $t_w$

(M3)  $t_f$

(M3)  $A$

(M3)  $I_x$

- (M3)  $I_y$
- (M3)  $S_x$
- (M3)  $S_y$
- (M3)  $r_x$
- (M3)  $r_y$
- (M3)  $tsec$
- (M3)  $F_y$
- (M3)  $E$
- (M3)  $L$
- (M3)  $sl$
- (M2)  $P_a$
- (M2)  $M_{x1}$
- (M2)  $M_{x2}$
- (M2)  $M_{xmax}$
- (M2)  $M_{y1}$
- (M2)  $M_{y2}$
- (M2)  $M_{ymax}$
- (M3)  $desl_x$
- (M3)  $desl_y$
- (M2)  $csec_x$
- (M2)  $csec_y$
- (M1)  $(RevFTC - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - RevFTC) \times 100$
- (M1)  $(RevFTT - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - RevFTT) \times 100$



6.2.6 -Revisión del esfuerzo cortante permisible ( sección 1.5.1.2 ).-

(M2)  $F_v = 0.40 F_y$

(M3)  $b_f$

(M3)  $d$

(M3)  $t_w$

(M3)  $t_f$

(M3)  $t_{sec}$

(M3)  $F_y$

(M2)  $V_x$

(M2)  $V_y$

(M1)  $(ReuV_x - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - ReuV_x) \times 100$

(M1)  $(ReuV_y - 1) \times 100 \quad \delta \quad (1 - ReuV_y) \times 100$

Nota 1 : (M1) Indica que el valor indicado aparece en la memoria 1  
 (M2) Indica que el valor indicado aparece en la memoria 2  
 (M3) Indica que el valor indicado aparece en la memoria 3

Nota 2 : Para las fórmulas se ha conservado la misma identificación que se encuentra en las especificaciones correspondientes.

6.2.7 - Notación y unidades.-

$A$  ( $in^2$ ) Area de la sección transversal.

$C_b$  (*adimensional*) Coeficiente de flexión que depende de la variación del momento de flexión.

$C_c$  (*adimensional*) Relación de esbeltez de columnas que separa el pandeo elástico del inelástico

$C_m$ (adimensional)	Coefficiente que se aplica al término de flexión en la fórmula de interacción para miembros prismáticos, que depende de la curvatura de la columna causada por los momentos aplicados en ella.
$C_w$ ( $in^6$ )	Constante de alabeo en una sección.
$E$ (ksi)	Módulo de elasticidad del acero ( 29000 ksi ).
$F_a$ (ksi)	Esfuerzo de compresión axial permisible en un miembro prismático, cuando no hay momento de flexión.
$F_t$ (ksi)	Esfuerzo de tensión axial permisible.
$F_u$ (ksi)	Resistencia mínima a la ruptura por tensión especificada para el acero.
$F_v$ (ksi)	Esfuerzo cortante permisible.
$F_y$ (ksi)	Esfuerzo de fluencia mínimo especificado del acero.
$G$ (ksi)	Módulo de elasticidad al cortante del acero . Designación nomográfica de las condiciones en los extremos de columnas, que se usa para calcular su longitud efectiva.
$I_x$ ( $in^4$ )	Momento de inercia de una sección alrededor del eje X.
$I_y$ ( $in^4$ )	Momento de inercia de una sección alrededor del eje Y.
$J$ ( $in^4$ )	Constante de torsión de una sección .
$K$ (adimensional)	Factor de longitud efectiva de un miembro prismático.
$L$ (ft)	Longitud del claro.
$L_c$ (ft)	Longitud máxima no arriostrada del patín en compresión, para la cual el esfuerzo de flexión permisible puede tomarse como 0.66 $F_y$ , o determinarse por las fórmulas (1.5-5a) ó (1.5-5b) de las especificaciones cuando sean aplicables.
$L_u$ (ft)	Longitud máxima no arriostrada del patín en compresión, para la cual el esfuerzo de flexión permisible puede tomarse como 0.60 $F_y$ .

$M_1$ (kip-ft)	El menor de los momentos en los extremos de la longitud no arriostrada de una barra en flexocompresión
$M_2$ (kip-ft)	El mayor de los momentos en los extremos de la longitud no arriostrada de una barra en flexocompresión .
$P_{cr}$ (kips)	Resistencia máxima de un miembro en compresión axial.
$P_e$ (kips)	Carga de pandeo de Euler.
$S_x$ (in <sup>3</sup> )	Módulo de sección elástico alrededor del eje X.
$V$ (Kips)	Fuerza cortante máxima permisible en almas.
$b_f$ (in)	Ancho del patín de una viga laminada o de una viga formada por tres placas.
$f_a$ (ksi)	Esfuerzo axial calculado.
$f_b$ (ksi)	Esfuerzo de flexión calculado.
$f_v$ (ksi)	Esfuerzo cortante calculado.
$k$ (adimensional)	Coefficiente que relaciona la resistencia al pandeo lineal de una placa con sus dimensiones y con las condiciones de apoyo en sus bordes.
$l$ (in)	En vigas, la distancia entre las secciones transversales arriostradas contra torcedura o desplazamiento lateral del patín en compresión; en columnas, longitud libre real no arriostrada del miembro.
$l_b$ (in)	Longitud real sin arriostramiento en el plano de la flexión.
$r_b$ (in)	Radio de giro respecto al eje alrededor del que se presenta la flexión .
$r_T$ (in)	Radio de giro de una sección que comprende el patín de compresión y 1/3 del área del alma en compresión, tomado con respecto a un eje en el plano del alma,
$r_x$ (in)	Radio de giro con respecto al eje X.

$r_y$ (in)	Radio de giro con respecto al eje Y.
$t_f$ (in)	Espesor del patín.
$t_w$ (in)	Espesor del alma.
$x$	Subíndice que indica que un símbolo se refiere a flexión alrededor del eje de mayor momento de inercia.
$y$	Subíndice que indica que un símbolo se refiere a flexión alrededor del eje de menor momento de inercia.
$\mu$ (adimensional)	Relación de Poisson, que puede tomarse igual a 0.3 para acero.

**7 APENDICE B.- Listado de programas**

Los listados de las subrutinas y archivos que forman el programa de revisión de estructuras de acero, se encuentran en los "diskettes" que se anexan al presente trabajo. Si se desea estudiar con detalle alguna parte del programa se puede proporcionar la impresión correspondiente. A manera de ejemplo se presentan tres de las subrutinas que forman parte del programa. En el inicio de cada una de ellas, se indica cual es su función.

## 1 - Subrutina DISEÑO.C

/\*Esta subrutina revisa elementos de acero de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del Reglamento del Distrito Federal 1987 ( RDP-NTC87 )<sup>1</sup> \*/

Nota: Se han conservado todas las intrucciones para que la subrutina opere de manera independiente del programa REAP88, dando como parámetros todos los datos requeridos.

```

/*iois/rj                                DISEÑO.C                                REV.8835*/

#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include<ctype.h>
#include<conio.h>
#include<stdlib.h>

void pregL(float*b,float*ta,float*Fy);
void preg(float*b,float*h,float*tp,float*ta,float*Fy);
void preAXTOR(float*E,float*G,float*Kx,float*Ky,float*L);
void preAXIAL(float*E,float*Kx,float*Ky,float*L);
void preFLEX(float*E,float*G,float*L,float*Muox1,float*Muox2,float*Mmax,
             float*Vx,float*Vy,char*sl);

void preFLEXCOMP(float *E, float *G, float *L, float *Kxti, float *Kyti,
                 float *Kxtp, float *Kytp, float *Mtix1, float *Mtix2,
                 float *Mtiy1, float *Mtiy2, float *Mtpx1, float *Mtpx2,
                 float *Mtpy1, float *Mtpy2, float*Vx, float *Vy,
                 float *DeltaHx, float *DeltaHy, float *SPex, float *SPey,
                 float *SPu, float *SHx, float *SHy, float *Wi, float *Qx,
                 float *Qy, float *hi, char *sl, char *RI);

void preFLEXTEN(float *E, float *G, float *L, float *P, float *Muox1,
                float *Muox2, float *Muoy1, float *Muoy2, float *Vx,
                float *Vy, char *sl);

/*-----
void main(void)
{
    float b; /*Ancho del patín*/
    float h; /*Peralte total*/
    float tp; /*Espesor del patín*/
    float ta; /*Espesor del alma*/
    float A; /*Area de la sección transversal*/

    float Ix; /*Momento de inercia con respecto al eje X*/
    float Iy; /*Momento de inercia con respecto al eje Y*/
    float Sx; /*Modulo de sección elástico con respecto al eje X*/
    float Zx; /*Modulo de sección plástico con respecto al eje X*/
    float Sy; /*Modulo de sección elástico con respecto al eje Y*/
    float Zy; /*Modulo de sección plástico con respecto al eje Y*/
    float rx; /*Radio de giro con respecto al eje X*/
    float ry; /*Radio de giro con respecto al eje y*/
    float ro; /*Radio polar de giro de la sección transversal respecto*/

```

```

float rro; /*rro=1-(xo**2+yo**2/ro**2); xo,yo=coordenadas del centro*/
          /*de torsión con respecto a un sistema de ejes centroida-*/
          /*les y principales*/
float J; /*Constante de torsión de Saint Venant*/
float Ca; /*Constante de torsión por alabeo*/
float E; /*Módulo de elasticidad del acero ( E=2039000 Kg/cm2 )*/
float G; /*Módulo de elasticidad al esfuerzo cortante (G=784000kg/cm)*
float Fy; /*Valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al
          límite inferior de fluencia del material*/
float L; /*Longitud libre de una columna, entre secciones soportadas
          lateralmente; distancia entre puntos del patín comprimido
          de una viga soportados lateralmente; altura de un entrepiso*/

float Kx; /*Factor de longitud efectiva de pandeo por flexión en X*/
float Ky; /*Factor de longitud efectiva de pandeo por flexión en Y*/
float Kz; /*Factor de longitud efectiva de pandeo por torsion */
float Kxti; /*Factor de longitud efectiva en X y Y, cuando la traslación*/
float Kyti; /*de las secciones extremas esta impedida*/

float Kxtp; /*Factor de longitud efectivas en X y Y, cuando la traslación*/
float Kytp; /*de las secciones extremas no esta impedida*/
float P; /*Fuerza axial de diseño ( tensión o compresión )*/
float Rc; /*Resistencia de diseño del elem. en compresión axial*/

float Muox1; /*Momentos de diseño en los extremos de un tramo no so-*/
float Muox2; /*portado lateralmente de una viga o columna flexocomprimida*/
float Muoy1; /*Momentos de diseño de las secciones extremas de una barra*/
float Muoy2; /*flexocomprimida*/
float M_uox; /*Momentos de diseño amplificados que actúan alrededor de*/
float M_uoy; /*los ejes X y Y, respectivamente, del las secciones trans-
          versales de una barra flexocomprimida*/

float Mtix1; /*Momentos de diseño en el extremo de una columna produci-*/
float Mtix2; /*dos por cargas que no ocasionan desplazamientos laterales*/
float Mtiy1; /*apreciables en los extremos. ( i= traslación impedida;*/
float Mtiy2; /*x=dirección x; y=dirección y; 1,2=extremos de la col.)*
float Mtpx1; /*Momentos de diseño en el extremo de una columna producidos*/
float Mtpx2; /*por cargas que ocasionan desplazamientos laterales apre-*/
float Mtpy1; /*ciables en los extremos.(i=traslación permitida; x=direc-*/
float Mtpy2; /*ción x; y=dirección y; 1,2=extremos de la columna*/
float Mmax; /*Mmax=Momento máximo en el tramo no soportado lateralmente
          de una viga o columna flexocomprimida*/

float Mrx; /*Resistencia de diseño en flexión*/
float Md; /*Momento de diseño */
float Vx; /*Fuerza cortante de diseño en dirección X*/
float Vy; /*Fuerza cortante de diseño en dirección Y*/

float RevVx; /*Parámetro que define el estado de la resistencia al */
float RevVy; /*cortante, en las direcciones X y Y; < la resistencia*/
          /*es adecuada, > la resistencia no es adecuada */
float DeltaHx; /*Desplazamiento horizontal relativo de los niveles que*/
float DeltaHy; /*Limitan un entrepiso en la dirección X y Y */

```

```

float SPex; /*Suma de cargas criticas de pandeo elástico de todas las*/
float SPey; /*columnas de un entrepiso, en la dirección de análisis*/
float SPu; /*Suma de fuerzas axiales de diseño en todas las columnas de
           un entrepiso*/
float SHx; /*Fuerza cortante de diseño de un entrepiso en la direc-*/
float SHy; /*ción de análisis*/

float RevExt; /*Parámetro que define el estado de las secciones extre-*/
float RevCol; /*mas de una columna, y de la columna completa; <1 la colum-
           na esta escasa, >1 la columna esta sobrada*/
float Wi; /*Peso de la construcción por encima del entrepiso i*/
float Qx; /*Factor de comportamiento sísmico en la dir. X de análisis*/
float Qy; /*Factor de comportamiento sísmico en la dir. Y de análisis*/
float hi; /*Altura del entrepiso i*/
float Fr; /*Factor de reducción de la resistencia */
int csec; /*Clasificación de la sección, tipo 1,2,3 o 4*/
int okk; /*Parámetro para verificar si el diseño es por carga
           axial, por flexión o por flexocompresión*/

int ok; /*Parámetro para verificar si la seccion es I o C*/
char tdis; /*Parámetro para seleccionar el tipo de diseño*/
char tsec; /*Tipo de sección, I, C o L */
char sl; /*Parámetro para identificar si el patin comprimido*/
           /*se encuentra soportado en forma continua */
char RI; /*Parámetro para identificar si la estructura es Regular (R)*/
           /*o Irregular (I) */

           /*Se determina si el diseño es por flexion, flexo-*/
do{ /*compresion o por carga axial*/
    printf("El diseño sera por flexion (F), flexocompresion (C), por"
           "carga axial (A), o por flexotension (T):");
    tdis=getche();
    tdis=toupper(tdis);
    okk= tdis=='A' || tdis=='F' || tdis=='C' || tdis=='T';
    if(!okk) printf("\nEste tipo de diseño no esta implementado\n");
}
while(!okk);
printf("\n");

do{ /*Se determina si la seccion es I o C */
    printf("Dame el tipo de seccion: I(I), Cajon(C), Angulo(L) : ");
    tsec=getche();
    tsec=toupper(tsec);
    ok = tsec=='I' || tsec=='C' || tsec=='L';
    if(!ok) printf("\nEste tipo no existe\n");
}
while(!ok);
printf("\n");

do{
           /*Lectura de parametros b,h,ta,tp; seccion I o C*/
    if(tsec=='I' || tsec=='C')
        preg(&b,&h,&ta,&tp,&Fy);
    else
        pregL(&b,&ta,&Fy);
}

