

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

28

96

***DISEÑO OPTIMO DE ARMADURAS
ESPACIALES***

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :

ROGELIO REGINO HERNANDEZ HERNANDEZ



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.

INDICE GENERAL

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. METODO DE ANALISIS	5
3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO	14
4. PROGRAMA DE COMPUTADORA EN LENGUAJE FORTRAN	19
5. COMPARACION CON UN DISEÑO EXISTENTE DE LA CFE PARA UNA TORRE DE TRANSMISION (EJEMPLO)	28
6. CONCLUSIONES	35
REFERENCIAS	37
APENDICE A LISTADO DEL PROGRAMA EN LENGUAJE FORTRAN	38
APENDICE B MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA	65
APENDICE C LISTADO DE RESULTADOS DEL EJEMPLO DEL CAPITULO 5	70
APENDICE D DESCRIPCION DE LAS SUBROUTINAS DEL PAQUETE DE COMPUTADORA	110

1. INTRODUCCION

El análisis de una armadura en el espacio, sin la ayuda de un programa de computadora, resulta un proceso complicado, debido a su alto grado de hiperestaticidad. Por esta razón es común hacer un análisis manual aproximado que consiste en descomponer a la armadura en una serie de armaduras planas y superponer resultados. Esta solución no considera el trabajo de conjunto, por lo tanto no contempla el trabajo de torsión que se produce cuando existen fuerzas fuera del plano de cada armadura.

Además, las dificultades envueltas en un análisis manual, no permiten obtener un diseño óptimo de armaduras en el espacio, porque este se haría una sola vez, pasando inmediatamente al diseño final, utilizando las fuerzas obtenidas en el análisis efectuado con el dimensionamiento preliminar de los elementos estructurales.

Para la solución del problema de análisis y diseño de armaduras tridimensionales se puede pensar en pruebas del prototipo de cada diseño, que permitan detectar las deficiencias del diseño y corregirlas. El procedimiento además de ser lento, ya que una prueba puede durar varias semanas, debido al continuo reemplazo de los elementos estructurales que fallen, es ineficiente porque sólo permite detectar aquellas barras que se encuentran subdiseñadas, más no las que se encuentran sobrediseñadas, obte-

niéndose como resultado final una estructura muy pesada. Por lo tanto, tampoco en éste caso es factible obtener un diseño óptimo.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un programa de computadora, para el análisis y diseño de armaduras en el espacio, que desarrolle automáticamente las siguientes funciones:

- Análisis tridimensional de la armadura.
- Diseño de los elementos estructurales de la armadura bajo todas las condiciones de carga, utilizando la envolvente de esfuerzo obtenida en el análisis tridimensional.
- Obtener un diseño óptimo a través de una sucesión de análisis-diseño, que converja a la estructura de peso mínimo y por lo tanto a la más económica.

Un paquete de cómputo de esta naturaleza, permite explorar entre diferentes tipos de configuraciones de armaduras, con lo cuál es posible seleccionar la mejor geometría que satisfaga las condiciones de diseño.

En general, una armadura en el espacio es altamente hiperestática, ya que contiene un gran número de nudos y elementos estructurales. Por lo tanto, para que un programa de análisis y diseño de armaduras tridimensiona-

les sea práctico en su manejo (preparación de los datos) y a la vez eficiente en su utilización (mínimo tiempo de computadora), es necesario que tenga las siguientes características:

- Entrada de datos simple.
- Algoritmo de análisis eficiente.

Además, por razones prácticas:

- Que el diseño lo haga seleccionando los perfiles de entre los disponibles en el mercado.
- Que en el diseño se tenga la opción de agrupar varios elementos estructurales en un mismo diseño, es decir, que se use un mismo perfil para todos los elementos que forman el grupo.

Respecto a lo anterior, es conveniente hacer las siguientes observaciones:

Que si no se programa un algoritmo de análisis eficiente, el proceso iterativo análisis-diseño, para obtener el diseño óptimo de una armadura tridimensional, puede consumir una gran cantidad de tiempo de computadora llegando a extremos intolerables.

Que si el diseño, como es usual, se hiciera en forma ma-

nual consumiría muchas horas-hombre y la probabilidad de cometer errores aumentaría. Además de que debido a las simplificaciones que se hacen para reducir el cálculo manual es común, siendo tantos los elementos estructurales, encontrar elementos sobrediseñados.

Que es práctica general el agrupar demasiados elementos estructurales con el propósito de que se use un sólo perfil, manteniéndose así el mínimo número de perfiles que se utilizarán en una armadura. Si esto se contempla superficialmente, pudiera parecer deseable. Sin embargo, es necesario recordar que cuando se agrupan todos los elementos estructurales, se están realmente diseñando todos ellos para el estado crítico de solamente uno del grupo. Esto quiere decir, que de todos los elementos de un grupo solamente uno está diseñado en forma óptima y los demás están sobrediseñados.

Para comprobar el buen funcionamiento del programa de computadora, se analiza y diseña en forma óptima una torre de transmisión de energía eléctrica, construída por la Comisión Federal de Electricidad, para la línea León II-Aguascalientes. Este tipo de armadura es un ejemplo práctico de una armadura tridimensional.

2. METODO DE ANALISIS

Entre los logros de mayor alcance en la ingeniería estructural, durante las últimas tres décadas, esta la capacidad de analizar casi todo tipo de estructuras en forma analítica, con un elevado grado de precisión y a un costo razonable. La aparición de la computadora digital ha hecho posible éste logro. Para aprovechar esta valiosa herramienta se crearon de inmediato métodos de análisis adecuados para el cálculo en ella. El más usado de ellos es el METODO DIRECTO DE LAS RIGIDECES, que aparece en la década de los 50.

En la referencia 1 se describe en detalle el METODO DIRECTO DE LAS RIGIDECES y se ilustra con varios ejemplos que permiten seguir paso a paso la aplicación de éste método en el análisis de marcos y armaduras. A continuación se destacan los aspectos fundamentales de este método, que es el que se ha programado para el análisis de las armaduras tridimensionales.

La matriz de rigidez de un elemento viga en tres dimensiones y para un sistema local de ejes se muestra en la figura 1. Esta matriz, como veremos más adelante, es el elemento básico en la solución del problema de análisis de armaduras en tres dimensiones.

Haciendo una rotación adecuada de la matriz de rigidez anterior para referirla a un sistema global de ejes, es posible ensamblar cada una de las matrices de rigidez de cada elemento de la estructura para obtener la matriz {K}, MATRIZ DE RIGIDEZ GLOBAL DE LA ESTRUCTURA.

El equilibrio de la estructura queda expresado, en forma matricial como:

$$\{K\}\{D\} = \{Q\} \quad (1)$$

Donde:

- {K} Matriz de rigidez global de la estructura
- {Q} Matriz de cargas. Contiene en cada columna, cada uno de los vectores de carga $\{q_j\}$ correspondientes a cada caso de carga bajo el cuál se desea analizar la armadura tridimensional, ó sea:

$$\{Q\} = \{q_1 \dots q_1 \dots q_L\} \quad (2)$$

donde L es el número de casos de carga

- {D} Matriz de desplazamientos nodales, incógnitas del problema, que determinan la configuración deformada de la armadura tridimensional para

cada uno de los casos de carga, es decir, cada columna de la matriz {D} corresponde a una columna de la matriz {Q}.

La solución del sistema de ecuaciones (1), es la matriz {D}, matriz de desplazamientos de los nudos de la estructura, bajo la acción de las cargas que están representadas por la matriz {Q}.

A partir de cada una de las columnas de la matriz {D}, vectores de desplazamientos $\{d_i\}$, es posible calcular la fuerza interna $\{q_i\}$, correspondiente a un caso de carga dado, que actúa en el elemento barra i de la armadura tridimensional. Para ello se postmultiplica la matriz de rigidez local del elemento $\{k_i\}$, por el resultado que se obtiene de premultiplicar los desplazamientos nodales $\{d_i\}$, correspondientes a los extremos del elemento estructural i , por su respectiva matriz de transformación $\{r_i\}$, del sistema local a global, ó sea:

$$\{q_i\} = \{k_i\} \{r_i\} \{d_i\} \quad (3)$$

Donde $\{q_i\}$ contiene la fuerza axial (elementos mecánicos), asociada a los desplazamientos nodales $\{d_i\}$ del elemento i .

Esta fuerza esta referida al sistema local de ejes del elemento.

El procedimiento de análisis brevemente descrito aquí,

permite entonces conocer el estado de esfuerzos (fuerzas internas), en cada uno de los elementos de la armadura tridimensional a partir de las características mecánicas y geométricas de sus miembros y de las cargas que actúan en cada caso de carga dado.

Conocidas las fuerzas internas se pueden diseñar los elementos estructurales de la armadura de acuerdo con las especificaciones contenidas en los manuales de diseño.

Sin embargo, dado que es común la presencia de "nudos planos", en la mayoría de las configuraciones utilizadas en armaduras tridimensionales es necesario introducir, en el análisis de armaduras por el método de las rigideces (también conocido como el método de los desplazamientos), las rigideces a flexión, ya que de otro modo se generarían singularidades en la matriz de rigidez global (por ésta razón en la figura 1 se presenta la matriz de rigidez local de un elemento viga). Físicamente un nudo plano se explica como la potencialidad de movimiento de un punto nodal (nudo plano), en la dirección normal al plano que contiene a dicho nudo, este tipo de nudos se presentan comúnmente en los contraventeos de las armaduras tridimensionales y también en los planos horizontales a cada nivel, un ejemplo de esto son las torres de alta tensión como la que se analiza y diseña en el presente trabajo. En la figura 2 se presenta en forma esquemática la configuración de una ar-

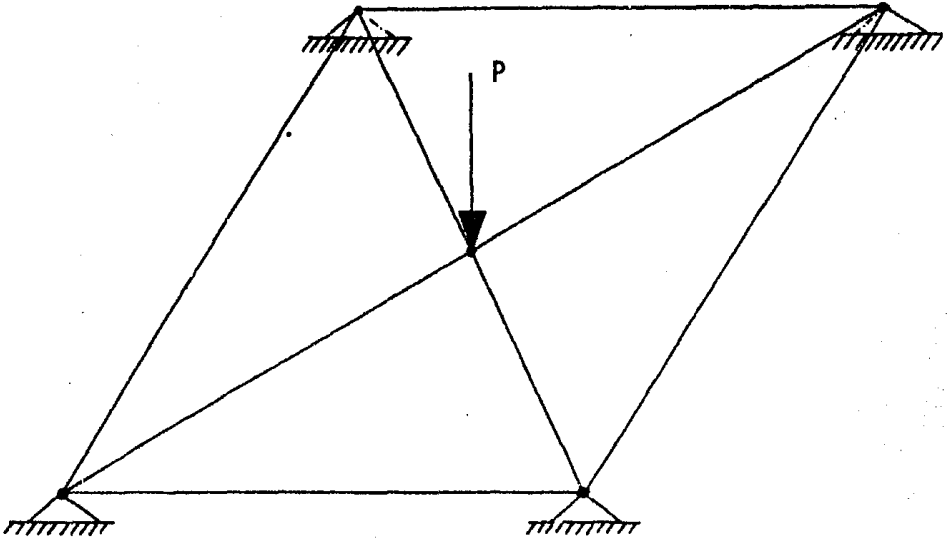


FIGURA 2 Configuración inestable que define un nudo plano. La carga P es perpendicular al plano formado por las cuatro barras que concurren al punto de aplicación de la carga.

madura que tendría rigidez nula si solamente se tomáran las rigideces axiales de los miembros.

Otra forma de resolver el problema es restringir los giros en los nudos de la armadura, que aún cuando sean pequeños permiten eliminar las singularidades en la matriz de rigidez.

Al introducir las rigideces rotacionales (restricción de los giros en los nudos), el número de grados de libertad se incrementa en 3 por punto nodal, ya que se aumentan 3 giros en adición a los 3 desplazamientos, ya considerados por punto nodal. La matriz de rigidez sería la mostrada en la figura 1, que es de 12 x 12 ya que al tener un elemento 2 puntos nodales, esto representa 12 grados de libertad en total para el elemento. El aumento en el número de grados de libertad implica el aumento del número de ecuaciones, así como del ancho de banda de la matriz de rigidez.

Sin embargo, se puede observar que esto tiene 2 desventajas. Primero requeriríamos mayor capacidad de memoria en la máquina y segundo aumentaríamos el tiempo de máquina requerido para la solución del problema de análisis.

La parte más significativa en cuando al tiempo de máquina usado en la ejecución de un programa de análisis estructural es la solución del sistema dado por la ecuación 1, ya mencionada. El tiempo de máquina es, desde luego, proporcional al número de operaciones. Para sistemas grandes:

$$\text{TIEMPO DE MAQUINA} = NM^2/2 \quad (4)$$

Donde:

N = Número de ecuaciones.

M = Ancho de semibanda de la matriz.

Si ambas cantidades se duplican, entonces el número de operaciones y en consecuencia el tiempo de máquina aumentan 8 veces. Esto puede convertir el problema de análisis en algo poco práctico, aún para computadoras grandes, ya que si se necesitan 10 minutos para resolver el problema de análisis sin considerar giros, se necesitarían 1 hora 20 minutos para el mismo problema considerando los giros. Más aún, si se toma en cuenta que con el propósito de optimizar la armadura es necesario un proceso repetitivo de reanálisis y rediseño, se hace evidente que el considerar los giros se hace totalmente prohibitivo.

El problema puede solucionarse en forma simple si se introducen rigideces a la flexión muy pequeñas, en las barras de la estructura. Esto tiene como consecuencia que su efecto sobre el comportamiento estructural es, para fines prácticos, nulo. De aquí que es posible introducir estas rigideces y simultáneamente permitir los giros en los puntos nodales.

Esto tendría como efecto mantener la contribución de las rigideces a flexión bajo desplazamientos sin aumentar el número de grados de libertad, haciendo que las configuraciones como la mostrada en la figura 2 ya no sean inestables.

Aún cuando deberían utilizarse rigideces a la flexión reales de los elementos estructurales (barras), esto no es necesario, ya que su contribución es muy pequeña y se utiliza como un artificio para evitar las singularidades de la matriz de rigidez. Es posible y más práctico asignar simplemente valores pequeños y todos iguales, a éstas rigideces, eliminando así el lento proceso de calcular los momentos de inercia con respecto a los ejes principales para cada elemento estructural, y además, si se toma en cuenta que las fórmulas de diseño utilizadas son únicamente para fuerzas axiales, sin considerar los posibles momentos secundarios, se hace evidente la justificación del artificio.

El procedimiento aquí descrito es el que se utiliza en la parte de análisis del programa de computadora, en lenguaje FORTRAN, que se presenta en el APENDICE A.

3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Realizado el análisis y con los resultados obtenidos en forma de fuerzas internas, se procede al diseño de la armadura. El comportamiento estructural de una armadura espacial es bajo esfuerzos de tensión y compresión. La fórmula de diseño para tensión no presenta mayor problema y es similar en todos los manuales existentes. Sin embargo, para el diseño a compresión las fórmulas varían considerablemente, dependiendo de la aplicabilidad de los diferentes manuales.

Las fórmulas de diseño adoptadas en éste paquete son las del manual de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad (referencia 2). Estas fórmulas se encuentran en el programa de computadora en forma simple y compacta de tal manera que permita su sustitución, si se considera necesario, por las de otro manual.

Para la utilización de las fórmulas de diseño a compresión es necesario definir la longitud efectiva de pandeo de cada elemento estructural. Nuevamente, esto es motivo también de mucha discrepancia entre los manuales de diversos países e instituciones, ya que esta longitud depende de las condiciones de frontera de cada elemento estructural y estas no pueden ser definidas en forma absoluta más que para configuraciones muy simples.

Debido a ésto, en el paquete de cómputo se dan como dato los factores de longitud efectiva de pandeo de acuerdo con el criterio que se desee adoptar.