```

```

        /*Clasificacion de la seccion para elementos sujetos
        a caga axial, flexion y flexocompresion*/
if(tdis=='A'){
    printf("Dame P: ");
    scanf("%f",&P);

    if(P >= 0.0){
        if(tsec=='I') csec = cl_IA( b,h,ta,tp,Fy); /*Se clasifica la sec.I */
        if(tsec=='C') csec = cl_CA( b,h,ta,tp,Fy); /*Se clasifica la sec.C */
        if(tsec=='L') csec = cl_LA( b,ta,Fy);      /*Se clasifica la sec.A */
    }
}
else if(tdis=='F' || tdis=='T'){
    if(tsec=='I') csec = cl_IF( b,h,ta,tp,Fy); /*Se clasifica la sec. I */
    if(tsec=='C') csec = cl_Cf( b,h,ta,tp,Fy); /*Se clasifica la sec. C */
}
else if(tdis=='C'){
    printf("Dame P: "); /*La clasificación de secciones en flexocompre-*/
    scanf("%f",&P);     /*sion es función del nivel de carga axial */
                        /*Se clasifica la sección I */
    if(tsec=='I') csec = cl_IC( b,h,ta,tp,Fy,P);
                        /*Se clasifica la sección C */
    if(tsec=='C') csec = cl_CC( b,h,ta,tp,Fy,P);
}
if(csec==4)
    printf("La seccion es tipo 4, modifica los parametros y damelos\n");
}
while(csec==4);

        /*Calculo de las propiedades geometricas para
        secciones I, C o L */

if(tsec=='I'){
    /*Calculo de propiedades geometricas seccion I*/
    call(b,h,ta,tp,&A,&Ix,&Iy,&Sx,&Sy,&Zx,&Zy,&rx,&ry,&J,&Ca);
}
else if (tsec=='C'){
    /*Calculo de propiedades geometricas seccion C*/
    calC(b,h,ta,tp,&A,&Ix,&Iy,&Sx,&Sy,&Zx,&Zy,&rx,&ry,&J,&Ca);
}
else if (tsec=='L'){
    /*Calculo de propiedades geometricas seccion L*/
    call(b,ta,&A,&rx,&ry,&ro,&rro,&J);
}

        /*DISENO DE ELEMNTOS EN TENSION Y COMPRESION*/

if(tdis=='A'){
    if(P>=0.0){
        if(tsec=='L'){
            preAXTOR(&E,&G,&Kx,&Ky,&L);
            calAXTOR(b,ta,A,rx,ry,ro,rro,J,Fy,E,G,L,Kx,Ky,&Rc);
        }
    }
}

```

```

else{
    preAXIAL(&E,&Kx,&Ky,&L);
    calAXIAL(A,rx,ry,Fy,E,L,Kx,Ky,&Rc);
}
}
else
    calAXTEN(A,Fy,&Rc);
}

        /*DISEÑO DE ELEMENTOS EN FLEXION */
else if(tdis=='F'){
    /*Lectura de datos para diseño de elem. a flexion*/
    preFLEX(&E,&G,&L,&Muox1,&Muox2,&Mmax,&Vx,&Vy,&sl);
    /*Calculo del momento resistente Mrx*/
    calFLEX(b,h,ta,tp,Iy,Sx,Zx,J,Ca,Fy,E,G,L,Muox1,Muox2,Mmax,tsec,sl,
        csec,&Mrx,&Md);
    /*Revision del esfuerzo cortante */
    calcCORT(b,h,ta,tp,Fy,tsec,Vx,Vy,&RevVx,&RevVy);
}

        /*DISEÑO DE ELEMENTOS EN FLEXOCOMPRESION*/
else if(tdis=='C'){
    /*Lec. de datos para diseño de elem. a flexocom.*
    preFLEXCOMP(&E, &G, &L, &Kxti, &Kyti, &Kxtp, &Kytp, &Mtix1, &Mtix2,
        &Mtiyl, &Mtiy2, &Mtpxl, &Mtpx2, &Mtpyl, &Mtpy2, &Vx, &Vy,
        &DeltaHx, &DeltaHy, &SPex, &SPey, &SPu, &SHx, &SHy, &Wi,
        &Qx, &Qy, &hi, &sl, &RI);
    /*Calculo de los momentos de diseño*/
    calMomFComp(E,Kxti,Kyti, rx, ry, L, P, Mtix1,Mtix2, Mtiyl, Mtiy2, Mtpxl,
        Mtpx2, Mtpyl, Mtpy2, DeltaHx, DeltaHy, SPex, SPey, SPu,SHx,
        SHy, RI,&Muox1, &Muox2, &Muoy1, &Muoy2, &M_uox, &M_uoy);
    /*Revision de elementos flexocomprimidos*/
    calFLEXCOMP(b, h, L, A, Sx, Sy, rx, ry, Zx, Zy, P, Muox1, Muox2, Muoy1,
        Muoy2, M_uox, M_uoy, Fy, ta, tp, Iy, J, Ca, E, G, Kxti,
        Kyti, Kxtp, Kytp, DeltaHx, DeltaHy, SHx, SHy, Wi, Qx, Qy, hi,
        tsec, sl, RI, csec, &RevExt, &RevCol);
    /*Revision del esfuerzo cortante*/
    calcCORT(b,h,ta,tp,Fy,tsec,Vx,Vy,&RevVx,&RevVy);
}

        /*DISEÑO DE ELEMENTOS EN FLEXOTENSION*/
else if(tdis=='T'){
    /*Lec. de datos para diseño de elem. a flexotension*/
    preFLEXTEN(&E,&G,&L,&P,&Muox1,&Muox2,&Muoy1,&Muoy2,&Vx,&Vy,&sl);
    /*Revision de elementos flexotensionados*/
    calFLEXTEN(A, b, h, ta, tp, Iy, Sx, Zx, Sy, Zy, J, Ca, Fy, E, G,
        L, P, Muox1, Muox2, Mmax, Muoy1, Muoy2, tsec, sl, csec,
        &RevExt);
    /*Revision del esfuerzo cortante*/
    calcCORT(b,h,ta,tp,Fy,tsec,Vx,Vy,&RevVx,&RevVy);
}
}
/* Impresion de valores */

```

```
printf("A= %.2f\n",A);
printf("Ix= %.2f\n",Ix);
printf("Iy= %.2f\n",Iy);
printf("Sx= %.2f\n",Sx);
printf("Zx= %.2f\n",Zx);

printf("Sy= %.2f\n",Sy);
printf("Zy= %.2f\n",Zy);
printf("rx= %.2f\n",rx);
printf("ry= %.2f\n",ry);
printf("J= %.2f\n",J);
printf("Ca= %.2f\n",Ca);

if(tdis=='A'){
    printf("La seccion es tipo %d\n",csec);
    printf("P=%.2f\n Rc=%.2f\n", P,Rc);
    P=fabs(P);
    if( Rc > P )
        printf("La seccion esta sobrada en %.4f%\n",((Rc/P)-1)*100);
    else
        printf("La seccion esta escasa en %.4f%\n",(1-(Rc/P))*100.);
}

else if(tdis=='F'){
    printf("la seccion es tipo= %d\n",csec);
    printf("Mrx= %.3f\n Md=%.3f\n", Mrx,Md);
    if( Mrx > Md )
        printf("La seccion esta sobrada en %.4f%\n",((Mrx/Md)-1)*100);
    else
        printf("La seccion esta escasa en %.4f%\n",(1-(Mrx/Md))*100.);
    if( RevVx < 1.0 )
        printf("La seccion resiste el cortante X;RevVx=%.4f%\n",RevVx);
    else
        printf("La seccion no resiste el cortante X; RevVy=%.4f%\n",RevVx);
    if( RevVy < 1.0 )
        printf("La seccion resiste el cortante Y; RevVy=%.4f%\n",RevVy);
    else
        printf("La seccion no resiste el cortante Y; RevVy=%.4f%\n",RevVy);
}

else if(tdis=='C'){
    printf("la seccion es tipo= %d\n",csec);
    printf("El parametro de revision de sec. extremas es= %.3f\n",RevExt);
    printf("El parametro de rev. de la col. completa es= %.3f\n",RevCol);
    if( RevVx < 1.0 )
        printf("La seccion resiste el cortante X;RevVx=%.4f%\n",RevVx);
    else
        printf("La seccion no resiste el cortante X; RevVy=%.4f%\n",RevVx);
    if( RevVy < 1.0 )
        printf("La seccion resiste el cortante Y; RevVy=%.4f%\n",RevVy);
    else
        printf("La seccion no resiste el cortante Y; RevVy=%.4f%\n",RevVy);
}

else if(tdis=='T'){
    printf("la seccion es tipo= %d\n",csec);
```

```
if( RevExt < 1.0 )
    printf("La seccion esta sobrada en %.4f%\n", (1.-RevExt)*100.);
else
    printf("La seccion esta escasa en %.4f%\n", (RevExt-1.)*100.);
if( RevVx < 1.0 )
    printf("La seccion resiste el cortante X; RevVx=%.4f%\n", RevVx);
else
    printf("La seccion no resiste el cortante X; RevVx=%.4f%\n", RevVx);
if( RevVy < 1.0 )
    printf("La seccion resiste el cortante Y; RevVy=%.4f%\n", RevVy);
else
    printf("La seccion no resiste el cortante Y; RevVy=%.4f%\n", RevVy);
}
}
```

```
void preg(float*b, float*h, float*tp, float*ta, float*Fy)
/*subrutina para leer los parámetros de la sección C o I */
```

```
{
    printf("Dame b:");          /*base*/
    scanf("%f", b);
    printf("Dame h:");        /*peralte*/
    scanf("%f", h);
    printf("Dame tp:");       /*espesor del patín*/
    scanf("%f", tp);
    printf("Dame ta:");       /*espesor del alma*/
    scanf("%f", ta);
    printf("Dame Fy:");       /*esfuerzo de fluencia del acero*/
    scanf("%f", Fy);
    printf("Termine de leer parametros");
    return;
}
```

```
void pregL(float*b, float*ta, float*Fy)
/*subrutina para leer los parámetros de la sección ángulo L */
```

```
{
    printf("Dame b:");          /*base*/
    scanf("%f", b);
    printf("Dame ta:");       /*espesor del alma*/
    scanf("%f", ta);
    printf("Dame Fy:");       /*esfuerzo de fluencia del acero*/
    scanf("%f", Fy);
    printf("Termine de leer parametros");
    return;
}
```

```
void preAXTOR(float*E, float*G, float*Kx, float*Ky, float*L)
```

```
/*Subrutina para leer los parámetros de la sección, para el diseño de miembros en compresión, considerando el estado limite de pandeo por flexotorsión.*/
```

```

{
    printf("Dame E:");          /*Módulo de elasticidad del acero*/
    scanf("%f",E);
    printf("Dame G:");          /*Módulo de elasticidad del acero*/
    scanf("%f",G);              /*al esfuerzo constante*/
    printf("Dame Kx:");         /*Factor de longitud efectiva de la co-*/
    scanf("%f",Kx);             /*lumna en la dirección X */
    printf("Dame Ky:");         /*Factor de longitud efectiva de la co-*/
    scanf("%f",Ky);             /*lumna en la dirección Y */
    printf("Dame L:");          /*Longitud libre de la columna entre sec-*/
    scanf("%f",L);              /*ciones soportadas lateralmente*/
    return;
}

```

```

void preAXIAL(float*E,float*Kx,float*Ky,float*L)
/*Subrutina para leer los parámetros de la sección, para el diseño de miembros a tensión y compresión.*/

```

```

{
    printf("Dame E:");          /*Módulo de elasticidad del acero*/
    scanf("%f",E);
    printf("Dame Kx:");         /*Factor de longitud efectiva de la co-*/
    scanf("%f",Kx);             /*lumna en la dirección X */
    printf("Dame Ky:");         /*Factor de longitud efectiva de la co-*/
    scanf("%f",Ky);             /*lumna en la dirección Y */
    printf("Dame L:");          /*Longitud libre de la columna entre sec-*/
    scanf("%f",L);              /*ciones soportadas lateralmente*/
    return;
}

```

```

void preFLEX(float*E,float*G,float*L,float*Muox1,float*Muox2,float*Mmax,
float*Vx, float *Vy, char*sl)
/*Subrutina para leer los parámetros de la sección,para el diseño a flexión*/

```

```

{
    printf("Dame E:");          /*Módulo de elasticidad */
    scanf("%f",E);
    printf("Dame G:");          /*Módulo de elasticidad al esfuerzo */
    scanf("%f",G);              /*cortante*/
    printf("Dame L:");          /*Distancia entre puntos del patín comp. */
    scanf("%f",L);              /*de una viga soportados lateralmente*/
    printf("Dame Muox1:");       /*Momentos de diseño que actuan alrededor*/
    scanf("%f",Muox1);          /*del eje X de las secciones transversales*/
    printf("Dame Muox2:");       /*extremas del elemento en flexión*/
    scanf("%f",Muox2);
    printf("Dame Mmax:");        /*Momento maximo de diseño entre las sec-*/
    scanf("%f",Mmax);           /*ciones transversales extremas */
    printf("Dame Vx:");          /*Cortante de diseno en direccion x*/
    scanf("%f",Vx);
    printf("Dame Vy:");          /*Cortante de diseno en dirección y*/
    scanf("%f",Vy);
    printf("El patin comprimido se encuentra soportado en forma con"
"tinua? si(S), no(N);");
    *sl=getche();
}

```

```

*sl=toupper(*sl);
return;
}

void preFLEXCOMP(float *E,float *G,float *L,float *Kxti, float *Kyti,
float *Kxtp, float *Kytp, float *Mtix1, float *Mtix2,
float *Mtiyl, float *Mtiy2, float *Mtpx1, float *Mtpx2,
float *Mtpyl, float *Mtpy2, float *Vx, float *Vy,
float *DeltaHx, float *DeltaHy, float *SPex, float *SPey,
float *SPu, float *SHx, float *SHy, float *Wi, float *Qx,
float *Qy, float *hi, char *sl, char *RI)
/*Subrutina para leer los datos del diseno de elementos a flexocompresion*/
{
printf("Dame E:");          /*Módulo de elasticidad del acero*/
scanf("%f",E);
printf("Dame G:");          /*Módulo de elasticidad al esfuerzo
cortante*/

scanf("%f",G);
printf("Dame L:");          /*Longitud libre de una columna entre
secciones soportadas lateralmente*/

scanf("%f",L);
printf("Dame Kxti:");       /*Factor de longitud efectiva en dir. X y Y*/
scanf("%f",Kxti);          /*cuando la traslación de las secciones ex-*/
printf("Dame Kyti:");       /*tremas no esta impedida*/
scanf("%f",Kyti);

printf("Dame Kxtp:");       /*Factor de longitud efectiva en dir. X y Y*/
scanf("%f",Kxtp);          /*cuando la traslacion de las secciones ex-*/
printf("Dame Kytp:");       /*tremas no esta impedida */
scanf("%f",Kytp);

printf("Dame Mtix1:");      /*Momento de diseño en el extremo de una
scanf("%f",Mtix1);          columna producidos por cargas que no
ocasionan desplazamientos laterales
apreciables de los extremos en dirección
X */

printf("Dame Mtix2:");      /*Momento de diseño en el extremo de una
scanf("%f",Mtix2);          columna producidos por cargas que no
ocasionan desplazamientos laterales
apreciables de los extremos en dirección
Y */

printf("Dame Mtiyl:");      /*Momentos de diseño en el extremos de una
scanf("%f",Mtiyl);          columna producidos por cargas que ocasionan
printf("Dame Mtiy2:");      desplazamientos apreciables de los extremos
scanf("%f",Mtiy2);          mos en dorección X*/

printf("Dame Mtpx1:");      /*Momentos de diseño en el extremos de una
scanf("%f",Mtpx1);          columna producidos por cargas que ocasionan
printf("Dame Mtpx2:");      desplazamientos apreciables de los extremos
scanf("%f",Mtpx2);          mos en dorección X*/
printf("Dame Mtpyl:");      /*Cortante de diseno en direccion X*/
scanf("%f",Mtpyl);          /*Momentos de diseño en el extremos de una
columna producidos por cargas que ocasionan
desplazamientos apreciables de los extremos
mos en dorección X*/

printf("Dame Mtpy2:");      /*Cortante de diseno en direccion Y*/
scanf("%f",Mtpy2);          /*Cortante de diseno en direccion Y*/
printf("Dame Vx:");
scanf("%f",Vx);
printf("Dame Vy:");
scanf("%f",Vy);
}

```

```

printf("Dame DeltaHx:"); /*Desplazamiento horizontal relativo de los
scanf("%f",DeltaHx);     niveles que limitan el entrepiso en direc-
                          ción X */
printf("Dame DeltaHy:"); /*Desplazamiento horizontal relativo de los
scanf("%f",DeltaHy);     niveles que limitan el entrepiso en direc-
                          ción Y */
printf("Dame SPex:"); /*Suma de cargas criticas de pandeo elástico
scanf("%f",SPex);        /*de todas das las columnas de un entrepiso,
                          en la direccion que se este analizando */
printf("Dame SPey:");
scanf("%f",SPey);
printf("Dame SPu:"); /*Suma de fuerzas axiales de diseño en todas
scanf("%f",SPu);        las columnas de un entrepiso*/
printf("Dame SHx:"); /*Fuerza cortante de diseño en un entrepiso
scanf("%f",SHx);        en direccion X*/
printf("Dame SHy:"); /*Fuerza cortante de diseño en un entrepiso
scanf("%f",SHy);        en direccion Y*/
printf("Dame Wi:"); /*Peso de la construccion por encima del
scanf("%f", Wi);        entrepiso i */
printf("Dame Qx:"); /*Factor de comportamiento sismico en la di-
scanf("%f",Qx);         rección X de analisis*/
printf("Dame Qy:"); /*Factor de comportamiento sismico en la di-
scanf("%f",Qy);         rección Y de análisis*/
printf("Dame hi:"); /*Altura del entrepiso i */
scanf("%f", hi);
printf("El patin comprimido se encuentra soportado en forma con"
      "tinua? si(S), no(N):\n");
*sl=getche();
*sl=toupper(*sl);
printf("La estructura es Regular (R) o Irregular (I) ? :\n");
*RI=getche();
*RI=toupper(*RI);
return;
}

```

```

void preFLEXTEN(float *E, float *G, float *L, float *P, float *Muox1,
               float *Muox2, float *Muoy1, float *Muoy2, float *Vx,
               float *Vy, char *sl)

```

```

/*Subrutina para leer los datos del diseno de elementos a flexotension*/

```

```

{
printf("Dame E:"); /*Módulo de elasticidad del acero*/
scanf("%f",E);
printf("Dame G:"); /*Módulo de elasticidad al esf.cortante*/
scanf("%f",G);
printf("Dame L:"); /*Longitud libre del elemnto entre secciones
scanf("%f",L);     soportadas lateralmente*/

printf("Dame P:"); /*Fuerza axial de diseño */
scanf("%f",P);
printf("Dame Muox1:"); /*Momentos de diseño en los extremos del
scanf("%f",Muox1);     elemento alrededor del eje X */
printf("Dame Muox2:");
scanf("%f",Muox2);
}

```

```

printf("Dame Muoy1:");          /*Momentos de diseño en los extremos del
scanf("%f",Muoy1);             elemento alrededor del eje Y */
printf("Dame Muoy2:");
scanf("%f",Muoy2);
printf("Dame Vx:");            /*Cortante de diseno Momentos de diseño en
scanf("%f",Vx);                los extremos del elemento alrededor del eje
                                Y */

printf("Dame Vy:");
scanf("%f",Vy);
printf("El patin comprimido se encuentra soportado en forma con"
      "tinua? si(S), no(N):\n");
*sl=getche();
*sl=toupper(*sl);
return;
}

```

```

void calMomFComp(
float E, float Kxti,float Kyti, float rx, float ry, float L,
float P, float Mtix1, float Mtix2, float Mtiy1, float Mtiy2, float Mtpx1,
float Mtpx2, float Mtpy1, float Mtpy2,float DeltaHx,float DeltaHy,float SPex,
float SPey, float SPu, float SHx, float SHy,char RI,float *Muox1, float *Muox2,
float *Muoy1, float *Muoy2, float *M_uox, float *M_uoy)
/*Subrutina para calcular los momentos de diseño de elementos en flexocom-
presión*/
{
float Fr,Cx,Cy,BetaX1,BetaX2,BetaY1,BetaY2,M_uox1,M_uox2,M_uoy1,M_uoy2,
Pex,Pey;

Fr=0.90;

if( fabs(Mtix1) < fabs(Mtix2) )
  Cx=0.60-0.40*Mtix1/Mtix2; /*Cálculo del coeficiente C en dir. X*/
else
  Cx=0.60-0.40*Mtix2/Mtix1; /*Nota: El coeficiente C depende de la*/
                              /*ley de variación de momento flexionante*/
if( fabs(Mtiy1) < fabs(Mtiy2) )
  Cy=0.60-0.40*Mtiy1/Mtiy2; /*Cálculo del coeficiente C en dir. Y*/
else
  Cy=0.60-0.40*Mtiy2/Mtiy1;

                              /*Cálculo las cargas critica de pandeo e-
                              lástico para k < 1.0 */

Pex=M_PI*M_PI*E/(Kxti*L/rx);
Pey=M_PI*M_PI*E/(Kyti*L/ry);

                              /*Cálculo de los factores de amplificacion
                              de momento en direccion X y Y */
BetaX1=max(Cx/(1-P/(Fr*Pex)),1.0); /*Ec. 3.4.13 NTC-RDF87*/
BetaY1=max(Cy/(1-P/(Fr*Pey)),1.0); /*Ec. 3.4.13.NTC-RDF87*/

if( RI == 'R' ) {
                              /*Ec. 3.4.14 y 3.4.15 NTC-RDF87*/
BetaX2=max(1/(1-SPu/(Fr*SPex)),1/(1-SPu*DeltaHx/(Fr*SHx*L)));
BetaY2=max(1/(1-SPu/(Fr*SPey)),1/(1-SPu*DeltaHy/(Fr*SHy*L)));

                              /*Determinación de los momentos de diseño */
                              /*obtenidos por medio de un análisis con- */

```

```

printf("Dame Muoy1:");          /*Momentos de diseño en los extremos del
scanf("%f",Muoy1);             elemento alrededor del eje Y */
printf("Dame Muoy2:");
scanf("%f",Muoy2);
printf("Dame Vx:");            /*Cortante de diseño Momentos de diseño en
scanf("%f",Vx);                los extremos del elemento alrededor del eje
                                Y */

printf("Dame Vy:");
scanf("%f",Vy);
printf("El patin comprimido se encuentra soportado en forma con"
      "tinua? si(S), no(N):\n");
*sl=getche();
*sl=toupper(*sl);
return;
}

```

```

void calMomFComp(
float E, float Kxti, float Kyti, float rx, float ry, float L,
float P, float Mtix1, float Mtix2, float Mtiy1, float Mtiy2, float Mtpx1,
float Mtpx2, float Mtpy1, float Mtpy2, float DeltaHx, float DeltaHy, float SPex,
float SPey, float SPu, float SHx, float SHy, char RI, float *Muox1, float *Muox2,
float *Muoy1, float *Muoy2, float *M_uox, float *M_uoy)
/*Subrutina para calcular los momentos de diseño de elementos en flexocom-
presión*/
{
float Fr, Cx, Cy, BetaX1, BetaX2, BetaY1, BetaY2, M_uox1, M_uox2, M_uoy1, M_uoy2,
Pex, Pey;

Fr=0.90;

if( fabs(Mtix1) < fabs(Mtix2) )
  Cx=0.60-0.40*Mtix1/Mtix2; /*Cálculo del coeficiente C en dir. X*/
else
  Cx=0.60-0.40*Mtix2/Mtix1; /*Nota: El coeficiente C depende de la*/
                              /*ley de variación de momento flexionante*/

if( fabs(Mtiy1) < fabs(Mtiy2) )
  Cy=0.60-0.40*Mtiy1/Mtiy2; /*Cálculo del coeficiente C en dir. Y*/
else
  Cy=0.60-0.40*Mtiy2/Mtiy1;

                              /*Cálculo las cargas critica de pandeo e-
                              lástico para k < 1.0 */

Pex=M_PI*M_PI*E/(Kxti*L/rx);
Pey=M_PI*M_PI*E/(Kyti*L/ry);

                              /*Cálculo de los factores de amplificacion
                              de momento en direccion X y Y */

BetaX1=max(Cx/(1-P/(Fr*Pex)),1.0); /*Ec. 3.4.13 NTC-RDF87*/
BetaY1=max(Cy/(1-P/(Fr*Pey)),1.0); /*Ec. 3.4.13. NTC-RDF87*/

if( RI == 'R' ) {
                              /*Ec. 3.4.14 y 3.4.15 NTC-RDF87*/
BetaX2=max(1/(1-SPu/(Fr*SPex)),1/(1-SPu*DeltaHx/(Fr*SHx*L)));
BetaY2=max(1/(1-SPu/(Fr*SPey)),1/(1-SPu*DeltaHy/(Fr*SHy*L)));

                              /*Determinación de los momentos de diseño */
                              /*obtenidos por medio de un análisis con- */

```

```

*rro=1.0-yo*yo/((*ro)*(*ro));          /*Cal. constante H de NTC-RDP87*/
*J=2./3.*ta*ta*ta*b;                   /*Cal. constante de torsión de*/
                                         /*Saint-Venant*/

```

```

return;
}

```

```

void call(float b,float h,float ta,float tp,float *A, float *Ix, float *Iy,
float *Sx, float *Sy, float *Zx, float *Zy, float *rx, float *ry,
float *J, float *Ca)

```

```

/* Subrutina que calcula las propiedades geométricas de una sección I */

```

```

{
*A=2.*b*tp+(h-2.*tp)*ta;               /*Cal. area*/
*Ix=b*tp*(h-tp)*(h-tp)/2.+ta*(h-2.*tp)*(h-2.*tp)*(h-2.*tp)/12.;
                                         /*Cal. momento de inercia en X*/
*Iy=tp*b*b*b/6.+(h-2.*tp)*ta*ta*ta/12.; /*Cal. momento de inercia en Y*/
*Sx=*Ix/(h/2.);                         /*Cal. modulo de sec. elastico*/
*Sy=*Iy/(b/2.);                         /*Cal. modulo de sec. elastico*/
*Zx=b*tp*(h-tp)+(h-2.*tp)*(h-2.*tp)*ta/4.; /*Cal. modulo de sec. plastico*/
*Zy=b*b*tp/2.;                          /*Cal. modulo de sec. plastico*/
*rx=sqrt(*Ix/(*A));                     /*Cal. radio de giro en X*/
*ry=sqrt(*Iy/(*A));                     /*Cal. radio de giro en Y*/
*J=(2.*b*tp*tp*tp+(h-tp)*ta*ta*ta)/3.; /*Cal. constante torsion S.V.*/
*Ca=tp*(h-tp)*(h-tp)*b*b*b/24.;        /*Cal. constante alabeo*/
return;
}

```

```

/*Subrutina que calcula las propiedades geométricas de una sección C */

```

```

void calC(float b,float h,float ta,float tp,float *A, float *Ix, float *Iy,
float *Sx, float *Sy, float *Zx, float *Zy, float *rx, float *ry,
float *J, float *Ca)

```

```

{
*A=2.*b*tp+2.*(h-2.*tp)*ta;             /*Cal. Area*/
                                         /*Cal. momento de inercia en X*/
*Ix=b*tp*(h-tp)*(h-tp)/2.+ta*(h-2.*tp)*(h-2.*tp)*(h-2.*tp)/6.;
                                         /*Cal. momento de inercia en Y*/
*Iy=tp*b*b*b/6.+(h-2.*tp)*ta*(b-ta)*(b-ta)/2.;
*Sx=*Ix/(h/2.);                         /*Cal. módulo de sec. elástico*/
*Sy=*Iy/(b/2.);                         /*Cal. módulo de sec. elástico*/
*Zx=b*tp*(h-tp)+(h-2.*tp)*(h-2.*tp)*ta/2.; /*Cal. módulo de sec. plástico*/
*Zy=h*ta*(b-ta)+(b-2.*ta)*(b-2.*ta)*tp/2.; /*Cal. módulo de sec. plástico*/
*rx=sqrt(*Ix/(*A));                     /*Cal. radio de giro en X*/
*ry=sqrt(*Iy/(*A));                     /*Cal. radio de giro en Y*/
                                         /*Cal. constante torsión S.V.*/
*J=2.*ta*tp*(b-ta)*(b-ta)*(h-tp)*(h-tp)/(b*ta+h*tp-ta*ta-tp*tp);
*Ca=0.0;                                 /*Para secciones en cajón Ca es equivalente a cero*/
return;
}

```

```

void calAXTOR(float b, float ta, float A, float rx, float ry, float ro,
float rro, float J, float Fy, float E,float G,float L, float Kx, float Ky,
float *Rc)

```

ciones con un solo eje de simetría, de acuerdo con el comentario a las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras metálicas del Reglamento del Distrito Federal (NTC-RDF 87). \*/

```
{
float Fr,Fex,Fey,Fez,Fexz,Fn,Fe,Rc1,Rc2;
Fr=0.85; /*El Fr para evaluar el estado limite de pandeo por flexotorsion, es 0.85*/
/*Se calcula el parametro de esbeltez de la columna */
/*Cálculo del esfuerzo crítico de pandeo elastico por flexion alrededor del eje centroidal y principal perpendicular al de simetría*/
/*Ecuacion (6) */
Fey=3.1416*3.1416*E/(pow((Ky*L/ry),2.0));
/*Cálculo del esfuerzo crítico de pandeo elastico por flexotorsión, Fexz*/
/*Ecuacion (12) */
Fex=3.1416*3.1416*E/(pow((Kx*L/rx),2.0));
/*Ecuacion (14) */
Fez=(G*J)/(A*ro*ro);
/*Nota Ca=0 para secciones L */
/*Ecuacion (7) */
Fexz=((Fex+Fez)-sqrt((Fex+Fez)*(Fex+Fez)-4.0*rro*Fex*Fez))/(2.*rro);
/*Pe se toma igual al menor de Fey o Fexz*/
Fe=min(Fey,Fexz);
/*Si Fexz > Fy/2.0 se hace la corrección por inelasticidad*/
if (Fe > Fy/2.0)
    Fn=Fy*(1.-Fy/(4.0*Fe)); /*Ecuación (2)*/
else
    Fn=Fe; /*Ecuación (3)*/
/*Se calcula la resistencia de diseño que será igual al menor de los valores de Rc1 y Rc2*/
Rc1=A*Fn*Fr; /*Ecuación (1); Para este caso Q=1.0*/
/*Ecuación (4)*/
Rc2=(A*3.1416*3.1416*E/(25.7*(b/ta)*(b/ta)))*Fr;
*Rc=min(Rc1,Rc2);
return;
}
```

```
void calAXTEN(float A,float Fy, float *Rc)
/*Subrutina para el diseño de elementos sujetos a carga axial de tensión, de acuerdo con las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras metálicas del Reglamento del Distrito Federal (NTC-RDF 87).*/
```

```
{
float Fr;
```

```

Fr=0.90; /*El Fr para evaluar el estado límite de ten-
          sión es 0.90*/
          /*Se calcula la resistencia de diseño*/
          /*Se considera solamente el estado límite
            de flujo plástico en la sección total*/
*Rc=A*Fy*Fr; /*Ecuacion 3.1.1 */
return;
}