Para el diseño óptimo de los perfiles de los elementos de las armaduras, se seleccionó un METODO INDIRECTO DE OPTIMACION, el cuál corresponde a la TEORIA DE RELACION DE ESFUERZOS. Los métodos indirectos de optimación consisten en un proceso iterativo análisis-diseño para la estructura sujeta a todas las condiciones de carga.

El método consiste en esforzar al máximo todos los elementos que componen la estructura. Su aplicación es directa si existe una sola variable de diseño para cada elemento (en éste caso, área de cada elemento).

En el proceso de diseño de elementos armadura, éste es un proceso iterativo en donde los resultados obtenidos en el primer ciclo (consistiendo cada ciclo de un análisis y un diseño de la estructura), sirven de base ó punto de partida para la siguiente, hasta llegar a una convergencia, si ésta existe.

Exponiendo lo anterior en forma matemática, en un elemento armadura "i" sujeto a una carga de tensión. El área (A_i^n) de éste elemento para la n-ésima iteración será:

$$A_i^n = \overline{S}_i^n / f_s \quad (5)$$

Donde:

A_i^n Area del elemento "i" en la n-ésima iteración (n-ésimo diseño).

f_s Esfuerzo permisible a tensión.

\overline{S}_i^n Envolverte de la carga axial en el elemento "i" para todas las condiciones de carga actuantes en la estructura.

Si éste elemento se diseña por compresión, es necesario incluir el efecto por pandeo en la pieza, con lo que se tendría:

$$A_i^n = \overline{S}_i^n / f_{si}^n \quad (6)$$

Donde:

f_{si}^n Esfuerzo permisible a compresión. Va-

ría en cada iteración ya que depende del radio de giro (r_i) de la sección, que a su vez depende del área (A_i) y del momento de inercia (I_i) del elemento.

Debido a que se analizan varios casos de carga, el resultado del análisis es un conjunto de fuerzas axiales para cada elemento estructural, donde cada una de ellas corresponde a cada caso de carga. Para proceder entonces al diseño de cada elemento, es necesario obtener la envolvente de las fuerzas internas, ó sea, la fuerza máxima de tensión y la fuerza máxima de compresión a que esta sometido cada miembro.

Una vez obtenidas las máximas tensiones y compresiones, se diseña el elemento utilizando aquel perfil que en forma óptima resista estas cargas, entendiendo por óptimo al perfil disponible en el mercado que tenga las características de resistencia adecuadas y el peso mínimo. Esto se logra en el programa rastreando la tabla de perfiles ordenada de menor a mayor peso hasta encontrar aquel que tenga una resistencia igual o mayor a la requerida.

Sí se desea agrupar varios elementos estructurales, y ésta es una opción que el paquete de computadora contempla, es

necesario encontrar el perfil de diseño máximo entre todos los perfiles de diseño de cada uno de los elementos del grupo y ése será el perfil de diseño de todo el grupo.

La tabla de perfiles que se utiliza en la subrutina que hace el diseño de la armadura (SUBRUTINA DISAP), forma parte de los datos con que se alimenta el programa de computadora y por lo tanto debe ser formulada por el usuario del paquete.

4. PROGRAMA DE COMPUTADORA EN LENGUAJE FORTRAN

El programa de computadora para obtener la armadura tri-dimensional óptima ésta dividido en 4 partes, pero integradas en un sólo programa, para facilidad de manejo. Esto evita el uso de archivos internos permanentes y minimiza el manejo externo del paquete.

La lógica general del paquete se muestra en el diagrama de flujo de la figura 1, donde las 4 partes fundamentales del programa están formadas por los siguientes subprogramas:

- Preprocesador
- Análisis
- Diseño
- Comparación del peso óptimo

El proceso de análisis y diseño es interrumpido cuando la diferencia del peso de la nueva geometría menos el peso de la geometría anterior es menor o cuando mucho igual a un porcentaje del peso de la nueva geometría. Se ha programado un porcentaje igual al 10% pero la experiencia obtenida en el uso del programa, en los análisis que se describirán en el capítulo V, demuestran que la tolerancia puede reducirse aún más, ya que la convergencia se logra rápidamente.

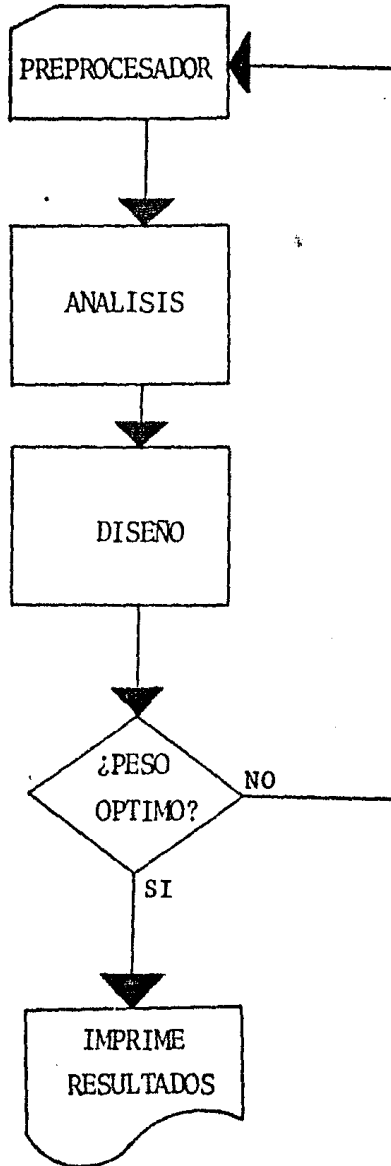
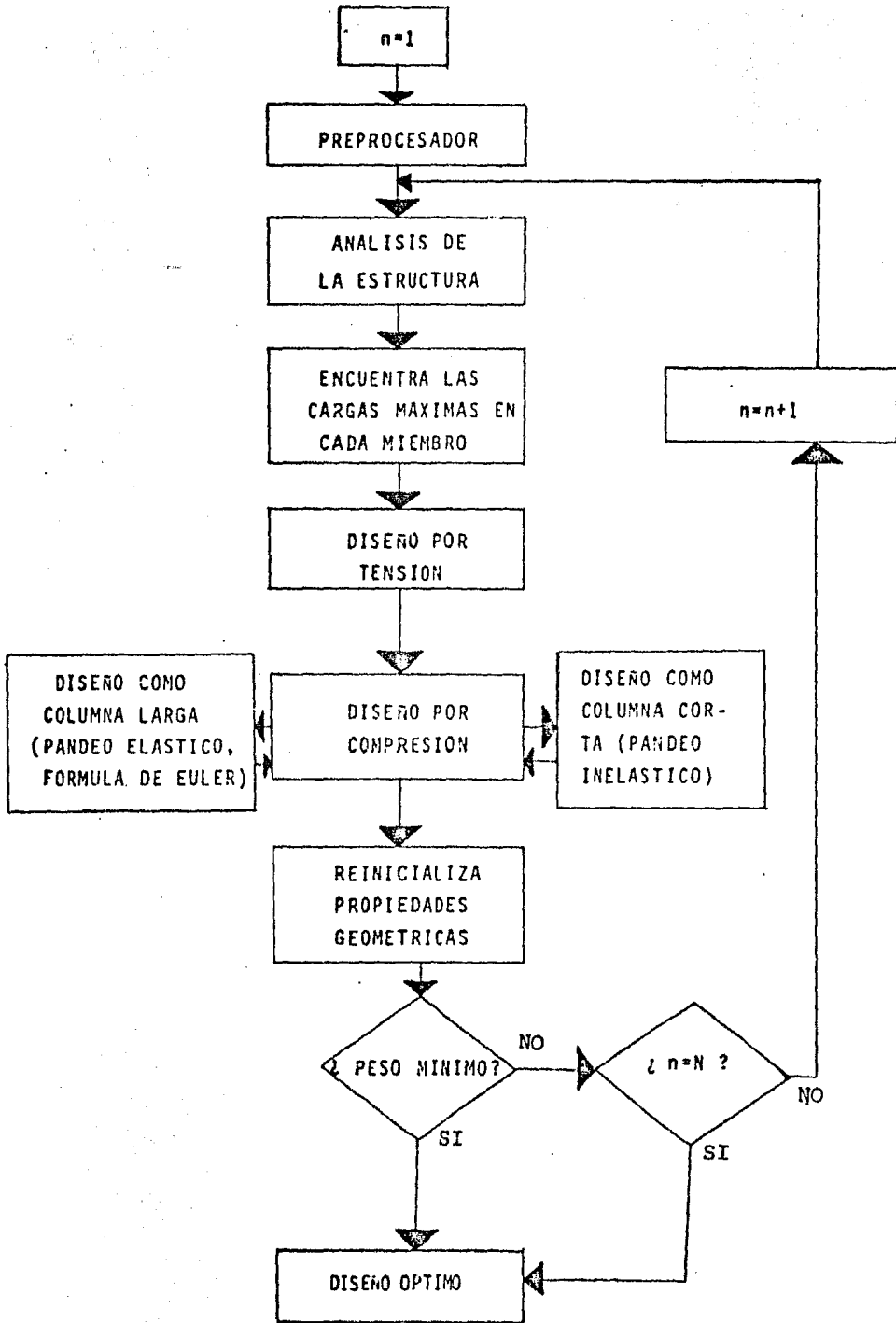


FIGURA 1 Partes fundamentales del paquete de cómputo.

En la figura 2 se presenta un diagrama de bloques más detallado, del paquete de cómputo. El preprocesador acepta los datos del usuario según el manual incluido en el APENDICE B. Además, genera el dimensionamiento preliminar de la armadura evitando al usuario el tener que hacerlo.

El programa de análisis es una adaptación hecha al SAP-IV para análisis general de estructuras (referencia 3). Las adaptaciones consistieron en la eliminación de todas aquellas partes del programa cuyo uso no era necesario, simplificaciones en el manejo de arreglos, introducción de identificadores, para nodos y elementos, no necesariamente ordenados en forma secuencial y una modificación substancial en el programa principal que consistió en la incorporación del proceso iterativo de análisis y diseño. El cuerpo del programa contiene las subrutinas necesarias para la obtención de las reacciones en los apoyos de la armadura, aún cuando ésta opción no esta implementada. La idea de estas subrutinas es poder acoplar un programa de diseño de cimentaciones y así introducir el costo de la cimentación en el proceso de optimación de la armadura espacial.

En la subrutina de diseño, como se mencionó anteriormente, se programaron las fórmulas del manual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad (referencia 2) y los perfiles listados en la tabla 1, para hacer el



N = Número máximo de iteraciones

FIGURA 2 Diagrama de bloques detallado del paquete de cómputo.

PERFIL	AREA (cm ²)	RADIO DE GIRO MINIMO (cm)	PESO (kg/m ¹)
A19X48	1.59	0.38	1.25
A22X48	1.90	0.46	1.49
A25X48	2.21	0.48	1.73
A25X63	2.80	0.48	2.22
A32X48	2.81	0.61	2.20
A38X48	3.43	0.74	2.68
A32X63	3.72	0.61	2.86
A04X05	4.03	0.89	3.15
A38X63	4.40	0.74	3.48
A05X05	4.61	1.02	3.63
A04X06	5.20	0.86	4.12
A38X79	5.40	0.74	4.26
A06X05	5.81	1.24	4.61
A05X06	6.06	0.99	4.75
A38X95	6.34	0.74	4.99
A04X08	6.39	0.86	5.04
A05X08	7.42	0.99	5.83
A06X06	7.68	1.24	6.10
A05X10	8.77	0.99	6.99
A08X06	9.29	1.59	7.29
A06X08	9.48	1.22	7.44
A06X10	11.16	1.22	8.78
A08X08	11.48	1.50	9.08
A10X06	12.52	2.01	9.82
A08X10	13.61	1.47	10.72
A10X08	15.48	2.01	12.20
A08X11	15.68	1.47	12.35
A08X13	17.74	1.47	13.99
A10X10	18.45	2.01	14.58
A10X11	21.35	1.98	16.82
A08X16	21.68	1.45	17.11
A13X10	23.29	2.51	18.30
A10X13	24.19	1.98	19.05
A13X11	26.97	2.49	21.28
A15X10	28.13	3.02	22.17
A10X16	29.74	1.95	23.36
A13X13	30.65	2.49	24.11
A15X11	32.65	3.02	25.60
A10X19	35.10	1.95	27.53
A15X13	37.10	3.00	29.17
A14X16	37.81	2.46	29.76
A15X14	41.48	3.00	32.59
A13X19	44.77	2.46	35.12
A15X16	45.87	3.00	36.01
A15X19	54.45	2.97	42.71
A15X22	62.77	2.97	49.26
A15X25	70.97	2.95	55.66
P18X22	78.94	3.50	61.98
P18X25	90.32	3.50	70.84
P18X29	101.70	3.50	79.68
P18X32	112.73	3.50	88.55
P18X38	135.48	3.50	106.26
P18X41	146.86	3.50	115.10
P18X45	158.24	3.50	123.97

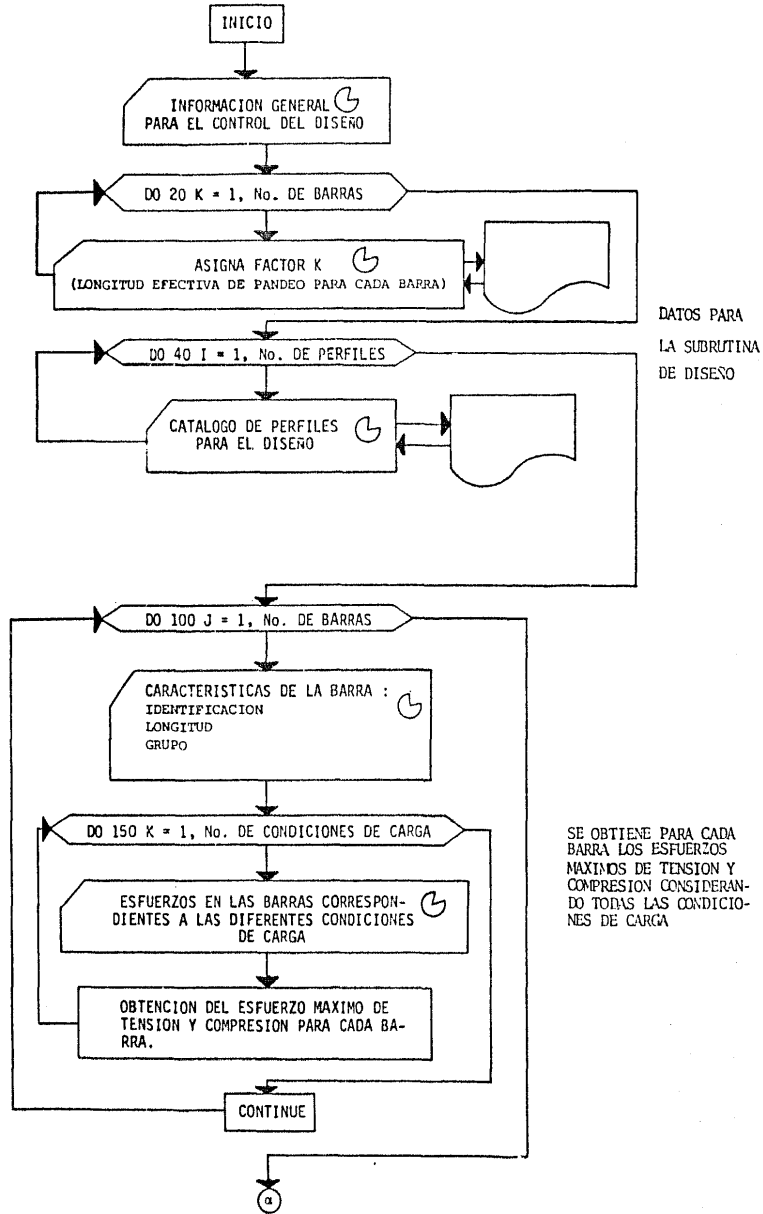
TABLA 1 Perfiles utilizados en el ejemplo

diseño, son proporcionados como datos del paquete de cómputo, obteniéndose como resultado final el diseño de cada elemento estructural y el peso de la armadura espacial. En la figura 3 se presenta un diagrama de bloques de ésta subrutina de diseño (SUBROUTINA DISAP).