```

```

void calAXIAL(float A, float rx, float ry, float Fy, float E, float L,
             float Kx, float Ky, float *Rc)
/*Subrutina para el diseño de elementos sujetos a carga axial, de a-
cuerdo con las normas técnicas complementarias para el diseño y cons-
trucción de estructuras metálicas del Reglamento del Distrito Federal
(NTC-RDF 87).*/

```

```

{
float Rcc,Fr,lamda,n;
Fr=0.90; /*El Fr para evaluar el estado límite de pan-
          deo por flexión, para miembros de sección
          transversal H,I,o rectangular hueca es 0.90*/
          /*Se calcula el parámetro de esbeltez de la
            columna lamda */
n=1.4; /*n=1.4 para columnas de seccion transversal
        H o I, laminadas o hechas con tres placas
        soldadas obtenidas cortandolas con oxígeno
        de placas mas anchas, y columnas de sección
        transversal rectangular hueca, laminadas o
        hechas con cuatro placas soldadas, que cumplan
        con los requisitos de las las secciones tipo
        1,2 o 3;*/
lamda=max(Kx*L/rx,Ky*L/ry)*sqrt(Fy/3.1416/3.1416/E);
          /*Se calcula la resistecia de la columna*/
          /*Ec. 3.2.1. NTC-RDF87, aplicable a sec-*/
          /*ciones tipo 1,2, y 3 de sec. transversal*/
          /*H,I,o rectangular hueca */
Rcc=(Fy/pow((1+pow(lamda,2*n)-pow(0.15,2*n)),1/n))*A*Fr;
*Rc=min(Rcc,Fy*A*Fr);
}

```

```

void calFLEX(float b,float h, float ta, float tp, float Iy,float Sx, float Zx,
            float J, float Ca, float Fy, float E, float G, float L,
            float Muox1, float Muox2, float Mmax, char tsec, char sl,
            int csec, float *Mrx, float *Md)
/*Subrutina para el diseño de elementos a flexión de acuerdo con las
normas tecnicas complementarias para diseño y construcción de estr-
turas metálicas del Reglamento del Distrito Federal (NTC-RDF 87).*/
{
float Fr,cp,ca,Xr,Xu,Lu,C,Mux,Mpx,My,Mra,Mrb,sFy,Zs;

```

```

Fr=0.90; /*Se define Fr; para flexión Fr=0.90 */
Mpx=Zx*Fy; /*Se calcula el momento plástico*/
My=Sx*Fy; /*Se calcula el mom. de inicio de fluencia*/
sFy=sqrt(Fy); /*Se calcula la raiz cuadrada de Fy*/

/*Calculo del momento resistente Mrx*/
/*Calculo del coeficiente C*/
if(( fabs(Muox2)>fabs(Muox1) ? fabs(Muox2):fabs(Muox1) ) >fabs(Mmax) )
  if( fabs(Muox2) > fabs(Muox1) ) {
    *Md=Muox2; /*Se determina el momento de diseño*/
    C=0.60-0.40*Muox1/Muox2; /*Cálculo de C, cuando Muox2>Muox1 y Muox2 >
      Mmax*/
  }
  else{
    *Md=Muox1; /*Se determina el momento de diseño*/
    C=0.60-0.40*Muox2/Muox1; /*Cálculo de C, cuando Muox1>Muox1 y Muox1 >
      Mmax*/
  }
  else{
    *Md=Mmax; /*Se determina el momento de diseño*/
    C=1.0; /*Se determina C, cuando Mmax > Muox1 y Mmax
      > Muox2*/
  }
}

if( csec==1 || csec==2 ) /*Si la seccion es tipo 3, se debe sustituir
  Zs=Zx; Sx por Zx en las ecuaciones que definen Xu
  y Xr */
else
  Zs=Sx;

if(sl=='N') { /*Si el patin comprimido no esta soportado
  lateralmente en forma continua, se calcula
  la longitud caracteristica Lu */

  if(tsec=='I'){ /*Cálculo de Lu para secciones I*/
    Xr=(4./3.)*C*Zs*Fy/(G*J)*sqrt(Ca/Iy);
    Xu=3.220*Xr;
    Lu=4.443/Xu*sqrt(E*Ca/(G*J))*sqrt(1+sqrt(1+Xu*Xu)); /*Ec. 3.3.13*/
  }

  else if(tsec=='C') { /*Cálculo de Lu para secciones C*/
    Lu=0.91*E/(C*Zs*Fy)*sqrt(Iy*J); /*Ec 3.3.17 NTC-RDF87*/
  }
}

/*Cálculo del momento resistente Mrx*/
/*cuando no hay pandeo lateral */
if( L<Lu || sl=='S' ) {
  if(csec==1 || csec==2){
    /*Cálculo de Mrx para secciones tipo 1 y 2*/
    /*Ec. 3.3.1. NTC-RDF87*/
    *Mrx=Fr*Mpx;
  }else if(csec==3){
    if(tsec=='I') /*Se obtienen los parametros que definen
      /*la relaciones ancho grueso del elemento*/
      cp=b/(2*tp);
    else if(tsec=='C')
      cp=b/tp;
  }
}

```

```

ca=(h-2*tp)/ta;
/*Cálculo de Mrx para secciones tipo 3
Se aplica la ec. 3.3.4 NTC-RDF87 y se
interpola linealmente con la ec 3.3.1
NTC-RDF87 en función de las relaciones
ancho grueso.
Mra: Interpolación en función de b/2tp o
b/tp
Mrb: Interpolación en función de h-2tp/ta*/

Mra=Mrb=Fr*My;
/*Interpolacion en función de la relación
b/2tp*/
if(tsec=='I'){
/* Para una sección I */
Mra=(Fr*Mpx-Fr*My)/((830.-540.)/sFy)*(830./sFy-cp)+Fr*My;
/*Interpolación en función de la relación
h-2tp/ta */
Mrb=(Fr*Mpx-Fr*My)/((8000.-5300.)/sFy)*(8000./sFy-ca)+Fr*My;
*Mrx=min(Mra,Mrb);
}
}
}
else{
/*Cálculo de Mrx cuando hay pandeo lateral*/
/*Calculo del mom. nominal de la sec. Mux*/
/*Ec. 3.3.9 NTC-RDF87*/
Mux=3.1416/(C*L)*sqrt(E*Iy*G*J+(3.1416*E/L)*(3.1416*E/L)*Iy*Ca);
/*Cálculo de Mrx para secciones tipo 1 y 2*/
if(csec==1 || csec==2){
if( Mux > 2./3.*Mpx ) {
/*Se hace la correccion por inelasticidad*/
/*Ec. 3.3.7 NTC-RDF87*/
*Mrx=1.15*Fr*Mpx*(1-0.28*Mpx/Mux);
*Mrx=min(*Mrx,Fr*Mpx);
}
else
*Mrx=Fr*Mux;
/*No se hace la correc. por inelasticidad*/
/*Ec. 3.3.7. NTC-RDF87*/
}
else if(csec==3){
/*Cálculo de Mrx para secciones tipo 3*/
if( Mux > 2./3.*My ) {
/*Se hace la corrección por inelasticidad*/
/*Ec. 3.3.19 NTC-RDF87*/
*Mrx=1.15*Fr*My*(1-0.28*My/Mux);
*Mrx=min(*Mrx,Fr*My);
}
else
*Mrx=Fr*Mux;
/*No se hace la correc. por inelasticidad*/
/*Ec. 3.3.8 NTC-RDF87*/
}
}
return;
}
}

```

```
void calFLEXCOMP(float b,float h,float L,float A,float Sx,float Sy,float rx,
                float ry,float Zx,float Zy,float P,float Muox1,float Muox2,
                float Muoy1,float Muoy2,float M_uox, float M_uoy, float Fy,
                float ta,float tp,float Iy,float J,float Ca,float E,float G,
                float Kxti, float Kyti, float Kxtp, float Kytp, float DeltaHx,
                float DeltaHy, float SHx, float SHy, float Wi, float Qx,
                float Qy, float hi, char tsec, char sl, char RI, int csec,
                float *RevExt, float *RevCol)
```

```
/*Subrutina para el diseño de elementos a flexocompresión de acuerdo con
las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de es-
tructuras metálicas del Reglamento del Distrito Federal (NTC-RDP 87).*/
```

```
{
float Fr,Py,p,alfa,beta,RevExt1,RevExt2,Rc,Md,Mpx,Mpy,Mpcx,Mpcy,Mra,Mrb,
Myx,Mrx,Mry,Mmax,Mucx,Mucy,cp,ca,sFy,r,Kx,Ky;

Fr=0.90; /*Se define el factor de reducción de la res.*/
Py=A*Fy; /*Se calc. la carga axial que produce la plas.*/
Mpx=Zx*Fy; /*Se calcula el momento plástico en dir. X*/
Mpy=Zy*Fy; /*Se calcula el momento plástico en dir. Y*/
p=P/(Fr*Py); /*Se calcula el cociente P/(Fr*Py)*/
Myx=Sx*Fy; /*Se calcula el momento correspondiente a la */
/*iniciación de la fluencia en dir X */

sFy=sqrt(Fy); /*Se calcula la raiz cuadrada de Py*/
Mmax=min(fabs(Muox1),fabs(Muox2));
/*Hipótesis: los momentos máximos en la columna
na se presentan en los extremos*/

if(csec==1 || csec==2){ /*Revisión de las secciones extremas para
secciones tipo 1 y 2 */
/*Si la sección es en cajón, cuadrada, los
dos momentos Mpcx y Mpcy se determinan con
la ecuación 3.4.2.de las N.T.C. del RDP 87;
se considera que una sección en cajon es cua-
drada si 0.85 < b/h < 1.15 */

if(tsec=='C' && b/h>=0.85 && b/h<=1.15){
Mpcx=min(1.18*Fr*Mpx*(1.-P/(Fr*Py)),Fr*Mpx); /*Ec 3.4.2.NTC-RDP87*/
Mpcy=min(1.18*Fr*Mpy*(1.-P/(Fr*Py)),Fr*Mpy); /*Ec 3.4.2.NTC-RDP87*/
}else{
Mpcx=min(1.18*Fr*Mpx*(1.-P/(Fr*Py)),Fr*Mpx); /*Ec 3.4.2.NTC-RDP87*/
Mpcy=min(1.67*Fr*Mpy*(1.-P/(Fr*Py)),Fr*Mpy); /*Ec 3.4.3.NTC-RDP87*/
}

if( RI == 'R'){ /*Revisión de las secciones extremas de ele-
elementos que forman parte de estructuras
regulares para secciones tipo 1 y 2 */

if(tsec=='I')
alfa=1.60-p/(2.*log(p));/*Se calcula el exponente alfa para sec. I*/
else if(tsec=='C'){
if( b/h>=0.85 && b/h<=1.15 )
alfa=1.70-p/(2.*log(p));/*Se cal. el exp. alfa para sec.C cuadra-
adas*/
```

```

else
  alfa=1.0;          /*Se cal. el exp. alfa para sec. C rect. */
}

/*Se aplica la ecuacion 3.4.4 NTC-RDP87
para revision de secciones extremas, y
secciones tipo 1 y 2 */
RevExt1=pow(fabs(Muox1/Mpcx),alfa)+pow(fabs(Muoy1/Mpcy),alfa);
RevExt2=pow(fabs(Muox2/Mpcx),alfa)+pow(fabs(Muoy2/Mpcy),alfa);
*RevExt=max(RevExt1,RevExt2);

}else if (RI == 'I'){ /*Revisión de las secciones extremas de elemen-*/
/*tos que forman parte de estructuras irregula-*/
/*res para secciones tipo 1 y 2 */
/*Se aplica la ecuacion 3.4.1 NTC-RDP87
para revision de secciones extremas, y
secciones tipo 1 y 2 */

RevExt1=fabs(Muox1/Mpcx)+fabs(Muoy1/Mpcy);
RevExt2=fabs(Muox2/Mpcx)+fabs(Muoy2/Mpcy);
*RevExt=max(RevExt1,RevExt2);
}

}else if(csec==3) { /*Revisión de las secciones extremas para sec-
ciones tipo 3 (Estructuras regulares e ir-
regulares */

if(tsec=='I') { /*Para secciones tipo 3, e I, Mrx se obtiene
interpolando linealmente entre My y Mpx en
función de las relaciones ancho-groeso*/
/*Se obtienen los parámetros que definen las */
/*relaciones ancho grueso del elemento*/

cp=b/(2*tp);
ca=(h-2*tp)/ta;

Mra=(Fr*Mpx-Fr*Myx)/((830.-540.)/sFy)*(540./sFy-cp)+Fr*Myx;
Mrb=(Fr*Mpx-Fr*Myx)/((8000.-5300.)/sFy)*(5300./sFy-ca)+Fr*Myx;
Mrx=min(Mra,Mrb);
Mry=Fr*Sy*Fy; /*Ecuación 3.3.4 NTC-RDP87*/
}else if(tsec=='C'){
Mrx=Fr*Sx*Fy; /*Ecuación 3.3.4 NTC-RDP87*/
Mry=Fr*Sy*Fy; /*Ecuación 3.3.4 NTC-RDP87*/
}

/*Se aplica la ecuación 3.4.5. NTC-RDP87*/
/*para revisión de secciones extremas*/
RevExt1=(fabs(P/(Fr*Py))+fabs(Muox1/Mrx)+fabs(Muoy1/Mry));
RevExt2=(fabs(P/(Fr*Py))+fabs(Muox2/Mrx)+fabs(Muoy2/Mry));
*RevExt=max(RevExt1,RevExt2);
}

/*REVISION DE LA COLUMNA COMPLETA */
/*Cálculo de Mrx a traves de calFLEX*/

/* ----- */
sl='N'; /*Se considera que las columnas no estan
soportadas lateralmente. No se esta le-
yendo este parámetro del archivo de datos */
/* ----- */
calFLEX(b,h,ta,tp,Iy,Sx,Zx,J,Ca,Fy,E,G,L,Muox1,Muox2,Mmax,tsec,sl,
csec,&Mrx,&Md);

/*Evaluación para determinar si los efectos
de esbeltez debidos a desplazamientos li-