Para el análisis se emplea el METODO DIRECTO DE LAS RIGIDECES, esto es en general por ser un método rápido y además por tener una mayor aplicabilidad que cualquier otro.

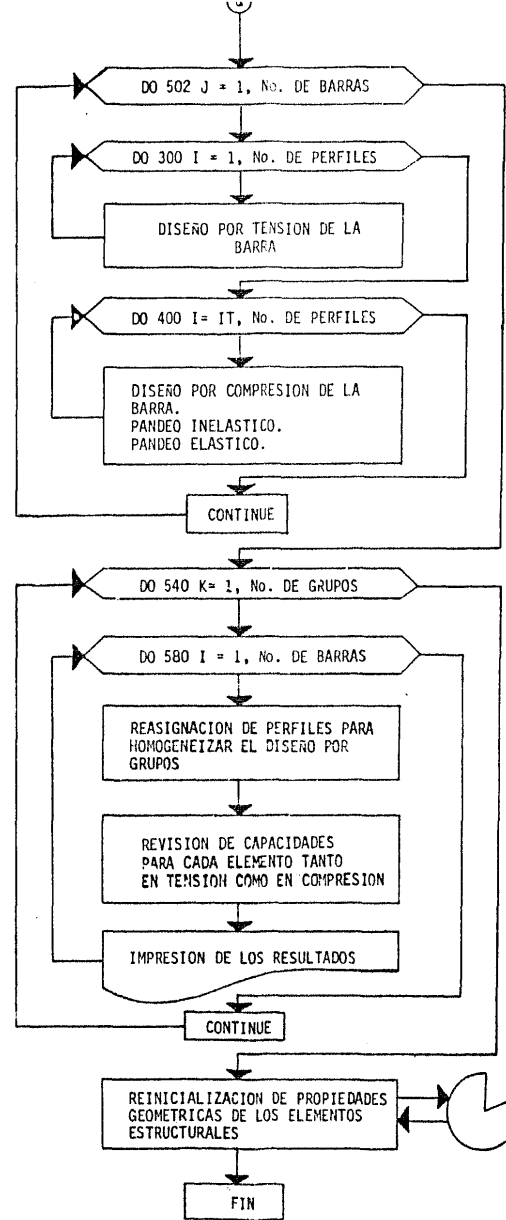
En el diagrama de flujo de la figura 4 se puede notar que el programa principal es el que controla el flujo general de la información. En éste se establece la capacidad de memoria y el número de iteraciones máximas para la obtención de la estructura óptima. Otra de las subrutinas importantes es PREPRO, que es donde se leen los datos de entrada, además es la que se encarga de completar y organizar los datos requeridos y guardar éstos en un archivo.

Después de haber sido leídos los datos, el programa principal se encarga de llamar a las subrutinas pertinentes para continuar con los cálculos para obtener el diseño óptimo. El diseño inicial se define en la subrutina INICIA, donde se asigna una misma área para todos los miembros, área que se va variando de acuerdo con los perfiles que resulten del diseño. Esta variación de diseños se realiza en la subrutina DISAP y con los resultados de ésta se transfiere el control a la subrutina PREPRO. El peso total ob-



DATOS PARA LA SUBROUTINA DE DISEÑO

SE OBTIENE PARA CADA BARRA LOS ESFUERZOS MAXIMOS DE TENSION Y COMPRESION CONSIDERANDO TODAS LAS CONDICIONES DE CARGA



APLICACION DE LAS FORMULAS DE DISEÑO POR TENSION Y COMPRESION PARA CADA BARRA.

AGRUPAMIENTO, REVISION DE CAPACIDADES E IMPRESION DE RESULTADOS.

FIGURA 3 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA SUBROUTINA DE DISEÑO (SUBROUTINA DISAP),

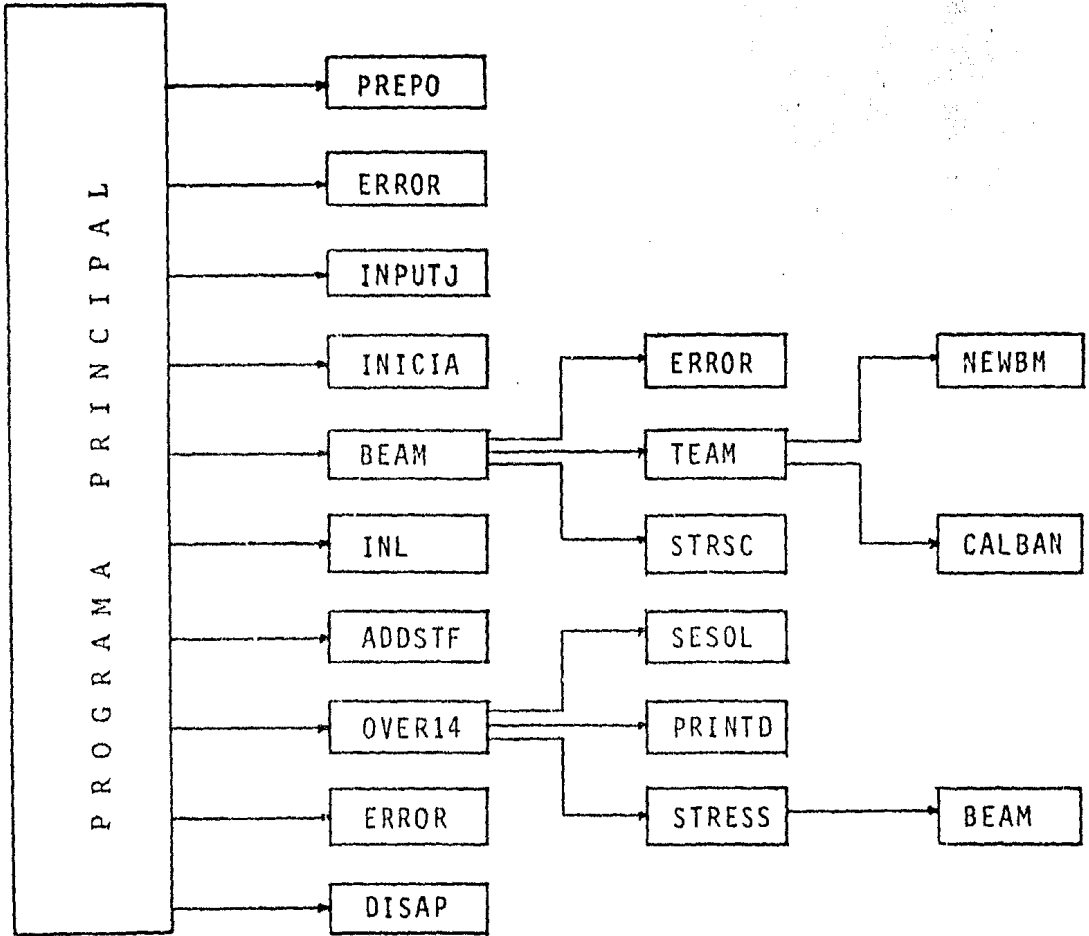


FIGURA 4 DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL PROGRAMA

tenido se compara con el que resulta de la iteración anterior, si el cociente de la diferencia del peso nuevo menos el peso anterior entre el peso nuevo resulta mayor que un valor preestablecido, y además no se ha excedido el número máximo de iteraciones, se procederá a realizar otra iteración hasta lograr la convergencia. En el APENDICE D se hace un análisis más detallado de las funciones que realiza cada subrutina.

Todo el paquete esta programado en FORTRAN, poniendo especial cuidado en las incompatibilidades entre sistemas de cómputo. La versión actual ha sido completamente probada en la BURROUGHS-7800 de la UNAM y con un mínimo de modificaciones puede ser adaptada a otro sistema de cómputo. Se mantuvo en todo el programa, donde se considero práctico, el uso de memoria diámica para el manejo de arreglos. Esto reduce el manejo de memoria en la máquina haciendo que el dimensionamiento de los arreglos se adapte al tamaño de cada problema.

5. COMPARACION CON UN DISEÑO EXISTENTE DE LA CFE PARA UNA TORRE DE TRANSMISION (EJEMPLO).

Con el propósito de comprobar el funcionamiento del programa y utilizarlo en una aplicación práctica, se escogió una torre de transmisión tipo XY construída por la CFE como parte de la línea León II-Aguascalientes. Esta armadura espacial se muestra en la figura 1, donde se puede observar la localización de algunos puntos nodales y el sistema global de ejes de referencia. En las figuras 2 y 3 se encuentran definidos los planos que forman la armadura, con los puntos nodales utilizados.

Es necesario definir las coordenadas de los puntos nodales con referencia al sistema global de ejes. Estas coordenadas están tabuladas y se presentan en la tabla 1. El proceso de generación de éstos datos y las conectividades que se encuentran en la tabla 2, es manual. Esto implica que el proceso sea más lento, por lo tanto la programación de un preprocesador adecuado es muy necesaria.

Todos los datos contenidos en las tablas 1 y 2, se alimentan al programa de acuerdo con el manual de usuario del APENDICE B. El programa supone, automáticamente, un diseño

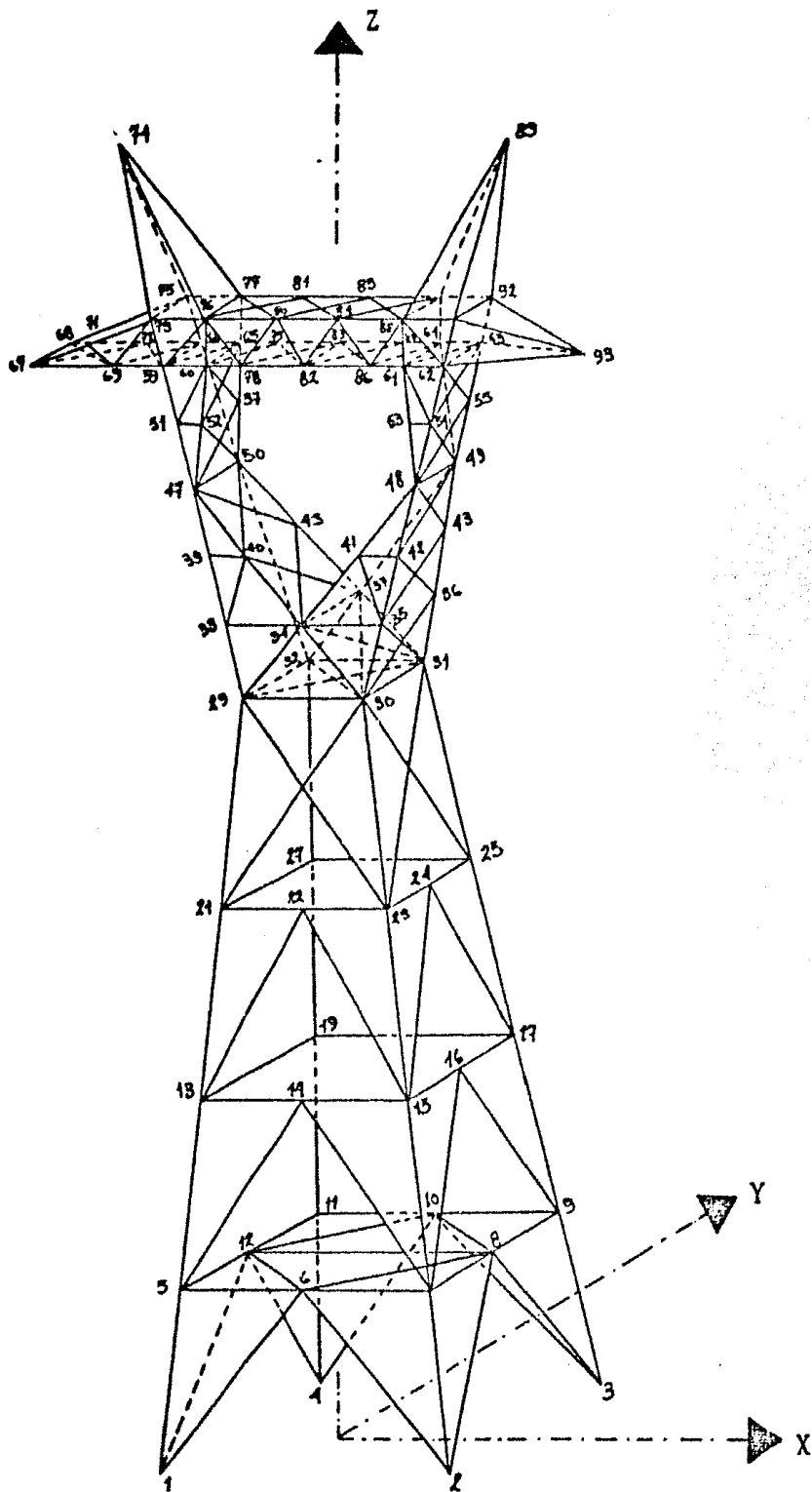


FIGURA 1 Torre XY de la línea León II-Aguascalientes construída por CFE.