```

```

if( fabs((DeltaHx*Qx/hi)) < fabs((0.08*SHx/Wi)) )
  Kx=Kxti;          /*Los efectos de esbeltez pueden despreciarse*/
else
  Kx=Kxtp;          /*Los efec. de esbeltez no pueden despreciarse*/
if( fabs((DeltaHy*Qy/hi)) < fabs((0.08*SHy/Wi)) )
  Ky=Kyti;          /*Los efectos de esbeltez pueden despreciarse*/
else
  Ky=Kytp;          /*Los efec. de esbeltez no pueden despreciarse*/
calAXIAL(A, rx, ry, Fy, E, L, Kx, Ky, &Rc);
if(csec==1 || csec==2){ /*Revisión de la columna completa para
                        secciones tipo 1 y 2 */
  Mucx=Mrx*(1-P/Rc); /*Ecuación 3.4.7.NTC-RDF87*/
  Mucy=Fr*Mpy*(1-P/Rc); /*Ecuación 3.4.8.NTC-RDF87*/
  if ( RI == 'R' ) { /*Revisión de la columna completa para estruc-
                    turas regulares ( Sec. tipo 1 y 2 ) */
    if(tsec=='I'){ /*Se determina el exponente beta*/
      if((b/h) >= 0.3)
        beta=max(0.4+p+b/h,1.0);
      else
        beta=1.0;
    }else if(tsec=='C'){
      if(b/h>=0.85 && b/h<=1.15){
        r=min(rx,ry);
        beta=max(1.3+1000.*p/(L/r)/(L/r),1.4);
      }else
        beta=1.0;
    }
  }
  *RevCol=pow(fabs((M_uox/Mucx)),beta)+pow(fabs((M_uoy/Mucy)),beta);

                        /*Revisión de la columna completa para es-
                        estructuras irregulares ( Sec. tipo 1 y 2 ) */
  }else if ( RI== 'I' )
    *RevCol=fabs(M_uox/Mucx)+fabs(M_uoy/Mucy);
  }else if(csec==3){ /*Revisión de la columna completa, tanto para */
                    /*estructuras regulares como irregulares */
                    /* ( Sec. tipo 1 y 2 ) */

    *RevCol=fabs(P/Rc)+fabs(M_uox/Mrx)+fabs(M_uoy/Mry) ;
  }
return;
}

```

```

void calFLEXTEN(float A, float b, float h, float ta, float tp,
               float Iy, float Sx, float Zx, float Sy, float Zy, float J,
               float Ca, float Fy, float E, float G, float L, float P,
               float Muox1, float Muox2, float Mmax, float Muoy1, float Muoy2,
               char tsec, char sl, int csec, float *RevExt)

```

/\*Subrutina para el diseño de elementos a flexotensión de acuerdo con las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras metálicas del Reglamento del Distrito Federal (NTC-RDF 87).\*/

```

{
float Fr,Rc,Mrx,Md,Myy,Mpy,Mry,RevExt1,RevExt2;
Fr=0.90; /*Se define el factor de reducción de la res.*/
Mmax=min(Muox1,Muox2); /*Hipótesis: los momentos máximos del elemen-
to flexotensionado se presentan en los ex-
tremos */

/*Se determina la resistencia a tensión del e-
lemento a través de CalAXTEN*/
calAXTEN(A,Fy,&Rc);

/*Se determina la resistencia del elemento a
flexión, alrededor del eje x, del elemento
a través de calFLEX*/
calFLEX(b,h,ta,tp,Iy,Sx,Zx,J,Ca,Fy,E,G,L,Muox1,Muox2,Mmax,tsec,sl,csec,
&Mrx,&Md);

/*Se determina la resistencia del elemento a
flexión, alrededor del eje y, del elemento*/

if( csec==1 || csec==2 ) { /*para secciones tipo 1 y 2 */
Mpy=Zy*Fy;
Mry=Fr*Mpy;
} else { /*para secciones tipo 3 */
Myy=Sy*Fy;
Mry=Fr*Myy;
}

RevExt1=fabs(P/Rc)+fabs(Muox1/Mrx)+fabs(Muoy1/Mry); /*Ecuacion 3.5.1*/
RevExt2=fabs(P/Rc)+fabs(Muox2/Mrx)+fabs(Muoy2/Mry); /*Ecuacion 3.5.1*/
*RevExt=max(RevExt1, RevExt2);

printf("Voy a Imprimir FLEXOTENSION\n");
printf("Rc= %.2f\n",Rc);
printf("Mrx= %.2f\n",Mrx);
printf("Mry= %16.5g\n",Mry);
printf("RevExt1= %.2f\n",RevExt1);
printf("RevExt2= %.2f\n",RevExt2);
printf("RevExt= %.2f\n",*RevExt);

return;
}

void calcCORT(float b, float h, float ta, float tp, float Fy, char tsec,
float Vx, float Vy, float *RevVx, float *RevVy)
/*Subrutina para hacer la revisión del esfuerzo cortante de acuerdo con
normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estruc-
turas metálicas del Reglamento del Distrito Federal (NTC-RDF 87).*/

{
float caa,k,H,vr,Vnx,Vny,Vrx,Vry,Fr;
Fr=0.90; /*Se define el factor de reducción de la res.*/
k=5.0; /*k=5.0 dado que no hay atiesadores */
vr=sqrt(k/Fy); /*Se determina la constante vr */

if(tsec=='C') /*Se determina el cortante resistente en direc-*/
ta=2*ta; /*ción Y */
}

```

```

caa=(h-2*tp)/ta;
H=h-2*tp;
                                     /*Se calcula el cortante resistente en direc-
                                     ción Y */
if( H/ta <= (1400*vr) )
    Vny=0.66*Fy*h*ta;    /* Ecuación 3.3.22 */
else if ( H/ta <= (2000*vr))
    Vny=922.0*sqrt(Fy*k)*h*ta/caa;    /* Ecuación 3.3.23 */
else
    Vny=1845000.0*k*h*ta/(caa*caa);    /* Ecuación 3.3.24 */
                                     /* Se determina la resistencia de
                                     diseño al cortante */
Vry=Vny*Fr;
*RevVy=fabs(Vy/Vry);

                                     /*Se determina el cortante resistente en */
tp=2*tp;    /*dirección X */
if(tsec=='I'){
    caa=b/tp;
    H=b;
}else if(tsec=='C'){
    caa=(b-2*ta)/tp;
    H=b-2*tp;
}
                                     /*Se calcula la resistencia nominal al
                                     cortante*/

if( h/ta <= (1400*vr) )
    Vnx=0.66*Fy*h*ta;    /* Ecuación 3.3.22 */
else if ( h/ta <= (2000*vr) )
    Vnx=922.0*sqrt(Fy*k)*h*ta/caa;    /* Ecuación 3.3.23 */
else
    Vnx=1845000.0*k*h*ta/(caa*caa);    /* Ecuación 3.3.24 */
                                     /* Se determina la resistencia de di-
                                     sño al cortante */
Vrx=Vnx*Fr;    /* Ecuación 3.3.21 */
*RevVx=fabs(Vx/Vrx);
return;
}

```

```

int cl_IA ( float b, float h, float ta, float tp, float Fy )
/*Subrutina para clasificar la sección I, sujeta a carga axial*/
/*Tabla 2.3.1 NTC-RDF87 */

```

```

{
    int csec,cp,ca,sFy;
    cp=b/(2*tp);    /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    ca=(h-2*tp)/ta;    /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    sFy=sqrt(Fy);

    if(cp<=(830./sFy) && ca<=(2100./sFy))
        csec=1;    /*Nota: los límites de clasificación de sec-
                    ciones en compresión axial, son los mismos
                    para secciones tipo 1, 2 o 3 */
    else
        csec=4;    /*La sección es tipo 4 */
}

```

```

    return(csec);
}

```

```

int cl_CA(float b, float h, float ta, float tp, float Fy)
/*Subrutina para clasificar la sección C, sujeta a carga axial*/
/*Tabla 2.3.1 NTC-RDP 87 */
{
    int csec,cp,ca,sFy;
    cp=b/tp;                /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    ca=(h-2*tp)/ta;        /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    sFy=sqrt(Fy);
    if(cp<=(2100./sFy) && ca<=(2100./sFy))
        csec=1;            /*Nota: los límites de clasificación de sec-
                            ciones en compresión axial, son los mismos
                            para secciones tipo 1, 2 o 3 */
    else
        csec=4;            /*la sección es tipo 4*/
    return(csec);
}

```

```

int cl_LA(float b, float ta, float Fy)
/*Subrutina para clasificar la sección A, sujeta a carga axial*/
/*Tabla 2.3.1 NTC-RDP 87 */
{
    int csec,ca,sFy;
    ca=(b-ta)/ta;          /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    sFy=sqrt(Fy);
    if(ca<=(640./sFy))
        csec=1;            /*Nota: los límites de clasificación de alas
                            de ángulos de secciones en compresión para
                            secciones tipo 1, 2 o 3 son los mismos */
    else
        csec=4;            /*la sección es tipo 4*/
    return(csec);
}

```

```

int cl_IF ( float b, float h, float ta, float tp, float Fy )
/*Subrutina para clasificar la sección I, sujeta a flexión */
/*Tabla 2.3.1 NTC-RDP87 */
{
    int csec;
    float cp,ca,sFy;
    cp=b/(2*tp);           /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    ca=(h-2*tp)/ta;        /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    sFy=sqrt(Fy);

```

```

    if(cp<=(460./sFy) && ca<=(3500./sFy))
        csec=1;            /*la sección es tipo 1*/

```

```

    else if (cp<=(540./sFy) && ca<=(5300./sFy))
        csec=2;            /*la sección es tipo 2*/

```

```

else if (cp<=(830./sFy) && ca<=(8000./sFy))
    csec=3;          /*la sección es tipo 3*/
else
    csec=4;          /*la sección es tipo 4*/
return(csec);
}

```

```

int cl_CF(float b, float h, float ta, float tp, float Fy)
/*Subrutina para clasificar la sección C, sujeta a flexión*/
/*Tabla 2.3.1 NTC-RDF87*/

```

```

{
    int csec;
    float cp,ca,sFy;

    cp=b/tp;          /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    ca=(h-2*tp)/ta;  /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    sFy=sqrt(Fy);

    if(cp<=(1600./sFy) && ca<=(3500./sFy))
        csec=1;      /*la sección es tipo 1*/
    else if (cp<=(1600./sFy) && ca<=(5300./sFy))
        csec=2;      /*la sección es tipo 2*/
    else if (cp<=(2100./sFy) && ca<=(8000./sFy))
        csec=3;      /*la sección es tipo 3*/
    else
        csec=4;      /*la sección es tipo 4*/
    return(csec);
}

```

```

int cl_IC (float b, float h, float ta, float tp, float Fy, float P )
/*Subrutina para clasificar la sección I, sujeta a flexocompresion*/
/*Tabla 2.3.1 NTC-RDF87*/

```

```

{
    int csec;
    float cp,ca,sFy,Py;
    cp=b/(2*tp);     /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    ca=(h-2*tp)/ta; /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
    sFy=sqrt(Fy);
    Py=(2*b*tp+(h-2*tp)*ta)*Fy; /*Area por Fy */

    if(cp<=(460./sFy) && ca<=max(3500./sFy*(1-1.4*P/Py),2100./sFy))
        csec=1;      /*la sección es tipo 1*/
    else if(cp<=(540./sFy) &&
            ca<=max(5300./sFy*(1-1.4*P/Py),3339/sFy*(1-0.371*P/Py)))
        csec=2;      /*la sección es tipo 2*/
    else if (cp<=(830./sFy) &&
            ca<=max(8000./sFy*(1-2.7*P/Py),5228./sFy*(1-0.598*P/Py)))
        csec=3;      /*la sección es tipo 3*/
    else
        csec=4;      /*la sección es tipo 4*/
    return(csec);
}

```

---

```
int cl_CC(float b, float h, float ta, float tp, float Fy, float P)
/*Subrutina para clasificar la sección C*, sujeta a flexocompresión*/
/*Tabla 2.3.1 NTC-RDF87*/
{

int csec;
float cp,ca,sFy,Py;

cp=b/tp;          /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
ca=(h-2*tp)/ta;  /*Se define parámetro para clasificar sec.*/
sFy=sqrt(Fy);
Py=(2*b*tp+2*(h-2*tp)*ta)*Fy; /*Area por Fy*/

if(cp<=(1600/sFy) && ca<=max(3500/sFy*(1-1.4*P/Py),2100/sFy))
    csec=1;          /*la sección es tipo 1*/
else if (cp<=(1600/sFy) &&
         ca<=max(5300/sFy*(1-2.7*P/Py),3339/sFy*(1-0.371*P/Py)))
    csec=2;          /*la sección es tipo 2*/
else if (cp<=(2100/sFy) &&
         ca<=max(8000/sFy*(1-2.7*P/Py),5228/sFy*(1-0.598*P/Py)))
    csec=3;          /*la sección es tipo 3*/
else
    csec=4;          /*la sección es tipo 4*/

return(csec);
}
```

## 2 - Subrutina EMFC.C

/\*Esta subrutina calcula los elementos mecánicos de diseño para elementos en flexocompresión de acuerdo con el Reglamento del Distrito Federal de 1987 y sus Normas Técnicas Complementarias ( RDF-NTC87 )<sup>1</sup> \*/

/\*iois/rj

EMFC.C

REV.8847\*/

```

#define _EXTERNAL
#define Fr      0.90

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <process.h>
#include <alloc.h>
#include <string.h>
#include <scr.h>
#include "reap.h"

void obtem( /* Obten los elementos mecánicos de un elemento */
CONDC *cid, /* definición de condiciones de carga */
int nccc, /* número de condiciones de carga para el diseno.(!=ATL) */
int ele, /* número de elemento */
char tip, /* tipo del elemento, EVP, EVN... */
float *em); /* vector de elementos mecánicos (resultado) */

void emfc( /* iois/rj REV.8847 */
DF_PISO *p, /* Variables del entrepiso */
DF_ELE *e, /* Parámetros del elemento */
int tipo, /* tipo del elemento EVP... */
CONDC *cid, /* Datos de cada condición de carga */
PGEN *pg, /* Parámetros generales de la estructura */
float *mc, /* Vector de multiplicadores de carga */
ROTACION *rc); /* Vector de cosenos directores de los ejes de análisis */
{
    ROTACION res;
    int ele; /*Número del elemento para obtener los momentos de diseño */
    int tipi; /*Número de elemento tipo del elemento i */
    int mati; /*Número del material tipo del elemento i y j */
    int seci; /*Número de la seccion tipo del elemento i y j */
    int loni; /*Número de la longitud tipo del elemento i y j */
    float Ei; /*Módulo de elasticidad del elemento i y j */
    float Ixi; /*Mom. de inercia respecto al eje x loc. de los elem. i */
    float Iyi; /*Mom. de inercia respecto al eje y loc. de los elem. i */
    float Li; /*Longitudes de los elementos i */

    /* Nota: x, y, z ejes locales del elemento i */
    /* X, Y ejes que coinciden con la direccion de analisis */
    /* LOC indica ejes locales del elemento */
    /* ANA indica ejes de direccion de analisis */

```

```

float Kxti;    /* Factores de longitud libre de pandeo por flexión */
              /* i indica traslación impedida de los extremos del elemento */
float Kyti;    /* j indica traslación permitida de los ext. del elemento */
              /* x,y indica ejes locales */
              /* indica ejes que coinciden con la dirección de análisis */

int i;        /*Indice */
int j;        /*Indice para número de combinaciones de carga ncmc */
int k;        /*Indice para elemento mecánico. 6(a), 6(b) */
int q;

int cm;       /*Indice */
float *em;    /*Vector de elementos mecánicos */
float *fem;   /*Apuntador al vec. de elementos mecánicos */
float *fmc;   /*Apuntador al vec. de comb. de carga */

float Mxa;    /*Momentos en los extremos del elemento: */
float Mxb;    /* x,y -> alrededor de los ejes locales x, y */
float Mya;    /* a,b -> nudos a los cuales esta conestado */
float Myb;    /* el elemento */

float *Cx;    /*Coeficientes que depende de la ley de varia- */
float *Cy;    /*ción de momentos */
float *Vxa;   /*Cortantes en los extremos del elemento: */
float *Vxb;   /* x,y -> alrededor de los ejes locales x, y */
float *Vya;   /* a,b -> nudos a los cuales esta conectado */
float *Vyb;   /* el elemento */
float *Pu;    /*Carga axial de diseño */

float *cm_nd;
float *fcm_nd;
float Pex;    /*Carga critica de pandeo elastico alrededor */
float Pey;    /*de los ejes locales x, y de la columna para */
              /*traslacion impedida de los extremos */
              /*Factores de amplificación de momentos : */

float BetaX1; /*Ecuación 3.4.13 NTC - RDF87 */
float BetaY1;
float BetaX2; /*Ecuaciones 3.4.14 y 3.4.15 NTC - RDF87 */
float BetaY2;
float Beta[3];
float beta[3];

ele = e->ne;    /*Se obtiene el número del elemento */
tipi = de[ele].ti; /*Se obtiene el tipo de elemento */
mati = kt[tipi].mat; /*Se obtiene el tipo de material de i */
seci = kt[tipi].sec; /*Se obtiene el tipo de sección de i */
loni = kt[tipi].lon; /*Se obtiene el tipo de longitud de i */

Ei = pm[mati].e; /*Se obtiene el módulo de elasticidad de i */
Ixi = ps[seci].ix; /*Se obtiene Ix del elemento i */
Iyi = ps[seci].iy; /*Se obtiene Iy del elemento j */
Li = lo[loni]; /*Se obtiene la longitud del elemento i */
Kxti = e->Kxti; /*Factor de longitud efectiva : */
Kyti = e->Kyti; /* x,y -> ejes locales del elemento */
              /* ti -> traslación impedida */

```

```

                /* Se calculan las cargas críticas de */
                /* pandeo para traslación impedida */
Pex=M_PI*M_PI*Ei*Ixi/pow((Kxti*Li),2.);
Pey=M_PI*M_PI*Ei*Iyi/pow((Kyti*Li),2.);

                /*Se obtienen los elementos mecánicos */
                /*del elemento por revisar (ele) */

em = (float *) farcalloc(pg->nccc, 12*sizeof(float));
obtem(cid, pg->nccc, ele, tipo, em);

                /*Se reserva espacio para los vectores */
                /*Vxa,Vxb,Vya,Vyb,Cx,Cy,y Pu */

cm_nd= (float *) farcalloc(pg->nmc, 4*sizeof(float));
Vxa = (float *) farcalloc(pg->nmc, sizeof(float));
Vxb = (float *) farcalloc(pg->nmc, sizeof(float));
Vya = (float *) farcalloc(pg->nmc, sizeof(float));
Vyb = (float *) farcalloc(pg->nmc, sizeof(float));
Cx = (float *) farcalloc(pg->nmc, sizeof(float));
Cy = (float *) farcalloc(pg->nmc, sizeof(float));
Pu = (float *) farcalloc(pg->nmc, sizeof(float));

                /* *****
                Se calculan los momentos de diseño para
                columnas que forman parte de estructuras
                regulares:
                Muo= Mti + B2*Mtp ..... (3.4.11)
                Muo*= B1*Mti + B2*Mtp ..... (3.4.12)
                ***** */

if( pg->cl_e == REGULAR ){

                /*Se calculan los coeficientes Cax y Cmy */
                /*para cada condición de carga que no pro-*/
                /*duza desplazamientos relativos conside- */
                /*rables ( Ver inciso 3.4.3 NTC-RDP87 ) */

for(q=0, k=3; k<11; k++) {
    if(k==5 || k==6 || k==7 || k==8 ) continue;
    for(fcm_nd=cm_nd+q, j=0; j<pg->nmc; j++, fcm_nd+=4) {
        *fcm_nd= 0.0;
        for(fem=em+k, fmc=mc+j*pg->nccc, i=0; i<pg->nccc; i++, fmc++, fem+=12){
            /*Se almacenan las combinaciones de elementos
            mecánicos */
            if ( cid[i].desl == NO_DESL ) {
                *fcm_nd+= *fem * *fmc;
            }
        }
    }
    q++;
}

for(fcm_nd=cm_nd, j=0; j<pg->nmc; j++, fcm_nd+=4) {
    Mxa=*(fcm_nd);
    Mya=*(fcm_nd+1);
    Mxb=*(fcm_nd+2);
    Myb=*(fcm_nd+3);
}

```

```

if( fabs(Mxa) < fabs(Mxb) )
  Cx[j]=0.60-0.40*Mxa/Mxb; /*Cálculo del coeficiente C en dir. x */
else
  Cx[j]=0.60-0.40*Mxb/Mxb; /*Cálculo del coeficiente C en dir. y */
if( fabs(Myx) < fabs(Myb) )
  Cy[j]=0.60-0.40*Myx/Myb; /*Cálculo del coeficiente C en dir. x */
else
  Cy[j]=0.60-0.40*Myb/Mya; /*Cálculo del coeficiente C en dir. y */
}

for(k=0; k<12; k++) {
  if(k==5 || k==8 || k==11) continue;
  for(j=0; j<pg->ncmc; j++) {
    if(k==0) /* Se inicializan variables */
      Vxa[j]=0.0;
    if(k==1)
      Vya[j]=0.0;
    if(k==2){ /* Hipótesis: La carga axial es constante*/
      Pu[j]=0.0; /* en el elemento */
      e->ecc[j].Pu=0.0;
    }
    if(k==3){
      e->ecc[j].Muox1 = 0.0;
      e->ecc[j].Muox1t = 0.0;
      e->ecc[j].M_uox1 = 0.0;
    }
    if(k==4){
      e->ecc[j].Muoy1 = 0.0;
      e->ecc[j].M_uoy1 = 0.0;
    }
    if(k==6)
      Vxb[j] = 0.0;
    if(k==7)
      Vyb[j] = 0.0;
    if(k==9){
      e->ecc[j].Muox2 = 0.0;
      e->ecc[j].Muox2t = 0.0;
      e->ecc[j].M_uox2 = 0.0;
    }
    if(k==10){
      e->ecc[j].Muoy2 = 0.0;
      e->ecc[j].M_uoy2 = 0.0;
    }
    if(k==3 || k==4 || k==9 || k==10){
      beta[0]=p->pcc[j].beta22X; /* Se leen los valores beta22X y */
      beta[1]=p->pcc[j].beta22Y; /* beta22Y, calculados con la subru- */
      beta[2]=1.0; /* rutina PISOI */
      /* Se ha definido un valor de beta=1.0 el */
      /* cual tendra influencia en elementos in- */
      /* clinados (beta22z=1.0) */
      /* NOTA: Los valores de beta[0] y beta[1] */

```

```

/* valores de beta22 dado que provienen de */
/* variables mas generales para el entrepi-*/
/* so.(Cargas crítica elementos inclinados)*/

mulrot(rc, &r_a, &rscs); /* Se obtiene la matriz de transfor- */
/* mación para rotar los valores de */
/* beta22 a los ejes locales de la */
/* columna (hipótesis) */

mvrot(beta, &rscs, Beta); /* Se obtienen los valores de Beta */
/* transformados a los ejes de la */
/* columna */
}

for(fem=em+k, fmc=mc+j*pg->nccc, cm=0; cm<pg->nccc;
cm++, fmc++, fem+=12){
/* Se calculan cortantes y momentos en
/* dirección x (local) */

if( k==0 )
Vxa[j]+= (*fem * *fmc);
if(k==6 )
Vxb[j]+= (*fem * *fmc);
if( k==2 ) {
e->ecc[j].Pu += *fem * *fmc;
Pu[j] += *fem * *fmc;
}

if(k==3 || k==9) {
if( cid[cm].desl == NO_DESL ) {
BetaX1=max(Cx[j]/(1-Pu[j]/(Fr*Pex)),1.0);
if(k==3){
e->ecc[j].Muox1 += (*fem * *fmc);
e->ecc[j].Muox1t += (*fem * *fmc);
e->ecc[j].M_uox1 += BetaX1 * (*fem * *fmc);
}
if(k==9){
e->ecc[j].Muox2 += (*fem * *fmc);
e->ecc[j].Muox2t += (*fem * *fmc);
e->ecc[j].M_uox2 += BetaX1 * (*fem * *fmc);
}
}
}
else{
BetaX2=Beta[0];
if(k==3){
e->ecc[j].Muox1 += BetaX2 * (*fem * *fmc);
e->ecc[j].Muox1t += (*fem * *fmc);
e->ecc[j].M_uox1 += BetaX2 * (*fem * *fmc);
}
if(k==9){
e->ecc[j].Muox2 += BetaX2 * (*fem * *fmc);
e->ecc[j].Muox2t += (*fem * *fmc);
e->ecc[j].M_uox2 += BetaX2 * (*fem * *fmc);
}
}
}
}

```

```

/* Se calculan cortantes y momentos en
/* dirección y (local)*/

if( k==1 )
  Vya[j]+= (*fem * *fmc);
if( k==7 )
  Vyb[j]+= (*fem * *fmc);
if(k==4 || k==10) {
  if( cid[cm].desl == NO_DESL ) {
    BetaY1=max(Cy[j]/(1-Pu[j]/(Fr*Pey)),1.0);
    if(k==4){
      e->ecc[j].Muoy1 += (*fem * *fmc);
      e->ecc[j].M_uoy1 += BetaY1 * (*fem * *fmc);
    }
    if(k==10){
      e->ecc[j].Muoy2 += (*fem * *fmc);
      e->ecc[j].M_uoy2 += BetaY1 * (*fem * *fmc);
    }
  }
  else{
    BetaY2=Beta[1];
    if(k==4){
      e->ecc[j].Muoy1 += BetaY2 * (*fem * *fmc);
      e->ecc[j].M_uoy1 += BetaY2 * (*fem * *fmc);
    }
    if(k==10){
      e->ecc[j].Muoy2 += BetaY2 * (*fem * *fmc);
      e->ecc[j].M_uoy2 += BetaY2 * (*fem * *fmc);
    }
  }
}
}/*Termina priemer ciclo (for)*/
}/*Termina segundo ciclo (for)*/
}/*Termina tercer ciclo (for)*/

for(cm=0; cm<pg->ncmc; cm++) {
  e->ecc[cm].Vx=max(fabs(Vxa[cm]),fabs(Vxb[cm]));
  e->ecc[cm].Vy=max(fabs(Vya[cm]),fabs(Vyb[cm]));
  e->ecc[cm].M_uox=max( fabs(e->ecc[cm].M_uox1), fabs(e->ecc[cm].M_uox2) );
  e->ecc[cm].M_uoy=max( fabs(e->ecc[cm].M_uoy1), fabs(e->ecc[cm].M_uoy2) );
}

/* *****
Se calculan los momentos de diseno para
columnas que forman parte de estructuras
irregulares:
Mu0= Bl(Mti + Mtp) ..... (3.4.21)
Mu0*= Bl(Mti + Mtp) ..... (3.4.22)
***** */

}else if( pg->cl_e == IRREGULAR ) {
  for(k=0; k<12; k++) {
    if(k==5 || k==8 || k==11) continue;

```

```

for(j=0; j<pg->ncmc; j++) {
  if(k==0) /* Se inicializan variables */
    Vxa[j]=0.0;
  if(k==1)
    Vya[j]=0.0;
  if(k==2){ /* Hipótesis: La carga axial es cons- */
    Pu[j]=0.0; /* tante alo largo del elemento */
    e->ecc[j].Pu=0.0;
  }
  if(k==3){
    e->ecc[j].Muox1= 0.0;
    e->ecc[j].M_uox= 0.0;
    e->ecc[j].Muox2= 0.0;
  }
  if(k==4){
    e->ecc[j].Muoy1 = (*fem * *fmc);
    e->ecc[j].M_uoy1 = (*fem * *fmc);
  }
  if(k==6)
    Vxb[j] = 0.0;
  if(k==7)
    Vyb[j] = 0.0;
  if(k==9){
    e->ecc[j].Muox2 = 0.0;
    e->ecc[j].Muox2t = 0.0;
    e->ecc[j].M_uox2 = 0.0;
  }
  if(k==10){
    e->ecc[j].Muoy2 = 0.0;
    e->ecc[j].M_uoy1 = 0.0;
  }
  for(fem=em+k, fmc=mc+j*pg->nccc, cm=0; cm<pg->nccc;
    cm++, fmc++, fem+=12){
    /* Se calculan cortantes y momentos en
    /* dirección x (local)*/

    if( k==0 )
      Vxa[j]+= (*fem * *fmc);
    if( k==6 )
      Vxb[j]+= (*fem * *fmc);
    if( k==2 ){
      e->ecc[j].Pu += *fem * *fmc;
      Pu[j] += *fem * *fmc;
    }
    if(k==3 || k==9) {
      if( cid[j].desl == NO_DESL ) {
        if(k==3){
          e->ecc[j].Muox1 += (*fem * *fmc);
          e->ecc[j].Muox1t += (*fem * *fmc);
          e->ecc[j].M_uox1 += (*fem * *fmc);
        }
      }
    }
  }
}

```

```

    if(k==9){
        e->ecc[j].Muox2 += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].Muox2t += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].M_uox2 += (*fem * *fmc);
    }
}
else{
    BetaX2=Beta[0];
    if(k==3){
        e->ecc[j].Muox1 += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].Muox1t += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].M_uox1 += (*fem * *fmc);
    }
    if(k==9){
        e->ecc[j].Muox2 += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].Muox2t += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].M_uox2 += (*fem * *fmc);
    }
}
}
}

```

/\* Se calculan cortantes y momentos en  
dirección y (local) \*/

```

if( k==1 )
    Vya[j]+= (*fem * *fmc);
if( k==7 )
    Vyb[j]+= (*fem * *fmc);
if(k==4 || k==10) {
    if( cid[cm].desl == NO_DESL ) {
        if(k==4){
            e->ecc[j].Muoy1 += (*fem * *fmc);
            e->ecc[j].M_uoy1 += (*fem * *fmc);
        }
        if(k==10){
            e->ecc[j].Muoy2 += (*fem * *fmc);
            e->ecc[j].M_uoy2 += (*fem * *fmc);
        }
    }
}
else{
    BetaY2=Beta[1];
    if(k==4){
        e->ecc[j].Muoy1 += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].M_uoy1 += (*fem * *fmc);
    }
    if(k==10){
        e->ecc[j].Muoy2 += (*fem * *fmc);
        e->ecc[j].M_uoy2 += (*fem * *fmc);
    }
}
}
}
}