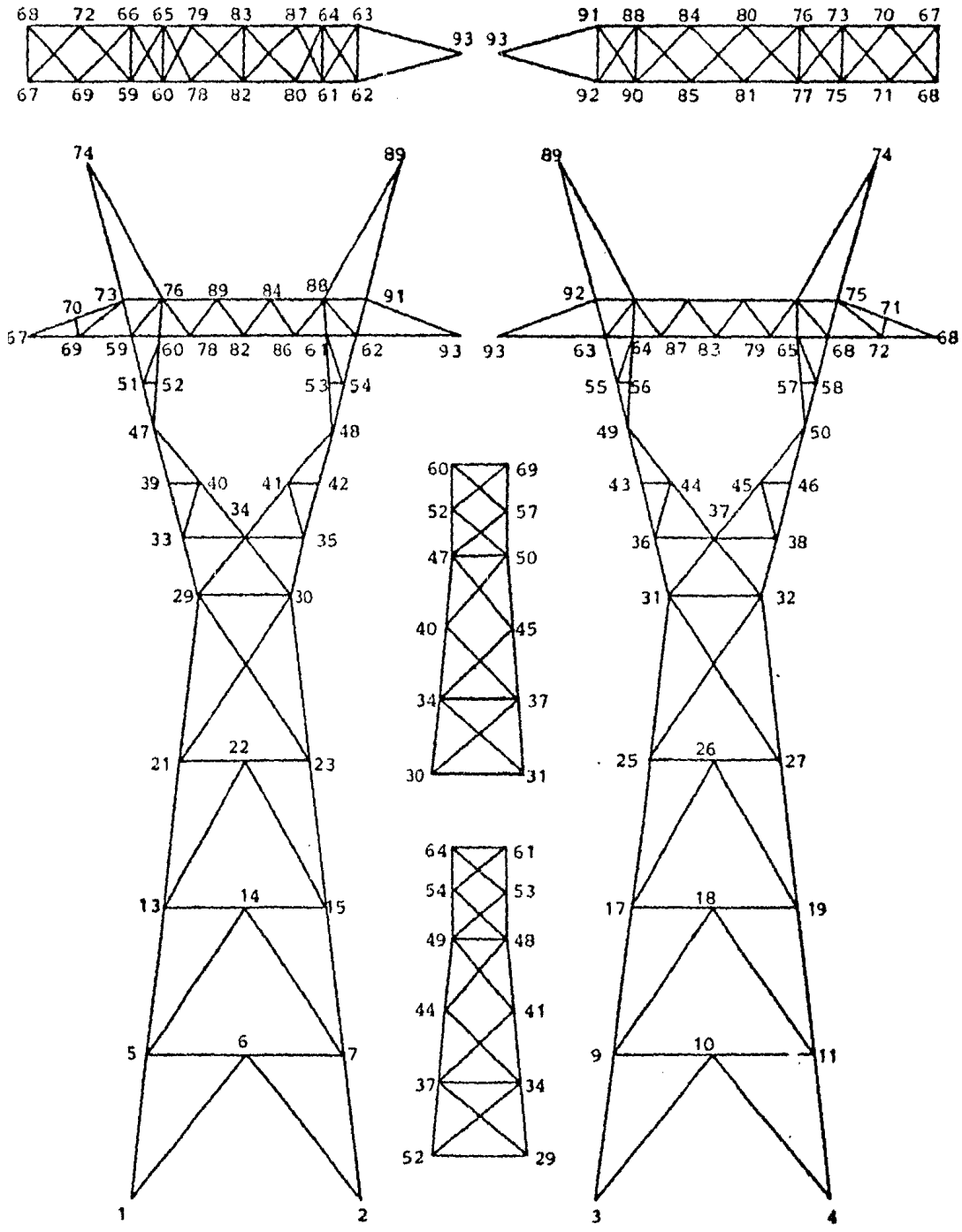


FIGURA 2 Planos principales de la torre tipo XY

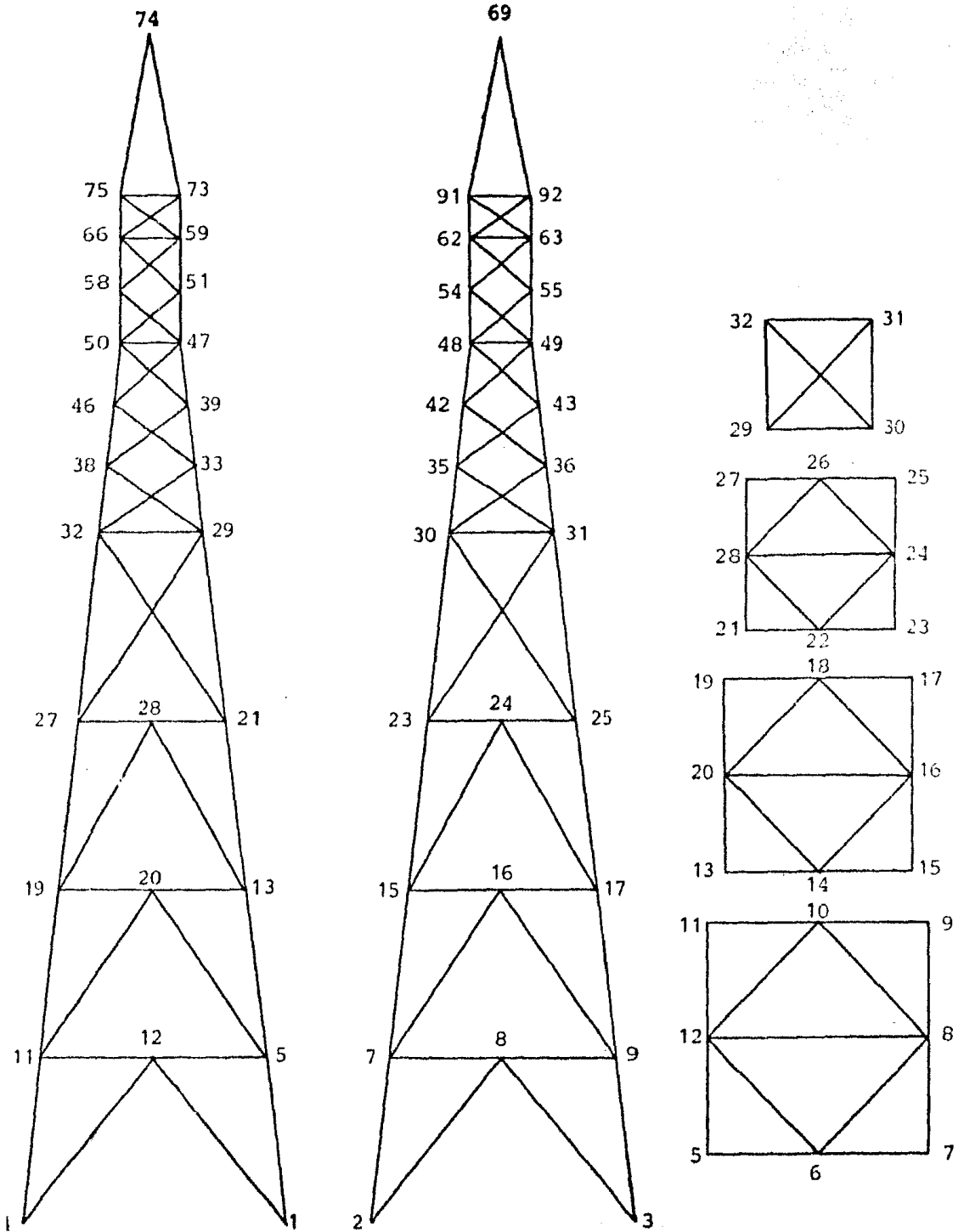


FIGURA 3 Planos laterales de la torre XY

N(*)	X	Y	Z	N	X	Y	Z	N	X	Y	Z	N	X	Y	Z
1	-3.250	-3.250	0.000	26	0.000	1.821	12.000	51	-2.767	-0.750	22.250	76	-2.250	-0.750	24.500
2	3.250	-3.250	0.000	27	-1.821	1.821	12.000	52	-2.348	-0.750	22.250	77	-2.250	0.750	24.500
3	3.250	3.250	0.000	28	-1.821	0.000	12.000	53	2.348	-0.750	22.250	78	-4.500	-0.750	23.500
4	-3.250	3.250	0.000	29	-1.285	-1.285	16.500	54	2.767	-0.750	22.250	79	-1.500	0.750	23.500
5	-2.774	-2.774	4.000	30	1.285	-1.285	16.500	55	2.767	0.750	22.250	80	-0.750	-0.750	24.500
6	0.000	-2.774	4.000	31	1.285	1.285	16.500	56	2.348	0.750	22.250	81	0.750	-0.750	24.500
7	2.774	-2.774	4.000	32	-1.285	1.280	16.500	57	-2.348	0.750	22.250	82	0.000	-0.750	23.500
8	2.774	0.000	4.000	33	-1.672	-1.106	18.000	58	-2.767	0.750	22.250	83	0.000	0.750	23.500
9	2.774	2.774	4.000	34	0.000	-1.106	18.000	59	-3.089	-0.750	23.500	84	0.750	-0.750	24.500
10	0.000	2.774	4.000	35	1.672	-1.106	18.000	60	-2.250	-0.750	23.500	85	0.750	0.750	24.500
11	-2.774	2.774	4.000	36	1.672	1.106	18.000	61	2.250	-0.750	23.500	86	1.500	-0.750	23.500
12	-2.774	0.000	4.000	37	0.000	1.106	18.000	62	3.089	-0.750	23.500	87	1.500	0.750	23.500
13	-2.300	-2.300	8.000	38	-1.672	1.106	18.000	63	3.089	0.750	23.500	88	2.250	-0.750	24.500
14	0.000	-2.300	8.000	39	-2.058	-0.928	19.500	64	2.250	0.750	23.500	89	4.300	0.000	28.200
15	2.300	-2.300	8.000	40	-1.223	-0.928	19.500	65	-2.250	0.750	23.500	90	2.250	0.750	24.500
16	2.300	0.000	8.000	41	1.223	-0.928	19.500	66	-3.089	0.750	23.500	91	3.347	-0.750	24.500
17	2.300	2.300	8.000	42	2.058	-0.928	19.500	67	-6.000	-0.750	23.500	92	3.347	0.750	24.500
18	0.000	2.300	8.000	43	2.058	0.928	19.500	68	-6.000	-0.750	23.500	93	6.000	0.000	23.500
19	-2.300	2.300	8.000	44	-1.223	0.928	19.500	69	-4.545	-0.750	23.500				
20	-2.300	0.000	8.000	45	-1.223	0.928	19.500	70	-4.674	-0.750	24.000				
21	-1.821	1.821	12.000	46	-2.058	0.928	19.500	71	-4.674	0.750	24.000				
22	0.000	-1.821	12.000	47	-2.445	-0.750	21.000	72	-4.545	0.750	23.500				
23	1.821	-1.821	12.000	48	2.445	-0.750	21.000	73	-3.347	-0.750	24.500				
24	1.821	0.000	12.000	49	2.445	0.750	21.000	74	-4.300	0.000	28.200				
25	1.821	1.821	12.000	50	-2.445	0.750	21.000	75	-3.347	0.750	24.500				

(*)

N = número de nudo

TABLA 1 Coordenadas de los puntos nodales (N)

(*)

No.	NUDOS	No.	NUDOS	No.	NUDOS	No.	NUDOS	No.	NUDOS	No.	NUDOS	No.	NUDOS	No.	NUDOS	No.	NUDOS
1	1 - 5	36	11 - 19	71	23 - 24	106	32 - 33	141	41 - 48	176	41 - 48	211	61 - 63	246	68 - 71	281	81 - 83
2	1 - 6	37	11 - 20	72	23 - 29	107	32 - 34	142	41 - 49	177	52 - 60	212	61 - 64	247	68 - 72	282	81 - 84
3	1 - 12	38	13 - 14	73	23 - 30	108	32 - 37	143	42 - 48	178	52 - 55	213	61 - 86	248	59 - 70	283	81 - 85
4	2 - 6	39	13 - 20	74	23 - 31	109	32 - 38	144	42 - 49	179	53 - 54	214	61 - 87	249	69 - 73	284	82 - 83
5	2 - 7	40	13 - 21	75	24 - 25	110	33 - 34	145	43 - 44	180	53 - 61	215	61 - 88	250	70 - 73	285	82 - 84
6	2 - 8	41	13 - 22	76	24 - 26	111	33 - 39	146	43 - 48	181	53 - 64	216	62 - 63	251	70 - 75	286	82 - 86
7	3 - 8	42	13 - 28	77	24 - 28	112	33 - 40	147	43 - 49	182	54 - 61	217	62 - 64	252	71 - 72	287	82 - 87
8	3 - 9	43	14 - 15	78	25 - 26	113	33 - 46	148	44 - 48	183	54 - 62	218	62 - 88	253	71 - 73	288	83 - 85
9	3 - 10	44	14 - 16	79	25 - 30	114	34 - 35	149	44 - 49	184	54 - 63	219	62 - 91	254	71 - 75	289	83 - 86
10	4 - 10	45	14 - 20	80	25 - 31	115	34 - 37	150	45 - 46	185	55 - 56	220	62 - 92	255	72 - 75	290	83 - 87
11	4 - 11	46	15 - 16	81	25 - 32	116	34 - 40	151	45 - 47	186	55 - 62	221	62 - 93	256	73 - 74	291	84 - 86
12	4 - 12	47	15 - 22	82	26 - 27	117	34 - 41	152	45 - 47	187	55 - 63	222	63 - 64	257	73 - 75	292	84 - 88
13	5 - 6	48	15 - 23	83	26 - 28	118	34 - 44	153	46 - 47	188	55 - 64	223	63 - 90	258	73 - 76	293	84 - 90
14	5 - 12	49	15 - 24	84	27 - 28	119	34 - 45	154	46 - 50	189	56 - 61	224	63 - 91	259	73 - 77	294	85 - 87
15	5 - 13	50	16 - 17	85	27 - 29	120	35 - 41	155	47 - 50	190	56 - 64	225	63 - 92	260	74 - 75	295	85 - 88
16	5 - 14	51	16 - 18	86	27 - 31	121	35 - 42	156	47 - 51	191	57 - 58	226	63 - 93	261	74 - 76	296	85 - 90
17	5 - 20	52	16 - 20	87	27 - 32	122	35 - 43	157	47 - 52	192	57 - 60	227	66 - 86	262	74 - 77	297	86 - 88
18	6 - 7	53	17 - 18	88	29 - 30	123	36 - 37	158	47 - 57	193	57 - 65	228	64 - 87	263	75 - 76	298	87 - 90
19	6 - 8	54	17 - 24	89	29 - 31	124	36 - 42	159	47 - 58	194	58 - 59	229	64 - 90	264	75 - 77	299	88 - 89
20	6 - 12	55	17 - 25	90	29 - 32	125	36 - 43	160	48 - 49	195	58 - 65	230	65 - 66	265	76 - 77	300	88 - 90
21	7 - 8	56	17 - 26	91	29 - 33	126	36 - 44	161	48 - 53	196	58 - 66	231	65 - 77	266	76 - 78	301	88 - 91
22	7 - 14	57	18 - 19	92	29 - 34	127	37 - 38	162	48 - 54	197	59 - 60	232	65 - 78	267	76 - 80	302	88 - 92
23	7 - 15	58	18 - 20	93	29 - 37	128	37 - 40	163	48 - 55	198	59 - 65	233	65 - 79	268	76 - 81	303	89 - 90
24	7 - 16	59	19 - 20	94	29 - 38	129	37 - 41	164	48 - 56	199	59 - 66	234	66 - 69	269	77 - 79	304	89 - 91
25	8 - 9	60	19 - 26	95	30 - 31	130	37 - 44	165	49 - 53	200	59 - 69	235	66 - 72	270	77 - 80	305	89 - 92
26	8 - 10	61	19 - 27	96	30 - 32	131	37 - 45	166	49 - 54	201	59 - 72	236	66 - 73	271	77 - 81	306	90 - 91
27	8 - 12	62	19 - 28	97	30 - 36	132	38 - 39	167	49 - 55	202	59 - 73	237	66 - 75	272	78 - 80	307	90 - 92
28	9 - 10	63	21 - 22	98	30 - 35	133	38 - 45	168	49 - 56	203	59 - 75	238	66 - 77	273	78 - 82	308	91 - 92
29	9 - 16	64	21 - 28	99	30 - 36	134	38 - 46	169	50 - 51	204	59 - 76	239	67 - 68	274	78 - 83	309	91 - 93
30	9 - 17	65	21 - 29	100	30 - 37	135	39 - 40	170	50 - 52	205	60 - 65	240	67 - 69	275	79 - 81	310	92 - 93
31	9 - 18	66	21 - 30	101	31 - 32	136	39 - 47	171	50 - 57	206	60 - 66	241	67 - 70	276	79 - 82		
32	10 - 11	67	21 - 32	102	31 - 34	137	39 - 50	172	50 - 58	207	60 - 76	242	67 - 71	277	79 - 83		
33	10 - 12	68	22 - 23	103	31 - 35	138	40 - 47	173	51 - 52	208	60 - 78	243	67 - 72	278	80 - 82		
34	11 - 12	69	22 - 24	104	31 - 36	139	40 - 50	174	51 - 59	209	60 - 79	244	68 - 69	279	80 - 84		
35	11 - 18	70	22 - 28	105	31 - 37	140	41 - 42	175	51 - 60	210	61 - 62	245	68 - 70	280	80 - 85		

- 33 -

(*)

No. = número de elemento

TABLA 2 CONECTIVIDADES DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN LA ARMADURA ESPACIAL.

preliminar y analiza la armadura para encontrar las fuerzas internas. Posteriormente diseña con éstas fuerzas y procede a reanalizar con las secciones recién obtenidas, El proceso continúa hasta obtener un peso óptimo, según se describió en el capítulo anterior.

La convergencia a la solución a través del programa de computadora, es muy buena y para éste ejemplo se necesitaron solamente 2 iteraciones.

Los resultados del análisis y diseño de la armadura, obtenidos con el programa, se pueden consultar en el APENDICE C.

No fué posible hacer una comparación elemento a elemento, por no haberse encontrados disponibles los planos estructurales de la armadura espacial.