```

```

    /*Termina priemer ciclo (for)*/
    /*Termina segundo ciclo (for)*/
    /*Termina tercer ciclo (for)*/

for(j=0; j<pg->ncmc; j++) {

    /* Se calculan los momentos de diseño */
    if(pg->e_cont == SI_CONT){

        /* Se calculan las cargas críticas de
        /* pandeo elástico para traslación
        impedida*/
        Pex=M_PI*M_PI*Ei*Ixi/pow((Kxti*Li),2.);
        Pey=M_PI*M_PI*Ei*Iyi/pow((Kyti*Li),2.);

        /* Se calculan los coeficientes Cmx y Cmy */
        /* a) Para columnas que forman parte de */
        /* marcos contraventeados adecuadamente.*/
        /* b) Para col. de marcos no contravent. */
        /* ( Ver inciso 3.4.4 NTC-RDF87 ) */

        if( fabs(e->ecc[j].Muox1) < fabs(e->ecc[cm].Muox2) ){
            /*Cálculo del coeficiente C en dir. x */
            Cx[j]=0.60-0.40*e->ecc[j].Muox1 /e->ecc[j].Muox2;
        }
        else{
            /*Cálculo del coeficiente C en dir. y */
            Cx[j]=0.60-0.40*e->ecc[j].Muox2 /e->ecc[j].Muox1;
        }

        if( fabs(e->ecc[j].Muoy1) < fabs(e->ecc[j].Muoy2) ){
            /*Cálculo del coeficiente C en dir. x */
            Cy[j]=0.60-0.40*e->ecc[j].Muoy1 /e->ecc[j].Muoy2;
        }
        else{
            /*Calculo del coeficiente C en dir. x */
            Cy[j]=0.60-0.40*e->ecc[j].Muoy2 /e->ecc[j].Muoy1;
        }
    }

    else if(pg->e_cont ==NO_CONT) {
        /* Se calculan las cargas críticas de pan- */
        /* deo elástico para traslación permitida */
        Pex=M_PI*M_PI*Ei*Ixi/pow((e->Kxtp*Li),2.);
        Pey=M_PI*M_PI*Ei*Iyi/pow((e->Kytp*Li),2.);

        Cx[j]=0.85; /* Se define Cx=Cy=0.85 cuando la estructura
        Cy[j]=0.85; /* se encuentra contraventeada adecuadamente*/
    }

    BetaX1=(Cx[j]/(1-Pu[j]/(Fr*Pex)));
    BetaY1=(Cy[j]/(1-Pu[j]/(Fr*Pey)));

    e->ecc[j].Muox1 = BetaX1 * (e->ecc[j].Muox1);
    e->ecc[j].Muox2 = BetaX1 * (e->ecc[j].Muox2);
    e->ecc[j].M_uox1= BetaX1 * (e->ecc[j].M_uox1);
    e->ecc[j].M_uox2= BetaX1 * (e->ecc[j].M_uox2);
    e->ecc[j].M_uox=max(fabs(e->ecc[j].M_uox1), fabs(e->ecc[j].M_uox2));

```

```
e->ecc[j].Muoy1 = BetaY1 * (e->ecc[j].Muoy1);
e->ecc[j].Muoy2 = BetaY1 * (e->ecc[j].Muoy2);
e->ecc[j].M_uoy1= BetaY1 * (e->ecc[j].M_uoy1);
e->ecc[j].M_uoy2= BetaY1 * (e->ecc[j].M_uoy2);
e->ecc[j].M_uoy= max(fabs(e->ecc[j].M_uox1), fabs(e->ecc[j].M_uoy2));

/* Se calculan los cortantes de diseño */
e->ecc[k].Vx= max( fabs(Vxa[j]), fabs(Vxb[j]) );
e->ecc[k].Vy= max( fabs(Vya[j]), fabs(Vyb[j]) );
```

```
}
}
```

```
/* Se libera el espacio reservado para: */
```

```
farfree(cm_nd);
farfree(Vxa); /* Vxa */
farfree(Vxb); /* Vxb */
farfree(Vya); /* Vya */
farfree(Vyb); /* Vyb */
farfree(Cx ); /* Cx */
farfree(Cy ); /* Cy */
farfree(Pu ); /* Pu */
farfree(em ); /* em */
```

```
}
```

## 3 - Subrutina RevFC.C

/\*Esta subrutina completa todos los datos necesarios y ordena la ejecución de la revisión del elemento en cuenstión de acuerdo con el Reglamento del Distrito Federal de 1987 y sus Normas Técnicas Complementarias ( RDF-NTC87 )<sup>1</sup> \*/

/\*iois/rj

REVFC.C

REV.8847\*/

#define \_EXTERNAL

#define Fr 0.90

#include &lt;stdio.h&gt;

#include &lt;stdlib.h&gt;

#include &lt;math.h&gt;

#include &lt;process.h&gt;

#include &lt;alloc.h&gt;

#include &lt;string.h&gt;

#include &lt;scr.h&gt;

#include "reap.h"

#include "prot.h"

```

void revfc(          /* iois/rj REV.8847 */
DF_PISO *p,        /* Variables del entrepiso */
DF_ELE *e,         /* Parámetros del elemento */
PGEN *pg,         /* Parámetros generales de la estructura */
SEC *sec,         /* Propiedades geometricas de la seccion transversal */
ROTACION *rc)     /* Vector de cosenos directores de los ejes de analisis */
{
/* cualquier aclaración ref. Raul.. */

int cm;
int ele;           /* Número del elemento por revisar */
int tipi;         /* Tipo del elemento por revisar */
int mati;         /* Número del material del elemento por revisar */
int loni;         /* Número de la longitud del elemento por revisar */

float b;          /* Ancho de la sección transversal */
float h;          /* Peralte de la sección transversal */
float tp;         /* Espesor del patín de la sección transversal */
float ta;         /* Espesor del alma de la sección transversal */
float A;          /* Area transversal */

float Ix;         /* Momento de inercia respecto al eje "x" */
float Iy;         /* Momento de inercia respecto al eje "y" */
float Sx;         /* Módulo de sección elástico respecto a "x" */
float Sy;         /* Módulo de sección elástico respecto a "y" */
float Zx;         /* Módulo de sección plástico respecto a "x" */
float Zy;         /* Módulo de seccion plástico respecto a "y" */
float rx;         /* Radio de giro respecto al eje "x" */
float ry;         /* Radio de giro respecto al eje "y" */
float J;          /* Constante de torsión de Saint-Venant */
float Ca;         /* Constante de torsión por alabeo */

float Fy;         /* Esfuerzo del fluencia del acero */
float E;          /* Módulo de elasticidad del acero */
float nu;         /* Coeficiente de Poisson del acero */
float G;          /* Módulo de elast. al esfuerzo cortante del acero */

```

## 3 - Subrutina RevFC.C

/\*Esta subrutina completa todos los datos necesarios y ordena la ejecución de la revisión del elemento en cuenstión de acuerdo con el Reglamento del Distrito Federal de 1987 y sus Normas Técnicas Complementarias ( RDF-NTC87 )<sup>1</sup> \*/

/\*iois/rj

REVFC.C

REV.8847\*/

#define \_EXTERNAL

#define Fr 0.90

#include &lt;stdio.h&gt;

#include &lt;stdlib.h&gt;

#include &lt;math.h&gt;

#include &lt;process.h&gt;

#include &lt;alloc.h&gt;

#include &lt;string.h&gt;

#include &lt;scr.h&gt;

#include "reap.h"

#include "prot.h"

```

void revfc(          /* iois/rj REV.8847 */
DF_PISO *p,        /* Variables del entrepiso */
DF_ELE *e,         /* Parámetros del elemento */
PGEN *pg,         /* Parámetros generales de la estructura */
SEC *sec,         /* Propiedades geometricas de la seccion transversal */
ROTACION *rc)     /* Vector de cosenos directores de los ejes de analisis */
{
/* cualquier aclaración ref. Raul.. */

int cm;
int ele;          /* Número del elemento por revisar */
int tipi;        /* Tipo del elemento por revisar */
int mati;        /* Número del material del elemento por revisar */
int loni;        /* Número de la longitud del elemento por revisar */

float b;          /* Ancho de la sección transversal */
float h;          /* Peralte de la sección transversal */
float tp;         /* Espesor del patín de la sección transversal */
float ta;         /* Espesor del alma de la sección transversal */
float A;          /* Area transversal */

float Ix;         /* Momento de inercia respecto al eje "x" */
float Iy;         /* Momento de inercia respecto al eje "y" */
float Sx;         /* Módulo de sección elástico respecto a "x" */
float Sy;         /* Módulo de sección elástico respecto a "y" */
float Zx;         /* Módulo de sección plástico respecto a "x" */
float Zy;         /* Módulo de seccion plástico respecto a "y" */
float rx;         /* Radio de giro respecto al eje "x" */
float ry;         /* Radio de giro respecto al eje "y" */
float J;          /* Constante de torsión de Saint-Venant */
float Ca;         /* Constante de torsión por alabeo */

float Fy;         /* Esfuerzo del fluencia del acero */
float E;          /* Módulo de elasticidad del acero */
float nu;         /* Coeficiente de Poisson del acero */
float G;          /* Módulo de elast. al esfuerzo cortante del acero */

```

```

float Kxti;          /* Factores de longitud efectiva: */
float Kyti;          /* ti -> traslación impedida */
float Kxtp;          /* tp -> traslación permitida */
float Kytp;          /* x,y -> ejes locales del elemento */

float DeltaHx;       /* Desplazamiento horizontal relativo de los nive- */
float DeltaHy;       /* les que limitan un entrepiso en dirección X y */
/* Y (direcciones de analisis) */

float SHx;           /* Fuerza cortante del entrepiso en dirección X y */
float SHy;           /* Y (direcciones de analisis) */
float Wi;            /* Peso de la construcción por encima del entrepiso */
/* en cuestión */

float Qx;            /* Factor de comportamiento sísmico en dirección */
float Qy;            /* X y Y (direcciones de análisis) */
float hi;            /* Altura del entrepiso en cuestión */
float DeltaH[3];     /* Desplazamientos relativos del entr. en cuestión*/
float DeltaHt[3];    /* DeltaH -> (DeltaHx, DeltaHy, 0.0)(dir. analisis)*/
/* DeltaHt-> (DeltaHx, DeltaHy, DeltaHz)(ejes loc.)*/

float H[3];          /* Suma de fuerzas axiales y f. cortantes del ent. */
float Ht[3];         /* H -> (SHx, SHy, SPU) (direcciones de análisis) */
/* Ht-> (SHx, SHy, SPU) (ejes locales) */

float Q[3];          /* Factores de comportamiento sísmico: */
float Qt[3];         /* Q -> (Qx, Qy, min(Qx, Qy)) */

float RevExt;        /* Parámetro de revisión de las secciones extremas */
float RevCol;        /* Parámetro de revisión de la columna completa */
float RevVx;         /* Parámetro de revisión del cortante en dir. x */
float RevVy;         /* Parámetro de revisión del cortante en dir. y */

char tsec;           /* Tipo se sección: I o C */
char sl;             /* Indica si el patín comp. esta restringido */
char RI;             /* Indica si la estructura es regular o irregular */
int csec;
ROTACION rcs;

float Muox1;         /* Momentos de diseño para la revisión de elementos */
float Muox2;         /* en flexocompresión: */
float Muoy1;         /* M -> para revisión de las secciones extremas */
float Muoy2;         /* M_ -> para revisión de la columna completa */
float M_uox;         /* x,y -> ejes locales del elemento */
float M_uoy;
float Mmax;          /* Momento máximo de el elemento flexocomprimido */

float P;             /* Carga axial de diseño */
float Vx;            /* Cortate de diseño en dirección x */
float Vy;            /* Cortante de diseño en dirección y */

tsec = sec->tsec;     /*Se obtiene el tipo de de sección I o C */
b = sec->p1;          /*Se obtiene el ancho del patín de la sección */
h = sec->p2;          /*Se obtiene el peralte de la sección */
tp = sec->p3;         /*Se obtiene el espesor del patín de la sección */
ta = sec->p4;         /*Se obtiene el espesor del alma de la sección */

/*Cálculo de las propiedades geométricas para seccio-
nes I, C o L */

if(tsec=='I'){

```

```

        /*Cálculo de propiedades geométricas sección I*/
        calI(b,h,ta,tp,&A,&Ix,&Iy,&Sx,&Sy,&Zx,&Zy,&rx,&ry,&J,&Ca);
    }
else if (tsec=='C'){
        /*Cálculo de propiedades geométricas sección C*/
        calC(b,h,ta,tp,&A,&Ix,&Iy,&Sx,&Sy,&Zx,&Zy,&rx,&ry,&J,&Ca);
    }

    /* SE ALMACENAN LAS PROPIEDADES GEOMETRICAS */
    /* EN LA ESTRUCTURA SEC */
    sec->A = A; /* Area transversal */
    sec->Ix = Ix; /* Momento de inercia respecto al eje "x" */
    sec->Iy = Iy; /* Momento de inercia respecto al eje "y" */
    sec->Sx = Sx; /* Módulo de sección elástico respecto a "x" */
    sec->Sy = Sy; /* Módulo de sección elástico respecto a "y" */
    sec->Zx = Zx; /* Módulo de sección plástico respecto a "x" */
    sec->Zy = Zy; /* Módulo de sección plástico respecto a "y" */
    sec->rx = rx; /* Radio de giro respecto al eje "x" */
    sec->ry = ry; /* Radio de giro respecto al eje "y" */
    sec->J = J; /* Constante de torsión de Saint-Venant */
    sec->Ca = Ca; /* Constante de torsión por alabeo */

    Fy = pg->Fy; /* Se obtiene el esfuerzo de fluencia */
    ele = e->ne; /* Se obtiene el número del elemento */
    tipi = de[ele].ti; /* Se obtiene el tipo de elemento */
    mati = kt[tipi].mat; /* Se obtiene el tipo de material de i */
    loni = kt[tipi].lon; /* Se obtiene el tipo de longitud de i */

    E = pm[mati].e; /* Se obtiene el módulo de elasticidad de i */
    nu = pm[mati].nu; /* Se obtiene el coeficiente de poisson */
    G = E/(2.*(1+nu)); /* Se obtiene el mod. de elast. al esf. cort.*/
    L = lo[loni]; /* Se obtiene la longitud del elemento i */

    Rxti = e->Rxti; /* Se obtienen los factores de longitud e-*/
    Kyti = e->Kyti; /* efectiva: ti -> traslación impedida */
    Rxtp = e->Rxtp; /* tp -> traslación permitida */
    Kytp = e->Kytp; /* x,y -> ejes locales del elemento*/

    Q[0] = pg->Qx; /* Factor de comportamiento sísmico en di- */
    Q[1] = pg->Qy; /* rección X y Y ( direcciones de análisis) */
    Q[2] = min(Q[0],Q[1]); /* Para hacer la transformación se define: */
    Qz=min(Qx y Qy) /*
    Wi = p->Wi; /* Peso de la construcción por encima del */
    /* entrepiso en cuestión */

    hi = p->hi; /* Altura del entrepiso en cuestión */
    tsec = sec->tsec; /* Tipo se sección transversal: I, o C */
    sl = e->sl; /* Indica si el patín comp. esta restringido*/
    RI = pg->cl_e; /* Indica si la estructura es regular o i- */
    /* rregular */

    mulrot(rc, &r_a, &rcs); /* Se obtiene la matriz de transformación */
    /* para rotar los valores de DeltaH, SH y */
    /* Q a los ejes locales de la columna */

    mvrot(Q, &rcs, Qt); /* Se obtienen los valores de Q transforma-*/
    /* dos a los ejes de la columna */

    Qx= Qt[0]:

```

```

for(cm=0; cm<param.ncmc; cm++) {
DeltaH[0]= p->pcc[cm].DeltaHx; /*Desplazamiento horizontal relativo de */
DeltaH[1]= p->pcc[cm].DeltaHy; /*los niveles que limitan un entrepiso */
DeltaH[2]= 0.0; /*en dirección X y Y ( direcciones de */
/* análisis) */
/*Para hacer la transformacion se defi- */
/*ne DeltaHz=0.0 */

mvrot(DeltaH, &racs, DeltaHt); /* Se obtienen los valores de DeltaH */
/* transformados a los ejes de la columna*/

DeltaHx= DeltaHt[0];
DeltaHy= DeltaHt[1];

H[0] = p->pcc[cm].SHx; /* Fuerza cortante del entrepiso en direc- */
H[1] = p->pcc[cm].SHy; /* ción: X y Y (direcciones de analisis ) */
H[2] = p->pcc[cm].SPu; /* Suma de fuerzas axiales de diseño de las*/
/* columnas que forman el ent. en cuestión */

mvrot(H, &racs, Ht); /* Se obtienen los valores de H transfor- */
/* mados a los ejes de la columna */

SHx= Ht[0]; /* Fuerza cortante del entrepiso en direc- */
SHy= Ht[1]; /* ción x y y (ejes locales de la columna) */

P = e->ecc[cm].Pu; /* Se obtiene la carga axial de diseño */
Vx= e->ecc[cm].Vx;
Vy= e->ecc[cm].Vy;

if( P >= 0.0 ) { /* Se revisa el elemento en flexocompresión */

Muox1= e->ecc[cm].Muox1; /* Se obtienen los momentos de diseño: */
Muox2= e->ecc[cm].Muox2; /* x, y -> ejes locales de la columna */
Muoy1= e->ecc[cm].Muoy1; /* 1, 2 -> extremos de la columna */
Muoy2= e->ecc[cm].Muoy2; /* Mu -> momentos para rev. de sec. extremas*/
M_uox= e->ecc[cm].M_uox; /* M_u-> momentos para rev. de la col. comp.*/
M_uoy= e->ecc[cm].M_uoy;

/* Clasificación de la sec. flexocomprimida */
/*Se clasifica la sección I*/
if(tsec=='I') csec = cl_IC( b*100.,h*100.,ta*100.,tp*100.,Fy/100.,
P*1000.);
/*Se clasifica la sección C*/
if(tsec=='C') csec = cl_CC( b*100.,h*100.,ta*100.,tp*100.,Fy/100.,
P*1000.);

e->ecc[cm].csec=csec;

/*Revision de elementos flexocomprimidos */
calFLEXCOMP(b, h, L, A, Sx, Sy, rx, ry, Zx, Zy, P, Muox1, Muox2, Muoy1,
Muoy2, M_uox, M_uoy, Fy, ta, tp, Iy, J, Ca, E, G, Kxti, Kyti,
Kxtp, Kytp, DeltaHx, DeltaHy, SHx, SHy, Wi, Qx, Qy, hi, tsec,
sl, RI, csec, &RevExt, &RevCol);

e->ecc[cm].RevExt=RevExt; /* Se almacenan los parametros RevExt y */
e->ecc[cm].RevCol=RevCol; /* RevCol en estructura E_CC */
}

else{ /* Se revisa el elemento en flexotension */
Muox1t= e->ecc[cm].Muox1t; /* Se obtienen los momentos de diseño: */
Muox2t= e->ecc[cm].Muox2t; /* x, y -> ejes locales de la columna */
Muoy1t= e->ecc[cm].Muoy1t; /* 1, 2 -> extremos de la columna */
}

```

```
Muoy2= e->ecc[cm].Muoy2t; /* Mu -> momentos para rev. de sec. ext. */
                          /* (Suma de mom. multiplicados por el */
                          /* factor de carga correspondiente) */
                          /*Clasificacion de la sec. flexotensionada */
                          /*Se clasifica la secci3n I */
if(tsec=='I') csec = cl_IF( b*100.,h*100.,ta*100.,tp*100.,Fy/10.);
                          /*Se clasifica la secci3n C */
if(tsec=='C') csec = cl_CF( b*100.,h*100.,ta*100.,tp*100.,Fy/10.);
e->ecc[cm].csec=csec;

                          /* Revisi3n de elementos en flexotensi3n */
Mmax= min(fabs(Muox1),fabs(Muox2));
calFLEXTEN(A, b, h, ta, tp, Iy, Sx, Zx, Sy, Zy, J, Ca, Fy, E, G, L, P,
           Muox1, Muox2, Mmax, Muoy1, Muoy2, tsec, sl, csec, &RevExt);
e->ecc[cm].RevExt=RevExt; /*Se almacena el par3metro RevExt en es- */
e->ecc[cm].RevCol= 0.0; /*estructura E_CC (Nota: RevCol=0.0 ) */
}

                          /*Revisi3n del esfuerzo cortante*/
calCORT(b*100.,h*100.,ta*100.,tp*100.,Fy/10.,tsec,Vx*1000.,Vy*1000.,
        &RevVx,&RevVy);
e->ecc[cm].RevVx=RevVx; /*Se almacena en par3metro RevVx.y RevVy */
e->ecc[cm].RevVy=RevVy; /*en estructura E_CC */
}
}
```

## 4 - Archivo de datos ACER.REA

Se presenta a continuación el archivo de datos para el ejemplo EP\_2.

Este archivo tiene como objetivo el de completar la información que se encuentra tanto en el archivo de datos como de resultados del programa de análisis estructural ( ATL88 -> T\_\_\_\_.dat ( Para EP\_2 ) )

```
=====
ARCHIVO DE ENTRADA DE DATOS PARA REA88 REV.8850
=====
```

## Identificación:

```
{IDEN
Archivo :<T 88.GET >
Fecha :<22/0C/88> <24/DI/88 10:52:34>
Iden. Pr.:<GET >
Clasific.:<_____>

Proyecto :<Prueba CAD/SE EU-TR >
Cliente :<I.O.I.S. S.A. >
Obra :<Edificio 8 niveles >
Revisión :<01>
Elaboró :<_____>
Revisó :<_____>
Aprobó :<_____>
}
```

## Definición de unidades empleadas:

```
{UNID Etiqueta Factor constante
Fy :<Ton/m2 > 1.00 0
}
```

## Parámetros:

```
{PARA
NTEL: 12 ;Número total de elementos en la base de datos
NENT: 0 ;Número máximo de entrepisos en la base de datos
NCCC: 3 ;Número de condiciones de carga
NCMC: 9 ;Número de combinaciones de carga consideradas
NARC: 1 ;Número de archivos de datos

NGRR: 3 ;Número de archivos de datos
Qx__ : 3. ;Factor de comportamiento sísmico en direc. Análisis X
Qy__ : 3. ;Factor de comportamiento sísmico en direc. Análisis Y
CL_E: REGULAR ;Clasificación general de la estructura
CODI: RDFA ;Código de diseño (RDFA, AISC)
CURV: MODOF ;(Ver explicación en condiciones y combinaciones de carga)
Fy__ : 25300.
}
```

## Definición de Archivos:

Son los archivos de resultados del ATL88 que se requieren para el diseño

```
{ARCH
Arcl: c:\cadse\ep_2\T____.dat
}
```

Dirección de análisis

```
{DIRE ..xX.. ..xY.. ..xZ.. ..yX.. ..yY.. ..yZ.. ..zX.. ..zY.. ..zZ..
Rot.: 1.000  0.00  0.00  0.00  1.00  0.00  0.00  0.00  1.00
}
```

Condiciones y combinaciones de carga:

Id.: Identificación de la condición de carga de la columna correspondiente  
 Arch: Número de archivo, según la tabla de archivos definida anteriormente, en que la cond. De carga se encuentra.

Cond: Aquí se especifica si la condición de carga es estática (ESTAT) si es dinámica (DINAM) o si es dinámica estática equivalente (DIN\_EQ)  
 Si se trata de una condición DIN\_EQ los elementos mecánicos tienen su signo y por lo tanto es posible determinar la curvatura de los elementos y si están a compresión o tensión. Sin embargo, si se trata de una condición DINAM, los signos de los elementos mecánicos se han perdido. Se requiere en este caso asumir la curvatura de los elementos. Se proveen distintos criterios para lograr lo anterior, según se especifique el parámetro 'Curv'.

MODOP: Las curvaturas se asumirán de acuerdo al modo fundamental de vibración.

NINGUNA: No se hace suposición acerca de la curvatura, y por lo tanto se usará C=1.0 en las ecuaciones que lo requieran

ConC: Este es el número de condición de carga, estática o dinámica, según el caso.

DesL: Indica si la condición de carga genera desplazamientos laterales apreciables o no.

CMCx: Define los multiplicadores de carga para la combinación de carga 'x'

```
{COCO ...CC1.. ...CC2.. ..CC2.... .....
```

Id.:	Cm+Cv	SismoX	SismoY
Arch:	1	1	1
Cond:	ESTAT	ESTAT	ESTAT
ConC:	3	1	2
DesL:	No	Si	Si
CMC1:	1.40	0.00	0.0
CMC2:	1.10	1.10	0.33
CMC3:	1.10	1.10	-0.33
CMC4:	1.10	-1.10	0.33
CMC5:	1.10	-1.10	-0.33
CMC6:	1.10	0.33	1.1
CMC7:	1.10	-0.33	1.1
CMC8:	1.10	0.33	-1.1
CMC9:	1.10	-0.33	-1.1

Definición de entrepisos:

Se deben definir entrepisos si se pretenden revisar las columnas correspondientes.

ACHG: Archivo de grupos. Contiene los nombres de los grupos de los Entrepisos, si los hay, y los grupos de elementos a revisar.

grupo: Es el nombre del grupo dentro del archivo de grupos que contiene

**Wi:** Peso por encima del entrepiso en cuestión  
**hi:** Altura del entrepiso. Este parámetro es opcional, si se deja en cero  
 El programa estima la altura del entrepiso en base a alguna de las  
 columnas que lo integran.

{ARGr Archivo de grupos

ACH1: \cadse\ep\_2\ep\_2\_pis.gps

}

{ENTr grupo... ....Wi.... ....hi....

En01: ep_1	3328.00	4.80
En02: ep_2	2912.00	3.20
En03: ep_3	2496.00	3.20
En03: ep_4	2080.00	3.20
En03: ep_5	1664.00	3.20
En03: ep_6	1248.00	3.20
En03: ep_7	832.00	3.20
En03: ep_8	416.00	3.20

}

Archivo de grupos que define los elementos que se desean revisar

**rx:** 1-> El elemento tiene restricción lateral en el plano XZ  
 Esto significa que el elemento no puede pandearse en ese plano.  
 Este parámetro se aplica solo a elementos sujetos a fuerzas  
 axiales importantes (diseño axial o por flexocompresión)

0-> No tiene restricción lateral en el plano XZ

**ry:** 1-> Tiene restricción lateral en el plano YZ

0-> No tiene restricción lateral en el plano YZ

**sl:** 1-> El elemento se encuentra soportado lateralmente.

Esto se refiere a que el patín de compresión esta restringido  
 al desplazamiento lateral. El parámetro solo puede especi-  
 ficarse para el plano de menor momento de inercia.

Se asocia al problema de pandeo lateral.

**td-> F** Los elementos del grupo se revisaran como elementos a flexión  
 (trabes).

**C** Los elementos del grupo se revisaran como elementos a flexo-  
 compresión. (columnas)

**A** Los elementos se revisan solo por carga axial. (elementos de  
 una armadura).

Grupos de elementos para revisión

{AG2 Archivo de grupos

ACH2: \cadse\ep\_2\ep\_2\_tr.gps

}

{REVG grupo... <rx><ry><sl> <td>

RvGr: trabes1	0	0	1	F
En02: trabes2	0	0	1	F
En03: trabes3	0	0	1	F

}

## 8 APENDICE C.- Comentarios e Hipótesis.-

Se describen a continuación algunas notas aclaratoria e hipótesis que se han hecho en el programa REA88.

### 8.1 FACTORES DE LONGITUD EFECTIVA.-

Para el cálculo de los factores de longitud efectiva (K) el programa cuenta con dos opciones: que se calculen por medio de la subrutina LON.C, o bien que se den como datos..

Para el cálculo de los factores de longitud efectiva, la subrutina LON.C resuelve la ecuación característica de la cual provienen los nomogramas propuestos en los comentarios de NTC-RDF87. Las hipótesis que se hacen para obtener la ecuación característica, pueden verse en el capítulo 10 ( Marcos rígidos II: Pandeo) de la referencia 3.

Cuando no se cumplen las hipótesis o se desean definir valores de longitud efectiva diferentes al método antes mencionado se deja la posibilidad de dar como datos los factores de longitud efectiva.

### 8.2 REVISION DE TRABES .-

Para la revisión de trabes se propone, en base a la sección 11.2.2 (ESTRUCTURAS DUCTILES, Miembros en flexión) de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del Reglamento del Distrito Federal, que cuando la carga axial  $P_u$  no exceda de  $P_y/10$ , el elemento sea revisado a flexión y de lo contrario a flexocompresión. (  $P_y$  es la carga axial que ocasiona la plastificación del elemento, igual al producto del área de su sección transversal por el esfuerzo de fluencia del material.

### 8.3 FACTORES DE AMPLIFICACION DE MOMENTOS .-

Los factores de amplificación de momentos  $B_2$

( ecuaciones 3.4.14 y 3.4.15 de NTC-RDF87<sup>3</sup> ), se obtienen para las direcciones de análisis. En algunos casos, los ejes locales de la columna (  $x, y$  ) pueden no coincidir con los ejes de análisis (  $X, Y$  ), por ejemplo, que el eje "y" coincida con en eje "X", o bien que formen un cierto ángulo. Para ello se proyectan los momentos flexionantes de la columna sobre los ejes de análisis, se multiplican por los factores de amplificación correspondientes y finalmente se proyectan sobre los ejes locales. De esta forma se obtienen los momentos de diseño de la columna cuyos ejes no coinciden con los ejes de análisis.

### 8.4 CARGAS EN ELEMENTOS .-

Actualmente no esta implementada la posibilidad de que las columnas tengan cargas a lo largo de su eje longitudinal y por otra parte que las trabes estén cargadas de tal forma que produzcan momentos flexionantes alrededor de su eje de menor momento de inercia (  $M_y$  )

**8.5 CONDICIONES DE FRONTERA EN ELEMENTOS Y GRADOS DE LIBERTAD NODALES..-**

En el programa ATLGR se definen las siguientes condiciones de frontera para elementos:

$$K_{xa}, K_{xb}, K_{ya}, K_{yb}$$

las cuales pueden variar de 0 a 100. Un valor de cero representa la condición de articulación y cien corresponde al caso de empotramiento perfecto. Un valor comprendido entre 0 y 100 representaría una condición de frontera intermedia entre la articulación y el empotramiento. Las condiciones de frontera están referenciadas a los ejes locales del elemento.

Con respecto a los grados de libertad nodales se tienen los siguientes parámetros:

$$dx, dy, dz, gx, gy, gz,$$

que pueden adoptar valores de 0 y 1. Cero representa que el grado de libertad no está restringido y por el contrario, uno significa que está restringido. Los grados de libertad nodales están referenciados a los ejes globales.

Para el programa de revisión de elementos de acero se han considerado los siguientes casos:

a) Con respecto a las condiciones de frontera en elementos, solamente se ha considerado el caso de empotramiento o de articulación, esto es, valores de 0 o 100.

b) Si los ejes globales coinciden con los ejes de análisis, y ambos son paralelos u ortogonales a los ejes locales del elemento, se podrán considerar valores diferentes en las dos direcciones de las condiciones de frontera en elementos y de las restricciones nodales, esto es:

$$K_x \neq K_y$$

$$g_x \neq g_y$$

c) Si los ejes globales o los ejes locales, no coinciden con los ejes de análisis, se deberán considerar valores idénticos en las dos direcciones para las restricciones en elementos y para las nodales, esto es:

$$K_{xa} = K_{ya} \quad K_{xb} = K_{yb}$$

$$g_{xa} = g_{ya} \quad g_{xb} = g_{yb}$$