6. CONCLUSIONES

El análisis y diseño de armaduras espaciales, altamente hiperestáticas, es un proceso largo que justifica plenamente su automatización. Una vez programado el proceso iterativo análisis-diseño, el diseñador puede dedicarse a buscar la mejor solución geométrica para llenar las necesidades específicas de un diseño tipo. El análisis y diseño manual es en cambio tan laborioso que el diseñador se conformaría con la utilización modificada de un diseño existente de referencia. Esto, obviamente, redundaría en una armadura más costosa e implica que la penalización, por usar métodos manuales, sea muy grande.

Un paquete de cómputo, como el que aquí se presenta, permite entonces ahorros sustanciales, en costo, al usuario mismo. Además le permite explorar nuevas configuraciones geométricas, lo cuál sin un programa de computadora sería poco práctico de hacer.

Una ventaja adicional de contar con un sistema automatizado, es que es posible construir un catálogo de diseños tipo para armaduras espaciales, en las diferentes condiciones que se necesiten. Al formar el catálogo el diseña-

REFERENCIAS

1. Richard M. White, Peter Gergely and Robert G. Sexsmith. Indeterminate structures. Structural engineering vol. 2. The direct stiffness method (chapter 15), pp 207-243. Editorial John Wiley and Sons, New York.
2. Manual de diseño de obras civiles. Comisión Federal de Electricidad (1969).
3. K. J. Bathe, E. L. Wilson and F. E. Peterson. "SAP IV - structural analysis program for static and dynamic response of linear systems", report EERC 73-11, college of engineering, University of California, Berkeley, June 1973. Revised April 1974.
4. L. C. Lo David, Morcos Andrew and K. Goel Surendra. "Use of computers in transmission tower design", Vol. 101, Num. ST-7, Jul-sept 1975. ASCE, Journal of structural division, pp 1443-1453.
5. W. Beaufait Fred, H. Rowan William Jr., G. Hadley Peter and Hackett Robert. "Computer methods of structural analysis". Prentice Hall incorporation, Englewood Cliffs, New Jersey (1970).
6. W. Beaufait Fred. "Basic concepts of structural analysis". Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice Hall inc. (1977).

APENDICE A LISTADO DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA
EN LENGUAJE FORTRAN


```

100 $RESET FREE 00000100
200 FILE 1 =A,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00000200
300 FILE 2 =B,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00000300
400 FILE 3 =C,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00000400
500 FILE 4 =D,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00000500
600 FILE 6 (KIND=PRINTER,MAXRECSIZE=22) 00000600
700 FILE 7 =G,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00000700
800 FILE 8 =H,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00000800
900 FILE 9 =I,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00000900
1000 FILE 10=J,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00001000
1100 FILE 11=K,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00001100
1200 FILE 12=L,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00001200
1300 FILE 13=M,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00001300
1400 FILE 15=TORRE/ESPANOLA,UNIT=DISK,AREA=100,RECORD=100,LINKWORD 00001400
1500 COMMON /JUNK/ XJUK(19) 00001500
1600 COMMON /ELPAR/ NPAR(4),NUMNP,MBAND,NELTYP,N1,N2, 00001600
1700 * N3,N4,N5,MTOT,NEG 00001700
1800 COMMON /EM/000(362),NITER 00001800
1900 COMMON/SOL/ NBLOCK,NEQB,LL,NCID,NCIF 00001900
2000 DIMENSION T(7),TITULO(14) 00002000
2100 REAL NORM 00002100
2200 C 00002200
2300 C LA CAPACIDAD DEL PROGRAMA ESTA CONTROLADA POR LAS 2 PROPOSICIONES 00002300
2400 C SIGUIENTES. 00002400
2500 C 00002500
2600 COMMON A(15000) 00002600
2700 50 MTOT=15001 00002700
2800 NMAXIT=2 00002800
2900 NITER=0 00002900
3000 WTOT=0. 00003000
3100 TOL=0.1 00003100
3200 TTT=0.0 00003200
3300 CALL PREPRO(TITULO,NPAR2) 00003300
3400 C 00003400
3500 100 NELTYP=1 00003500
3600 N1=1 00003600
3700 C 00003700
3800 C DATOS DE CONTROL DEL PROGRAMA. 00003800
3900 C 00003900
4000 CALL SECOND( T(1)) 00004000
4100 READ (13) NUMNP,LL 00004100
4200 IF(NITER.NE. 0)GO TO 150 00004200
4300 WRITE(6,199) (TITULO(IS),IS=1,14) 00004300
4400 WRITE(6,200) NPAR2,NUMNP,LL 00004400
4500 150 CONTINUE 00004500
4600 C 00004600
4700 C ENTRADA DE LOS DATOS DE LOS NUDOS DE LA ESTRUCTURA. 00004700
4800 C 00004800
4900 N2=N1+6*NUMNP 00004900
5000 N3=N2+NUMNP 00005000
5100 N4=N3+NUMNP 00005100
5200 N5=N4+NUMNP 00005200
5300 N6=N5+NUMNP 00005300
5400 IF(N6.GT.MTOT)CALL ERROR(N6-MTOT) 00005400
5500 C 00005500
5600 C CALL INPUTJ(A(N1),A(N2),A(N3),A(N4),A(N5),NUMNP,NEQ,NITER) 00005600
5700 C 00005700

```

39

5800	C	FORMACION DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ.	00005800
5900	C		00005900
6000		CALL SECOND(T(2))	00006000
6100	C		00006100
6200		MBAND=0	00006200
6300		NUMEL=0	00006300
6400		REWIND 1	00006400
6500		REWIND 2	00006500
6600	C		00006600
6700		DO 250 M=1,NELTYP	00006700
6800		READ(13) NPAR(2)	00006800
6900		NPAR(1)=M	00006900
7000		NPAR(3)=NPAR(2)	00007000
7100		NPAR(4)=1	00007100
7200		WRITE(1) NPAR	00007200
7300		NUMEL=NUMEL+NPAR(2)	00007300
7400		MTYPE=NPAR(1)	00007400
7500		IF(NITER .EQ. 0) CALL INICIA(MTYPE,NPAR(2),A(N5))	00007500
7600	C		00007600
7700		250 CALL BEAM(NCIF)	00007700
7800	C		00007800
7900	C	DETERMINACION DEL TAMANO DE UN BLOQUE.	00007900
8000	C		00008000
8100		NEQB=(MTOT - 4*LL)/(MBAND + LL)/2	00008100
8200		NEQB1=(MTOT - MBAND)/(2*(MBAND+LL) + 1)	00008200
8300		NEQB2=(MTOT - MBAND - LL*(MBAND-2))/(3*LL + MBAND + 1)	00008300
8400		IF (NEQB1.LT.NEQB) NEQB=NEQB1	00008400
8500		IF (NEQB2.LT.NEQB) NEQB=NEQB2	00008500
8600		NBLOCK = (NEQ-1)/NEQB + 1	00008600
8700		IF (NEQB.GT.NEQ) NEQB=NEQ	00008700
8800	C		00008800
8900	C		00008900
9000	C	ENTRADA DE LAS CARGAS APLICADAS EN LOS NUDOS DE LA ESTRUCTURA.	00009000
9100	C		00009100
9200		N3=N2+NEQB*LL	00009200
9300		N4=N3+6*LL	00009300
9400		IF(NITER .EQ. 0)WRITE(6,201)NEQ,MBAND,NEQB,NBLOCK	00009400
9500	C		00009500
9600		CALL SECOND(T(3))	00009600
9700	C		00009700
9800		CALL INL(A(N1),A(N2),A(N3),A(N4),NUMNP ,NEQB,LL,NITER)	00009800
9900	C		00009900
10000		CALL SECOND(T(4))	00010000
10100	C		00010100
10200	C	FORMACION DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA.	00010200
10300	C		00010300
10400		NE2B=2*NEQB	00010400
10500		N2=N1+NEQB*MBAND	00010500
10600		N3=N2+NEQB*LL	00010600
10700		N4=N3+4*LL	00010700
10800		NN2=N1+NE2B*MBAND	00010800
10900		NN3=NN2+NE2B*LL	00010900
11000	C		00011000
11100		CALL ADJUSTF (A(N1),A(NN2),A(NN3),NUMEL,NBLOCK,NE2B,LL,MBAND)	00011100
11200	C		00011200
11300		CALL SECOND(T(5))	00011300
11400	C		00011400
11500	C	ANALISIS.	00011500
11600	C		00011600
11700		CALL OVERIA	00011700

```

11800 CALL SECOND(T(6))
11900
12000 C DISEÑO.
12100 C
12200 N2=N1 + Δ*NP(2)
12300 N3=N2 + NP(2)
12400 N4=N3 + NP(2)
12500 N5=N4 + NP(2)
12600 N6=N5 + NP(2)
12700 N7=N6 + NP(2)
12800 N8=N7 + NP(2)
12900 N9=N8 + NP(2)
13000 N10=N9+ NP(2)
13100 IF(N10.GT. MTOT)CALL ERROR(N10-MTOT)
13200 CALL DISAP(A(N1),A(N2),A(N3),A(N4),A(N5),A(N6),A(N7),A(N8),A(N9),
13300 * WTOTN,NP(2),NITER)
13400 * CALL SECOND(T(7))
13500 C
13600 C CALCULO E IMPRESION DE LOS TIEMPOS EMPLEADOS EN LA SOLUCION DEL
13700 C PROBLEMA.
13800 C
13900 TT=0.0
14000 DO 300 I=1,6
14100 T(I) = T(I+1)-T(I)
14200 TT = TT + T(I)
14300 300 CONTINUE
14400 TTT=TTT + TT
14500 WRITE(6,203) (T(K),K=1,6),TT,TTT
14600 C
14700 C OPTIMIZACION
14800 C
14900 NORM=ABS(WTOT-WTOTN)/WTOTN
15000 IF(NORM.LT. TOL) CALL EXIT
15100 NITER=NITER+1
15200 IF(NITER.EQ. NMAXIT) CALL EXIT
15300 WTOT=WTOTN
15400 REWIND 13
15500 C
15600 GO TO 100
15700 199 FORMAT(1H1,30(//),25X,13A6,A2)
15800 200 FORMAT(1H1/////
15900 1 4X,39H INFORMACION GENERAL,/,4X,
16000 2 'NUMERO DE MIEMBROS =',I5 / 4X,
16100 3 'NUMERO DE PUNTOS NODALES =',I5 / 4X,
16200 4 'NUMERO DE CASOS DE CARGA =',I5)
16300 201 FORMAT(1H1,/////
16400 1 5X,'PARAMETROS DE LAS ECUACIONES',
16500 2 //5X,'NUMERO TOTAL DE ECUACIONES =',I5,
16600 3 /5X,'ANCHO DE SEMIBANDA =',I5,
16700 4 /5X,'NUMERO DE ECUACIONES EN UN BLOQUE =',I5,
16800 5 /5X,'NUMERO DE BLOQUES =',I5)
16900 203 FORMAT(1H1///
17000 * 5X,'TIEMPOS (SEGUNDOS) EMPLEADOS EN LA ',
17100 * 'SOLUCION DEL PROBLEMA',/,
17200 * 5X,'LECTURA DE LOS DATOS DE LOS PUNTOS NODALES =',F8.2/,
17300 * 5X,'FORMACION DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ =',F8.2/,
17400 * 5X,'LECTURA Y FORMACION DE LA MATRIZ DE CARGAS =',F8.2/,
17500 * 5X,'FORMACION DE MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA =',F8.2/,
17600 * 5X,'SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES (ANALISIS) =',F8.2/,
17700 * 5X,'DISEÑO =',F8.2/,

```

17800		* 5X, SUMA DE LOS TIEMPOS ANTERIORES(6)	=',F8.2/;	00017800
17900		* 5X, SUMA DE LOS TIEMPOS DE EJECUCION DE CADA ITERACION	=',F8.2/)	00017900
18000		END		00018000
18100		SUBROUTINE INPUTJ (ID,X,Y,Z,ICLF,NUMNP,NEQ,NITER)		00018100
18200	C			00018200
18300		DIMENSION X(1),Y(1),Z(1),ID(NUMNP,6),ICLF(NUMNP),IDT(6)		00018300
18400	C	LECTURA DE LOS DATOS QUE DEFINEN A LOS PUNTOS NODALES DE LA		00018400
18500	C	ESTRUCTURA.		00018500
18600	C			00018600
18700		IF(NITER.EQ.0)WRITE(6,2000)		00018700
18800		NL=0		00018800
18900		NCLF=0		00018900
19000	10	READ(13)N,IDT,XCLF,YCLF,ZCLF		00019000
19100		NCLF=NCLF+1		00019100
19200		ICLF(NCLF)=N		00019200
19300		N=NCLF		00019300
19400		DO 12 I=1,6		00019400
19500	12	ID(N,I)=IDT(I)		00019500
19600		X(N)=XCLF*100.		00019600
19700		Y(N)=YCLF*100.		00019700
19800		Z(N)=ZCLF*100.		00019800
19900		IF(NL.LE.49)GO TO 20		00019900
20000		WRITE(6,2000)		00020000
20100		NL=0		00020100
20200	20	IF(NITER.NE.0)GO TO 30		00020200
20300		TIPO=6H		00020300
20400		IF(ID(N,1).EQ.0)GO TO 25		00020400
20500		TIPO=6H AFOYO		00020500
20600	25	WRITE(6,2002) ICLF(N),X(N),Y(N),Z(N),TIPO		00020600
20700		NL=NL+1		00020700
20800	30	CONTINUE		00020800
20900		IF(N.NE.NUMNP)GO TO 10		00020900
21000	C			00021000
21100	C	DETERMINACION DEL NUMERO DE INCOGNITAS.		00021100
21200	C			00021200
21300		NEQ=0		00021300
21400		DO 60 N=1,NUMNP		00021400
21500		DO 60 I=1,6		00021500
21600		IF(ID(N,I)-1)57,58,58		00021600
21700	57	NEQ=NEQ+1		00021700
21800		ID(N,I)=NEQ		00021800
21900		GO TO 60		00021900
22000	58	ID(N,I)=0		00022000
22100	60	CONTINUE		00022100
22200		REWIND 8		00022200
22300		WRITE(5) ID		00022300
22400		REWIND 11		00022400
22500		WRITE(11)ICLF		00022500
22600	C			00022600
22700		RETURN		00022700
22800	C			00022800
22900	2000	FORMAT(1H1,/,/5X,'DATOS DE LOS PUNTOS NODALES',/,		00022900
23000		*5X, NULO COORDENADAS(CMS)',/,		00023000
23100		*5X, X Y Z',/)		00023100
23200	2002	FORMAT(5X,14,3F8.2,A6)		00023200
23300		END		00023300
23400		SUBROUTINE BEAM(NCIF)		00023400
23500	C			00023500
23600		COMMON/ELPAR/NPAR(4),NUMNP,MBAND,NELTYP,N1,N2,N3,N4,N5,MTOT,NEQ		00023600
23700		COMMON /JUNK/ LT,LH,L,SIG(12),N6,N7,N8,N9		00023700

23900	C	IF(NPAR(1).EQ.0) GO TO 500	00023900
24000		N6=N5+NPAR(4)	00024000
24100		N7=N6+NPAR(4)	00024100
24200		N8=N7+5*NPAR(3)	00024200
24300		N9=N8+NPAR(4)	00024300
24400		N10=N9+NUMNP	00024400
24500		IF(N10.GT.MTOT)CALL ERROR(N10-MTOT)	00024500
24600	C	CALL TEAM(NPAR(2),NPAR(3),NPAR(4),A(N1),A(N2),A(N3),	00024600
24700		*A(N4),A(N5),A(N6),A(N7),A(N8),A(N9),NUMNP,MBAND)	00024700
24800			00024800
24900	C	RETURN	00024900
25000	C	500 IF(NCIF.EQ.0)WRITE(6,2002)	00025000
25100		NL=0	00025100
25200		NUME=NPAR(2)	00025200
25300			00025300
25400	C	ESTE REWIND DEBERA SER ELIMINADO MAS ADELANTE	00025400
25500	C		00025500
25600	C		00025600
25700	C	REWIND 10	00025700
25800		DO 800 MM=1,NUME	00025800
25900		CALL STRSC (A(N2),NEQ,0)	00025900
26000		IF(NCIF.NE.0)GO TO 600	00026000
26100		WRITE(6,2001)	00026100
26200		NL=NL+2	00026200
26300		IF(NL.LE.50-(LH-LT+1))GO TO 600	00026300
26400		WRITE(6,2002)	00026400
26500		NL=0	00026500
26600	600	CONTINUE	00026600
26700		READ(11)IECLF,XLCLF,NIG	00026700
26800		DO 800 L=LT,LH	00026800
26900		CALL STRSC (A(N2),NEQ,1)	00026900
27000		IF(NCIF.EQ.0)WRITE(6,3002)IECLF,L,XLCLF,SIG(7)	00027000
27100		NL=NL+1	00027100
27200	C		00027200
27300	C	GUARDA LAS FUERZAS EN UN ARCHIVO EN DISCO.	00027300
27400	C		00027400
27500	C	WRITE(10)IECLF,XLCLF,SIG(7),NIG	00027500
27600		CONTINUE	00027600
27700	800	RETURN	00027700
27800			00027800
27900		2001 FORMAT(/)	00027900
28000		2002 FORMAT(1H1,///,	00028000
28100		1 5X, 'FUERZAS AXIALES EN LOS MIEMBROS',/,	00028100
28200		2 5X, 'MIEMBRO CONDICION LONGITUD FUERZA AXIAL (KG)',/,	00028200
28300		3 5X, 'NUMERO DE CARGA (CM) (POSITIVA ES TENSION)')	00028300
28400		3002 FORMAT(7X,15,6X,15,F10.2,6X,F15.0)	00028400
28500		END	00028500
28600		SUBROUTINE INL(ID,B,TR,ICLF,NUMNP,NEQB,LL,NITER)	00028600
28700			00028700
28800	C	ENTRADA DE LAS CARGAS APLICADAS EN LOS NUDOS DE LA ESTRUCTURA.	00028800
28900	C		00028900
29000	C	DIMENSION ID(NUMNP,6),B(NEQB,LL),TR(6,LL),ICLF(NUMNP)	00029000
29100		COMMON / JUNK / R(6)	00029100
29200			00029200
29300	C	REWIND 11	00029300
29400		READ(11) ICLF	00029400
29500		NT=3	00029500
29600		REWIND NT	00029600
29700			00029700

29800		KSHF=0		00029800
29900		DO 750 I=1,NEQB		00029900
30000		DO 750 K=1,LL		00030000
30100	C	750 B(I,K)=0.0		00030100
30200				00030200
30300		IF(NITER.EQ.0)WRITE(6,2000)		00030300
30400		NL=0		00030400
30500		DO 900 NN=1,NUMNP		00030500
30600	C			00030600
30700		DO 100 I=1,6		00030700
30800		DO 100 J=1,LL		00030800
30900		100 TR(I,J)=0.0		00030900
31000	C			00031000
31100		IF(NN.EQ.1)GO TO 300		00031100
31200		150 IF(N.NE.NN)GO TO 400		00031200
31300		DO 200 I=1,6		00031300
31400		TR(I,L)=R(I)		00031400
31500		200 CONTINUE		00031500
31600		300 READ(13)N,L,R(1),R(2),R(3)		00031600
31700		R(4)=0.		00031700
31800		R(5)=0.		00031800
31900		R(6)=0.		00031900
32000		IF(N.EQ.0)GO TO 150		00032000
32100		NCLF=N		00032100
32200		DO 320 KCL=1,NUMNP		00032200
32300		N=KCL		00032300
32400		IF(NCLF.EQ.ICLF(KCL))GO TO 330		00032400
32500		320 CONTINUE		00032500
32600		330 IF(NITER.NE.0)GO TO 150		00032600
32700		IF(L.NE.1)GO TO 340		00032700
32800		WRITE(6,2002)		00032800
32900		NL=NL+2		00032900
33000		IF(NL.LE.50-LL)GO TO 340		00033000
33100		WRITE(6,2000)		00033100
33200		NL=0		00033200
33300		340 WRITE(6,2001)NCLF,L,R(1),R(2),R(3)		00033300
33400		NL=NL+1		00033400
33500		GO TO 150		00033500
33600	C			00033600
33700		400 DO 800 J=1,6		00033700
33800		II=ID(NN,J)-KSHF		00033800
33900		IF(II)800,800,500		00033900
34000		500 DO 600 K=1,LL		00034000
34100		600 B(II,K)=TR(J,K)		00034100
34200		610 IF(II.NE.NEQB)GO TO 800		00034200
34300		WRITE(NT) B		00034300
34400		KSHF=KSHF+NEQB		00034400
34500		DO 700 I=1,NEQB		00034500
34600		DO 700 K=1,LL		00034600
34700		700 B(I,K)=0.0		00034700
34800		800 CONTINUE		00034800
34900		900 CONTINUE		00034900
35000	C			00035000
35100		WRITE(NT) B		00035100
35200	C			00035200
35300		RETURN		00035300
35400	2000	FORMAT(1H1,/,5X,'DATOS DE LAS CARGAS',/,		00035400
35500		* 5X,'NUDO NO. DE CONDICION		00035500
35600		* 5X,' DE CARGA		00035600
35700	2001	FORMAT(4X,15,13X,15,3F10.2)		00035700

47900		NN=NEQB*NBLOCK	00047900
48000	C		00048000
48100		REWIND NT	00048100
48200	C		00048200
48300		N=NUMNP	00048300
48400	C		00048400
48500		IF(NCID.EQ.0)WRITE(6,2000)	00048500
48600		NL=0	00048600
48700		DO 500 KK=1,NUMNP	00048700
48800	C		00048800
48900		I=6	00048900
49000		DO 250 II=1,6	00049000
49100		DO 100 L=1,LL	00049100
49200	100	D(I,L)=0.	00049200
49300		IF(M.GT.NN)GO TO 150	00049300
49400		IF(M.EQ.0)GO TO 150	00049400
49500		READ(NT) B	00049500
49600		NN=NN-NEQB	00049600
49700	150	IF(ID(N,I).LT.1) GO TO 250	00049700
49800		K=M-NN	00049800
49900		M=M-1	00049900
50000	C		00050000
50100		DO 200 L=1,LL	00050100
50200	200	D(I,L)=B(K,L)	00050200
50300	250	I=I-1	00050300
50400	C		00050400
50500		IF(NCID.NE.0)GO TO 500	00050500
50600		IF(NL.LE.50-LL)GO TO 300	00050600
50700		WRITE(6,2000)	00050700
50800		NL=0	00050800
50900	300	WRITE(6,2004) ICLF(N),(L,(D(I,L),I=1,3),L=1,LL)	00050900
51000		NL=NL+LL	00051000
51100	C		00051100
51200	500	N=N-1	00051200
51300	C		00051300
51400		RETURN	00051400
51500	C		00051500
51600	2000	FORMAT(1H1,///,	00051600
51700		1 5X,'NUDO',2X,'CONDICION',2X,'DESPLAZAMIENTOS (CMS)',/,	00051700
51800		2 11X,' DE CARGA',2X,'EJE', X Y Z',///)	00051800
51900	2004	FORMAT(4X,15,6X,15,12X,3(2X,E9.3),/,	00051900
52000		*(15X,15,12X,3(2X,E9.3)))	00052000
52100	C		00052100
52200		END	00052200
52300		SUBROUTINE STRESS(B,D,NEQB,LB,LL,NEQ,NBLOCK,NCIF)	00052300
52400	C		00052400
52500		DIMENSION D(NEQ,LB),B(NEQB,LL)	00052500
52600		COMMON /ELPAR/ NPAR(4),NUMNP,MBAND,NELTYP,N1,N2,N3,N4,N5,MT03	00052600
52700		COMMON /JUNK/ LT,LH	00052700
52800	C		00052800
52900		NT=(LL-1)/LB+1	00052900
53000		LH=0	00053000
53100	C		00053100
53200	C	GUARDA LAS FUERZAS EN UN ARCHIVO EN DISCO	00053200
53300	C		00053300
53400		WRITE(10)NELTYP,NT	00053400
53500	C		00053500
53600		DO 300 II=1,NT	00053600
53700	C		00053700

53800		LT=LH+1	00053800
53900		LLT=1-LT	00053900
54000		LH=LT+LB-1	00054000
54100		IF(LH.GT.LL) LH=LL	00054100
54200	C		00054200
54300	C	COLOCA LOS DESPLAZAMIENTOS EN LA MEMORIA CENTRAL PARA	00054300
54400	C	LB CONDICIONES DE CARGA.	00054400
54500	C		00054500
54600		REWIND 2	00054600
54700	C		00054700
54800	C	GUARDA LAS FUERZAS EN UN ARCHIVO EN DISCO.	00054800
54900	C		00054900
55000		WRITE(10)LT,LH	00055000
55100		NO=NEQB*NBLOCK	00055100
55200		DO 200 NN=1,NBLOCK	00055200
55300		READ(2) B	00055300
55400		N=NEQB	00055400
55500		IF(NN.EQ.1) N=NEQ-NQ+NEQB	00055500
55600		NQ=NQ-NEQB	00055600
55700		DO 200 J=1,N	00055700
55800		I=NQ+J	00055800
55900		DO 200 L=LT,LH	00055900
56000		K=L+LLT	00056000
56100	200	D(I,K)=B(J,L)	00056100
56200		LK=LH-LT+1	00056200
56300	C		00056300
56400	C	CALCULO DE LAS FUERZAS INTERNAS PARA TODOS LOS ELEMENTOS Y	00056400
56500	C	PARA LB CONDICIONES DE CARGA.	00056500
56600	C		00056600
56700		REWIND 1	00056700
56800		DO 300 M=1,NELTYP	00056800
56900		READ(1) NPAR	00056900
57000	C		00057000
57100	C	GUARDA LAS FUERZAS EN UN ARCHIVO EN DISCO.	00057100
57200	C		00057200
57300		WRITE(10) NPAR	00057300
57400		MTYPE=NPAR(1)	00057400
57500		NPAR(1)=0	00057500
57600		CALL BEAM(NCIF)	00057600
57700	300	CONTINUE	00057700
57800	C		00057800
57900		RETURN	00057900
58000		END	00058000
58100		SUBROUTINE CALBAN (MBAND,NDIF,LM,S,P,ND,NDM)	00058100
58200	C		00058200
58300	C	CALCULA EL ANCHO DE LA SEMIBANDA Y	00058300
58400	C	GUARDA LA MATRIZ DE RIGIDEZ EN UN ARCHIVO DE DISCO.	00058400
58500	C		00058500
58600		DIMENSION LM(1),S(NDM,NDM),P(NDM,4)	00058600
58700		COMMON /EXTRA/ MODEX,NT8	00058700
58800		MIN=100000	00058800
58900		MAX=0	00058900
59000		DO 800 L=1,ND	00059000
59100		IF(LM(L).EQ.0) GO TO 800	00059100
59200		IF(LM(L).GT.MAX) MAX=LM(L)	00059200
59300		IF(LM(L).LT.MIN)MIN=LM(L)	00059300
59400	800	CONTINUE	00059400
59500		NDIF=MAX-MIN+1	00059500
59600		IF(NDIF.GT.MBAND)MBAND=NDIF	00059600
59700	C		00059700

59200		LRD=1,ND*(ND+3)	00059200
59300		WRITE(2) LRD,ND,(LM(I),I=1,ND),((S(I,J),I=1,ND),J=1,ND),	00059300
60000		1 ((P(I,J),I=1,ND),J=1,4)	00060000
60100	C		00060100
60200		RETURN	00060200
60300		END	00060300
60400		SUBROUTINE STRSC(D,NEQ,NTAG)	00060400
60500		DIMENSION D(NEQ,1)	00060500
60600		COMMON /JUNK/ LT,LH,L,SG(12)	00060600
60700		COMMON /EM/ NS,ND,LM(12),B(12,12)	00060700
60800	C		00060800
60900		IF(NTAG.EQ.0) GO TO 300	00060900
61000	C		00061000
61100		LL=L-LT+1	00061100
61200		DO 300 I=1,NS	00061200
61300	300	SG(I)=0.	00061300
61400	C		00061400
61500		DO 500 J=1,ND	00061500
61600		JJ=LM(J)	00061600
61700		IF(JJ.EQ.0) GO TO 500	00061700
61800		DO 400 I=1,NS	00061800
61900	400	SG(I)=SG(I)+B(I,J)*D(JJ,LL)	00061900
62000	C		00062000
62100	500	CONTINUE	00062100
62200		RETURN	00062200
62300	C		00062300
62400	800	READ(1)ND,NS,(LM(I),I=1,ND),((B(I,J),I=1,NS),J=1,ND)	00062400
62500		RETURN	00062500
62600		END	00062600
62700		SUBROUTINE TEAM(NBEAM,NUMETP,NUMMAT,ID,X,Y,Z,E,G,	00062700
62800		1 COPROP,WGHT,ICLF,NUMNP,MBAND)	00062800
62900	C		00062900
63000		FORMA LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE UN ELEMENTO TRIDIMENSIONAL.	00063000
63100	C		00063100
63200	C	FORMA LA MATRIZ DE FUERZAS.	00063200
63300	C		00063300
63400		COMMON/EM/LM(12),ND,NS,ASA(12,12),RF(12,4),SA(12,12),XWT(12),NITER	00063400
63500		DIMENSION X(1),Y(1),Z(1),ID(NUMNP,1),E(1),G(1)	00063500
63600		1 ,COPROP (NUMETP,6),EMUL(3,4),WGHT(1),ICLF(NUMNP)	00063600
63700		COMMON /NEWB/ T(3,3),MELTYP,DL,MATTYP	00063700
63800	C		00063800
63900	C	INICIALIZA.	00063900
64000		REWIND 11	00064000
64100		READ(11) ICLF	00064100
64200		REWIND 11	00064200
64300		WRITE(11) ICLF	00064300
64400	C		00064400
64500	C	DATOS DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.	00064500
64600	C		00064600
64700		E(1)=2039000.	00064700
64800		G(1)=0.	00064800
64900		WGHT(1)=0.00785	00064900
65000		IF(NUMMAT.NE.1)GO TO 5	00065000
65100		IF(NITER.NE.0)GO TO 12	00065100
65200		WRITE(6,2001)E(1),WGHT(1)GO TO 12	00065200
65300	5	IF(NITER.NE.0)GO TO 12	00065300
65400		WRITE(6,2005) NBEAM	00065400
65500		DO 10 N=1,NUMMAT	00065500
65600	10	WRITE(6,2002)N,E(N),WGHT(N)	00065600
65700	12	DO 15 N=1,NUMMAT	00065700

65800		G(N)=0.5*E(N)/(1. + G(N))	00065800
65900	15	CONTINUE	00065900
66000	C		00066000
66100	C	LECTURA E IMPRESION DE LAS PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LOS	00066100
66200	C	ELEMENTOS COMUNES.	00066200
66300	C		00066300
66400		READ(12) COPROP	00066400
66500		GO TO 35	00066500
66600	17	IF(NITER.EQ.0)WRITE(6,2003)	00066600
66700		NL=0	00066700
66800		IF(NITER.NE.0)GO TO 30	00066800
66900		DO 30 N=1,NUMETP	00066900
67000		IF(NL.LE.49)GO TO 20	00067000
67100		WRITE(6,2003)	00067100
67200		NL=0	00067200
67300	20	WRITE(6,2004)N,COPROP(N,1)	00067300
67400		NL=NL+1	00067400
67500	30	CONTINUE	00067500
67600	35	CONTINUE	00067600
67700	C		00067700
67800	C	MULTIPLICADORES DE LAS CARGAS DE ELEMENTOS.	00067800
67900	C		00067900
68000		DO 40 I=1,3	00068000
68100		DO 40 J=1,4	00068100
68200	40	EMUL(I,J)=0.	00068200
68300		EMUL(3,1)=-1.	00068300
68400	C		00068400
68500	C	LECTURA E IMPRESION DE LOS DATOS DE LOS ELEMENTOS.	00068500
68600	C		00068600
68700		IF(NITER.EQ.0)WRITE(6,4000)	00068700
68800		NL=0	00068800
68900		ICONT=0	00068900
69000		MATTYP=1	00069000
69100	60	READ(13)NEL,NI,NJ,NK,NIG	00069100
69200		ICONT=ICONT+1	00069200
69300		IECLF=NEL	00069300
69400		NEL=ICONT	00069400
69500		ICL=NI	00069500
69600		JCL=NJ	00069600
69700		DO 305 KCL=1,NUMNP	00069700
69800		NI=ICL	00069800
69900		IF(ICL.EQ.ICLF(KCL)) GO TO 310	00069900
70000	305	CONTINUE	00070000
70100	310	DO 315 KCL=1,NUMNP	00070100
70200		NJ=JCL	00070200
70300		IF(JCL.EQ.ICLF(KCL)) GO TO 320	00070300
70400	315	CONTINUE	00070400
70500	320	NELTYP=NEL	00070500
70600	C		00070600
70700	C	ELIMINAR SI NK ESTA DEFINIDO.	00070700
70800	C		00070800
70900		IF(NK.NE.0) GO TO 400	00070900
71000		DO 325 IK=1,NUMNP	00071000
71100		NK=IK	00071100
71200		IF(NI.EQ.NK.OR.NJ.EQ.NK) GO TO 325	00071200
71300		GO TO 400	00071300
71400	325	CONTINUE	00071400
71500		WRITE(6,3001)	00071500
71600		STOP	00071600
71700	C		00071700

71800		400	DX=X(NJ)-X(NI)	00071800
71900			DY=Y(NJ)-Y(NI)	00071900
72000			DZ=Z(NJ)-Z(NI)	00072000
72100			DL=SQRT(DX*DX+DY*DY+DZ*DZ)	00072100
72200			IF(DL)75,75,76	00072200
72300		75	WRITE(6,4005) IECLF	00072300
72400			CALL EXIT	00072400
72500				00072500
72600	C		TRANSFORMACION DE COORDENADAS GLOBALES A LOCALES.	00072600
72700	C			00072700
72800		76	T(1,1)=DX/DL	00072800
72900			T(1,2)=DY/DL	00072900
73000			T(1,3)=DZ/DL	00073000
73100			WRITE(11) IECLF,DL,NIG	00073100
73200			IF(NITER.NE.0)GO TO 71	00073200
73300			IF(NL.LE.49)GO TO 70	00073300
73400			WRITE(6,4000)	00073400
73500			NL=0	00073500
73600		70	WRITE(6,4001) IECLF, ICL, JCL, NIG, DL	00073600
73700			NL=NL+1	00073700
73800		71	CONTINUE	00073800
73900				00073900
74000	C		CALCULO DE LOS COSENO DIRECTORES DEL EJE LOCAL Y	00074000
74100	C			00074100
74200			A1=X(NJ)-X(NI)	00074200
74300			A2=Y(NJ)-Y(NI)	00074300
74400			A3=Z(NJ)-Z(NI)	00074400
74500			B1=X(NK)-X(NI)	00074500
74600			B2=Y(NK)-Y(NI)	00074600
74700			B3=Z(NK)-Z(NI)	00074700
74800			AA=A1*A1+A2*A2+A3*A3	00074800
74900			AB=A1*B1+A2*B2+A3*B3	00074900
75000			U1=AA*B1-AB*A1	00075000
75100			U2=AA*B2-AB*A2	00075100
75200			U3=AA*B3-AB*A3	00075200
75300			UU=U1*U1+U2*U2+U3*U3	00075300
75400			UU=SQRT(UU)	00075400
75500			IF(UU.GT.0)GO TO 50	00075500
75600			WRITE(6,4002) IECLF	00075600
75700			STOP	00075700
75800		50	CONTINUE	00075800
75900			T(2,1)=U1/UU	00075900
76000			T(2,2)=U2/UU	00076000
76100			T(2,3)=U3/UU	00076100
76200			T(3,1)=T(1,2)*T(2,3)-T(1,3)*T(2,2)	00076200
76300			T(3,2)=T(1,3)*T(2,1)-T(1,1)*T(2,3)	00076300
76400			T(3,3)=T(1,1)*T(2,2)-T(1,2)*T(2,1)	00076400
76500				00076500
76600	C		CALCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ.	00076600
76700	C			00076700
76800			CALL NEWBM(E,G,WGHT,COPROP,NUMETP)	00076800
76900	C			00076900
77000			AGREGA LAS CARGAS DE GRAVEDAD.	00077000
77100	C		CALCULA UNICAMENTE LAS CARGAS PUNTUALES.	00077100
77200	C			00077200
77300			DO 100 J=1,4	00077300
77400			DO 100 I=1,3	00077400
77500			RF(I,J)=0.	00077500
77600	100		RF(I+6,J)=0.	00077600
77700			DO 180 I=1,3	00077700

```

77800      DO 180 J=1,4
77900      RF(I,J)=RF(I,J)+EMUL(I,J)*XWT(I)
78000      RF(I+3,J)=0.
78100      RF(I+9,J)=0.
78200      180 RF(I+6,J)=RF(I+6,J)+EMUL(I,J)*XWT(I+6)
78300      C
78400      C      FORMA LA MATRIZ DE LOCALIZACION DE LOS ELEMENTOS.
78500      C
78600      185 CONTINUE
78700      DO 170 M=1,6
78800      LM(M)=ID(NI,M)
78900      170 LM(M+6)=ID(NJ,M)
79000      C
79100      NS=12
79200      ND=12
79300      C
79400      C      GUARDA LA INFORMACION DE LOS ELEMENTOS EN UN ARCHIVO EN DISCO.
79500      C
79600      NDM=12
79700      CALL CALBAN(MBAND,NDIF,LM,ASA,RF,ND,NDM)
79800      WRITE(1)ND,NS,(LM(I),I=1,ND),((SA(I,J),I=1,NS),J=1,ND)
79900      C
80000      C      VERIFICACION DEL ULTIMO ELEMENTO.
80100      C
80200      300 IF(NBEAM.EQ.NEL)RETURN
80300      GO TO 60
80400      2001 FORMAT(1H1,///,
80500      * 5X,'DATOS DEL MATERIAL DE LOS MIEMBROS',//,
80600      * 5X,'MODULO DE ELASTICIDAD (KG/CM**2) =',F10.0,/,
80700      * 5X,'PESO VOLUMETRICO (KG/CM**3) =',F10.5)
80800      2002 FORMAT(12X,15,15X,F10.0,13X,F10.2,10X,F10.5)
80900      2003 FORMAT(1H1,///,
81000      * 5X,'MIEMBRO          AREA AXIAL',5X,'          INICIAL(CM)',//)
81100      2004 FORMAT(7X,15,11X,F6.2)
81200      2005 FORMAT(1H1,///,5X,'DATOS DE LOS ELEMENTOS',///,
81300      1 5X,'NUMERO DE MIEMBROS =',15,///,
81400      2 5X,'MATERIAL NO.',4X,'MODULO DE ELASTICIDAD',
81500      3 4X,'RELACION DE POISSON',4X,'PESO VOLUMETRICO',/,
81600      4 34X,'KG/CM**2',35X,'          KG/CM**3',//)
81700      3001 FORMAT(5X,'EL PUNTO K DEBE ESTAR DEFINIDO')
81800      4000 FORMAT(1H1,///,
81900      * 5X,'MIEMBRO          INCIDENCIAS GRUPO LONGITUD',/,
82000      * 5X,'          I          J          (CM)',//)
82100      4001 FORMAT(7X,15,4X,214,5X,15,F10.2)
82200      4002 FORMAT(5X,'MIEMBRO NO. ',15,' EL NUDO K ESTA SOBRE EL EJE X.').
82300      1 'EJECUCION TERMINADA.')
82400      4005 FORMAT(5X,'ELEMENTO',15,' TIENE LONGITUD NULA.')
82500      1,'EJECUCION TERMINADA')
82600      END
82700      SUBROUTINE NEWBM(E,G,WGHT,COPROP,NUMETP)
82800      C
82900      C      FORMA LA MATRIZ DE RIGIDEZ DEL NUEVO ELEMENTO.
83000      C
83100      DIMENSION E(1),G(1),COPROP(NUMETP,1),WGHT(1)
83200      COMMON/EM/LM(12),ND,NS,ASA(12,12),RF(12,4),SA(12,12),XWT(12)
83300      COMMON /NEWB/ T(3,3),MELTYP,DL,MATTYP
83400      DIMENSION R(12),S(12,12),C(12)
83500      C
83600      DO 5 I=1,12
83700      DO 5 J=1,12

```

```

00077800
00077900
00078000
00078100
00078200
00078300
00078400
00078500
00078600
00078700
00078800
00078900
00079000
00079100
00079200
00079300
00079400
00079500
00079600
00079700
00079800
00079900
00080000
00080100
00080200
00080300
00080400
00080500
00080600
00080700
00080800
00080900
00081000
00081100
00081200
00081300
00081400
00081500
00081600
00081700
00081800
00081900
00082000
00082100
00082200
00082300
00082400
00082500
00082600
00082700
00082800
00082900
00083000
00083100
00083200
00083300
00083400
00083500
00083600
00083700

```

```

83900      5 CONTINUE
84000      AX=COPROP(MELTYP,1)
84100      AY=COPROP(MELTYP,2)
84200      AZ=COPROP(MELTYP,3)
84300      AAX=COPROP(MELTYP,4)
84400      AAY=COPROP(MELTYP,5)
84500      AAZ=COPROP(MELTYP,6)
84600      SHFY=0.0
84700      SHFZ=0.0
84800      ZY=E(MATTYP)/(DL*DL)
84900      EIZ=ZY*AAY
85000      EIZ=ZY*AAZ
85100      IF(AZ.NE.0.0) SHFY=6.*EIZ/(G(MATTYP)*AY)
85200      IF(AZ.NE.0.0) SHFZ=6.*EIZ/(G(MATTYP)*AZ)
85300      COMMY=EIZ/(1.+2.*SHFZ)
85400      COMMZ=EIZ/(1.+2.*SHFY)
85500
85600      C
85700      C
85800      C
85900      C
86000      C
86100      C
86200      C
86300      C
86400      C
86500      C
86600      C
86700      C
86800      C
86900      C
87000      C
87100      C
87200      C
87300      C
87400      C
87500      C
87600      C
87700      C
87800      C
87900      C
88000      C
88100      C
88200      C
88300      C
88400      C
88500      C
88600      C
88700      C
88800      C
88900      C
89000      C
89100      C
89200      C
89300      C
89400      C
89500      C
89600      C
89700      C
89800      C
89900      C
90000      C
90100      C
90200      C
90300      C
90400      C
90500      C
90600      C
90700      C
90800      C
90900      C
91000      C
91100      C
91200      C
91300      C
91400      C
91500      C
91600      C
91700      C
91800      C
91900      C
92000      C
92100      C
92200      C
92300      C
92400      C
92500      C
92600      C
92700      C
92800      C
92900      C
93000      C
93100      C
93200      C
93300      C
93400      C
93500      C
93600      C
93700      C
93800      C
93900      C
94000      C
94100      C
94200      C
94300      C
94400      C
94500      C
94600      C
94700      C
94800      C
94900      C
95000      C
95100      C
95200      C
95300      C
95400      C
95500      C
95600      C
95700      C
95800      C
95900      C
96000      C
96100      C
96200      C
96300      C
96400      C
96500      C
96600      C
96700      C
96800      C
96900      C
97000      C
97100      C
97200      C
97300      C
97400      C
97500      C
97600      C
97700      C
97800      C
97900      C
98000      C
98100      C
98200      C
98300      C
98400      C
98500      C
98600      C
98700      C
98800      C
98900      C
99000      C
99100      C
99200      C
99300      C
99400      C
99500      C
99600      C
99700      C
99800      C
99900      C

```

FORMA LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ EN COORDENADAS LOCALES

OBTENCION DE LA MATRIZ SA ,DE 12*12,QUE RELACIONA LAS FUERZAS EN LOS EXTREMOS DE UN ELEMENTO (EN COORDENADAS LOCALES) CON LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS (EN COORDENADAS GLOBALES).

89800		DO 150 I=LA, LB	00089800
89900		DO 150 JM=1,3	00089900
90000		J=JM+MB	00090000
90100		XX=0.	00090100
90200		DO 151 K=1,3	00090200
90300	151	XX=XX+S(I,K+MB)*T(K, JM)	00090300
90400	150	SA(I, J)=XX	00090400
90500			00090500
90600	C	ASA, DE 12*12, ES LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE UN ELEMENTO,	00090600
90700	C	EN COORDENADAS GLOBALES.	00090700
90800	C		00090800
90900		DO 32 I=1, 12	00090900
91000		DO 32 J=1, 12	00091000
91100		ASA(I, J)=0.0	00091100
91200	32	CONTINUE	00091200
91300		DO 160 LA=1, 10, 3	00091300
91400		LB=LA-1	00091400
91500		DO 160 MA=1, 10, 3	00091500
91600		MB=MA+2	00091600
91700		DO 160 IL=1, 3	00091700
91800		I=IL+LB	00091800
91900		DO 160 J=MA, MB	00091900
92000		XX=0.0	00092000
92100		DO 161 K=1, 3	00092100
92200	161	XX=XX+T(K, IL)*SA(K+LB, J)	00092200
92300	160	ASA(I, J)=XX	00092300
92400			00092400
92500	C		00092500
92600	C	FORMA LA MATRIZ DE CARGAS DE GRAVEDAD.	00092600
92700	C		00092700
92800		WTM=WGHT(MAT(YP))*AX*DL/2.	00092800
92900		DO 180 M=1, 3	00092900
93000		XWT(M)=WTM	00093000
93100		XWT(M+3)=0.0	00093100
93200		XWT(M+9)=0.0	00093200
93300	180	XWT(M+6)=WTM	00093300
93400		RETURN	00093400
93500		END	00093500
93600		SUBROUTINE SECOND(A)	00093600
93700		A=TIME(2)/60.0	00093700
93800		RETURN	00093800
93900		END	00093900
94000		SUBROUTINE OVER14	00094000
94100	C		00094100
94200	C	FASE DE LA SOLUCION ESTATICA.	00094200
94300	C		00094300
94400		COMMON A(1)	00094400
94500		COMMON /ELPAR/ NP(4), NUMNP, MBAND, NELTYP, N1, N2, N3, N4, N5, MTOT, NEQ	00094500
94600		COMMON/SOL / NBLOCK, NEQB, LL, NCID, NCIF	00094600
94700	C		00094700
94800		DIMENSION TT(4)	00094800
94900	C		00094900
95000	C	OBTENCION DE LOS DESPLAZAMIENTOS.	00095000
95100	C		00095100
95200		CALL SECOND (TT(1))	00095200
95300		NSB=(MBAND+LL)*NEQB	00095300
95400		NSBB=NEQB*LL*(2+(MBAND-2)/NEQB)	00095400
95500		IF(NSBB, LT, NSB) NSBB=NSB	00095500
95600		N4=N3+NSBB	00095600
95700		MI= MBAND + NEQB -1	00095700


```

101200 DO 600 NJ=1,NBLOCK
101900 IF(NJ.NE.1) GO TO 10
102000 READ(NSTIF) A
102100 IF(NEQ.GT.1) GO TO 100
102200 MAXA(1)=1
102300 WRITE(NRED) A,MAXA
102400 IF(A(1)) 1,174,3
102500 1 KK=1
102600 WRITE(6,1010) KK,A(1)
102700 3 DO 5 L=1,NV
102800 5 A(1+L)=A(1+L)/A(1)
102900 KR=1+NV
103000 WRITE(NL) (A(KK),KK=2,KR)
103100 RETURN
103200 10 IF(NTH.EQ.1) GO TO 100
103300 REWIND N1
103400 REWIND N2
103500 READ(N1) A
103600
103700
103800
103900
104000
104100
104200
104300
104400
104500
104600
104700
104800
104900
105000
105100
105200
105300
105400
105500
105600
105700
105800
105900
106000
106100
106200
106300
106400
106500
106600
106700
106800
106900
107000
107100
107200
107300
107400
107500
107600
107700

```

DETERMINAR LAS "ALTURAS" DE LAS COLUMNAS DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ.
 "ALTURA" DE UNA COLUMNA SE DEFINE COMO EL NUMERO DE TERMINOS
 CONTADOS A PARTIR DEL TERMINO NO NULO, ENCONTRADO DE ARRIBA HACIA
 ABAJO, HASTA LA DIAGONAL PRINCIPAL INCLUSIVE.

```

100 KU=1
    KM=MINO(MA,NEQB)
    MAXA(1)=1
    DO 110 N=2,MI
    IF(N-MA) 120,120,130
120 KU=KU + NEQB
    KK=KU
    MM=MINO(N,KM)
    GO TO 140
130 KU=KU + 1
    KK=KU
    IF(N-NEQB) 140,140,136
136 MM=MM - 1
140 DO 160 K=1,MM
    IF(A(KK)) 110,160,110
160 KK=KK + INC
110 MAXA(N)=KK
174 KK=(NJ-1)*NEQB + 1
    IF(KK.GT.NEQ) GO TO 590
    WRITE(6,1000) KK
    STOP
172 KK=(NJ-1)*NEQB + 1
    WRITE(6,1010) KK,A(1)

```

FACTORIZA EL BLOQUE PRINCIPAL.

```

176 DO 200 N=2,NEQB
    NH=MAXA(N)
    IF(NH=N) 200,200,210
210 KL=N + INC
    K=N
    D=0.
    DO 220 KK=KL,NH,INC
    K=K - 1

```

```

00101800
00101900
00102000
00102100
00102200
00102300
00102400
00102500
00102600
00102700
00102800
00102900
00103000
00103100
00103200
00103300
00103400
00103500
00103600
00103700
00103800
00103900
00104000
00104100
00104200
00104300
00104400
00104500
00104600
00104700
00104800
00104900
00105000
00105100
00105200
00105300
00105400
00105500
00105600
00105700
00105800
00105900
00106000
00106100
00106200
00106300
00106400
00106500
00106600
00106700
00106800
00106900
00107000
00107100
00107200
00107300
00107400
00107500
00107600
00107700

```

107800		C=HKK/7RT/7	00107800
107900		D=D + C*A(KK)	00107900
108000	220	A(KK)=C	00108000
108100		A(N)=A(N) - D	00108100
108200	C		00108200
108300		IF(A(N)) 222,224,230	00108300
108400	224	IF=(N,J-1)*NEQB + N	00108400
108500		IF(NK.GT.NEQ) GO TO 590	00108500
108600		WRITE(6,1000) KK	00108600
108700		STOP	00108700
108800	222	KK=(N,J-1)*NEQB + N	00108800
108900		WRITE(6,1010) KK,A(N)	00108900
109000	C		00109000
109100	230	IC=NEQB	00109100
109200		DO 240 J=1,MA2	00109200
109300		NJ=MAXA(N+J) - IC	00109300
109400		IF(MJ-N)240,240,230	00109400
109500	230	MJ=MINO(MJ,NH)	00109500
109600		KN=N + IC	00109600
109700		C=0.	00109700
109800		DO 300 KK=KL,KU,INC	00109800
109900	300	C=C + A(KK)*A(KK+IC)	00109900
110000		A(KN)=A(KN) - C	00110000
110100	240	IC=IC + NEQB	00110100
110200	C		00110200
110300		K=N+NHA	00110300
110400		DO 430 L=1,NV	00110400
110500		KJ=K	00110500
110600		C=0.	00110600
110700		DO 440 KK=KL,NH,INC	00110700
110800		KJ=KJ - 1	00110800
110900	440	C=C + A(KK)*A(KJ)	00110900
111000		A(K)=A(K) - C	00111000
111100	430	K=K + NEQB	00111100
111200	C		00111200
111300	200	CONTINUE	00111300
111400	C		00111400
111500	C	"ACARREG" DENTRO DE LOS BLOQUE POSTERIORES.	00111500
111600	C		00111600
111700		DO 400 NK=1,NTB	00111700
111800		IF((NJ+NK).GT.NBLOCK) GO TO 400	00111800
111900		NI=NI	00111900
112000		IF((NJ.EQ.1).OR.(NK.EQ.NTB)) NI=NSTIF	00112000
112100		READ(NI) B	00112100
112200		ML=NK*NEQB + 1	00112200
112300		MR=MINO((NK+1)*NEQB,MI)	00112300
112400		IF(MI.EQ.1) ML=MR	00112400
112500		MD=MI - ML	00112500
112600		KL= NEQB + (NK-1)*NEQB*NEQB	00112600
112700		N=1	00112700
112800	C		00112800
112900		DO 500 M=ML,MR	00112900
113000		NH=MAXA(M)	00113000
113100		KL=KL + NEQB	00113100
113200		IF(NH-KL) 505,510,510	00113200
113300	510	K=NEQB	00113300
113400		D=0.	00113400
113500		DO 520 KK=KL,NH,INC	00113500
113600		C=A(KK)/A(K)	00113600
113700		D=D + C*A(KK)	00113700

113800		A(KK)=C	00113800
113900	520	K=K - 1	00113900
114000		B(N)=B(N) - D	00114000
114100		IF(MD) 530, 530, 530	00114100
114200	530	IC=NEOB	00114200
114300		DO 540 J=1, MD	00114300
114400		MJ=MAXA(M+J) - IC	00114400
114500		IF(MJ-KL) 540, 550, 550	00114500
114600	550	KU=MINO(MJ, NH)	00114600
114700		KN=N + IC	00114700
114800		C=0.	00114800
114900		DO 575 KK=KL, KU, INC	00114900
115000	575	C=C + A(KK)*A(KK+IC)	00115000
115100		B(KN)=B(KN) - C	00115100
115200	540	IC=IC + NEOB	00115200
115300	C		00115300
115400	580	KN=N + NWA	00115400
115500		K=NEOB + NWA	00115500
115600		DO 610 L=1, NV	00115600
115700		KJ=K	00115700
115800		C=0.	00115800
115900		DO 620 KK=KL, NH, INC	00115900
116000		C=C + A(KK)*A(KJ)	00116000
116100	620	KJ=KJ - 1	00116100
116200		B(KN)=B(KN) - C	00116200
116300		KN=KN + NEOB	00116300
116400	610	K=K + NEOB	00116400
116500	C		00116500
116600	505	MD=MD - 1	00116600
116700	500	N=N + 1	00116700
116800	C		00116800
116900		IF(NTB, NE, 1) GO TO 560	00116900
117000		WRITE(NRED) A, MAXA	00117000
117100		DO 570 I=1, NAV	00117100
117200	570	A(I)=B(I)	00117200
117300		GO TO 600	00117300
117400	560	WRITE(N2) B	00117400
117500	C		00117500
117600	400	CONTINUE	00117600
117700	C		00117700
117800		M=N1	00117800
117900		N1=N2	00117900
118000		N2=M	00118000
118100	590	WRITE(NRED) A, MAXA	00118100
118200	C		00118200
118300	600	CONTINUE	00118300
118400	C		00118400
118500	C	VECTOR DE SUSTITUCION EN RETROCESO (BACK SUBSTITUTION).	00118500
118600	C		00118600
118700		DO 700 K=1, NWWV	00118700
118800	700	B(K)=0.	00118800
118900		REWIND NL	00118900
119000	C		00119000
119100		DO 800 NJ=1, NBLOCK	00119100
119200		BACKSPACE NRED	00119200
119300		READ(NRED) A, MAXA	00119300
119400		BACKSPACE NRED	00119400
119500		K=NEBT	00119500
119600		DO 810 L=1, NV	00119600
119700		DO 820 I=1, NEB	00119700

11900	820	K=K - 1	00119800
120000	810	K=K + NEBT + NEB	00119900
120100		KN=0	00120000
120200		KK=NWA	00120100
120300		NDIF=NEQB	00120200
120400		IF(NJ.EQ.1) NDIF=NEQB - (NBLOCK*NEQB - NEQ)	00120300
120500		DO 855 L=1,NV	00120400
120600		DO 850 K=1,NDIF	00120500
120700	850	B(KN+K)=A(KK+K)/A(K)	00120600
120800		KK=KK + NEQB	00120700
120900	855	KN=KN + NEBT	00120800
121000		IF(MA.EQ.1) GO TO 915	00120900
121100		ML=NEQB + 1	00121000
121200		KL=NEQB	00121100
121300		DO 860 M=ML,MI	00121200
121400		KL=KL + NEQB	00121300
121500		KU=MAXA(M)	00121400
121600		IF(KU-KL) 860,870,870	00121500
121700	870	K=NEQB	00121600
121800		KM=M	00121700
121900		DO 890 L=1,NV	00121800
122000		KJ=K	00121900
122100		DO 890 KK=KL,KU,INC	00122000
122200		B(KJ)=B(KJ) - A(KK)*B(KM)	00122100
122300	890	KJ=KJ - 1	00122200
122400		KM=KM + NEBT	00122300
122500	880	K=K + NEBT	00122400
122600	860	CONTINUE	00122500
122700		N=NEQB	00122600
122800		DO 910 I=2,NEQB	00122700
122900		KL=N + INC	00122800
123000		KU=MAXA(N)	00122900
123100		IF(KU-KL) 910,920,920	00123000
123200	920	K=N	00123100
123300		DO 930 L=1,NV	00123200
123400		KJ=K	00123300
123500		DO 940 KK=KL,KU,INC	00123400
123600		KJ=KJ-1	00123500
123700	940	B(KJ)=B(KJ) - A(KK)*B(K)	00123600
123800	930	K=K + NEBT	00123700
123900	910	N=N - 1	00123800
124000			00123900
124100	C		00124000
124200	915	KK=0	00124100
124300		KN=0	00124200
124400		DO 950 L=1,NV	00124300
124500		DO 950 K=1,NEQB	00124400
124600		KK=KK + 1	00124500
124700	960	A(KK)=B(KN+K)	00124600
124800	950	KN=KN + NEBT	00124700
124900	C		00124800
125000		WRITE (NL) (A(K),K=1,NV)	00124900
125100	800	CONTINUE	00125000
125200	C		00125100
125300	1000	FORMAT(//,5X,'CERO EN LA DIAGONAL,ENCONTRADO DURANTE LA SOLUCION D	00125200
125400		*E LAS ECUACIONES',/,	00125300
125500		* 5X,'ECUACION NUMERO ='I6,/,	00125400
125600		* 5X,'EJECUCION TERMINADA.')	00125500
125700	1010	FORMAT(//,5X,'DJO: TERMINO NEGATIVO EN LA DIAGONAL,ENCONTRADO DUR	00125600
		*ANTE LA SOLUCION DE LAS ECUACIONES.',/,	00125700

125800		* 5X, 'ECUACION NUMERO =' , I6, /,	00125800
125900		* 5X, 'VALOR DEL TERMINO NEGATIVO =' , E20,8)	00125900
126000	C		00126000
126100		RETURN	00126100
126200		END	00126200
126300		SUBROUTINE INICIA(MTYPE, NUMEL, COPROP)	00126300
126400		COMMON /ELPAR/NPAR(4), NUMNP, MBAND, NELTYP, N1, N2, N3, N4, N5, MTOT	00126400
126500		DIMENSION COPROP(NUMEL, 6)	00126500
126600	C		00126600
126700		INICIALIZA PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LOS ELEMENTOS,	00126700
126800	C		00126800
126900		N6=N5+NUMEL*6	00126900
127000		IF(N6.GT.MTOT) CALL ERROR(N6-MTOT)	00127000
127100		GO TO (1,2), MTYPE	00127100
127200	C		00127200
127300		1 DO 100 I=1, NUMEL	00127300
127400		COPROP(I,1)=150.	00127400
127500		COPROP(I,2)=0.	00127500
127600		COPROP(I,3)=0.	00127600
127700		COPROP(I,4)=0.0001	00127700
127800		COPROP(I,5)=0.0001	00127800
127900		COPROP(I,6)=0.0001	00127900
128000	C		00128000
128100		LOS VALORES ANTERIORES DE COPROP(I,4), (I,5)Y(I,6) SON PARA EVITAR	00128100
128200	C	SINGULARIDAD EN LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA DEBIDO A	00128200
128300	C	"NUDOS PLANOS".AL DAR ESOS VALORES PEQUENOS NO SE ALTERA LA	00128300
128400	C	SOLUCION.	00128400
128500	C		00128500
128600		100 CONTINUE	00128600
128700	C		00128700
128800		REWIND 12	00128800
128900		WRITE(12) COPROP	00128900
129000		REWIND 12	00129000
129100		RETURN	00129100
129200	C		00129200
129300		2 RETURN	00129300
129400	C		00129400
129500		END	00129500
129600		SUBROUTINE PREPRO(TITULO, NPAR2)	00129600
129700		COMMON /EM/ IDT(6), R(3)	00129700
129800		COMMON/SOL/NBLOCK, NEQB, LL, NCID, NCIF	00129800
129900		DIMENSION TITULO(14), PERFIL(100), AR(100), RZ(100), W(100)	00129900
130000	C		00130000
130100		NELTYP=1	00130100
130200		REWIND 13	00130200
130300		REWIND 15	00130300
130400	C		00130400
130500		READ(15) (TITULO(IE), IE=1,14)	00130500
130600	C		00130600
130700		READ(15) NUMNP, LL, NCID, NCIF	00130700
130800		WRITE(13) NUMNP, LL	00130800
130900	C		00130900
131000		DO 100 K=1, NUMNP	00131000
131100		DO 10 I=1,3	00131100
131200	10	IDT(I)=0	00131200
131300		DO 20 I=4,6	00131300
131400	20	IDT(I)=1	00131400
131500		READ(15) N, NCA, XCLF, YCLF, ZCLF	00131500
131600		IF(NCA .EQ. 0)GO TO 40	00131600
131700		DO 30 I=1,3	00131700

```

131900      40 CONTINUE
132000      100 WRITE(13) N, IDT, XCLF, YCLF, ZCLF
132100      C
132200          DO 200 K=1, NELTYP
132300          READ(15) NPAR2
132400          WRITE(13) NPAR2
132500      C
132600          GO TO (110, 120), K
132700      C
132800      110 DO 111 N=1, NPAR2
132900          READ(15) NEL, NI, NJ, NK, NIG
133000      111 WRITE(13) NEL, NI, NJ, NK, NIG
133100          GO TO 200
133200      C
133300      120 CONTINUE
133400      C
133500      200 CONTINUE
133600      C
133700      300 READ(15) N, L, R
133800          WRITE(13) N, L, R
133900          IF(N.NE.0) GO TO 300
134000      C
134100          READ(15) IMAX, FY, NNIG
134200          WRITE(13) IMAX, LL, FY, NNIG
134300      C
134400      400 READ(15) N1, N2, VKC
134500          WRITE(13) N1, N2, VKC
134600          IF(N2 .LT. NPAR2) GO TO 400
134700      C
134800          READ(15) (PERFIL(I), AR(I), RZ(I), W(I), I=1, IMAX)
134900      C
135000          WRITE(13) (PERFIL(I), AR(I), RZ(I), W(I), I=1, IMAX)
135100      C
135200          REWIND 13
135300          RETURN
135400      1000 FORMAT(13A6, A2)
135500          END
135600          SUBROUTINE DISAP (COPROP, TEN, COMP, TAM, NUM, ARE, VK, IGUAL, VKTM,
135700          * ACUMP, JMAX, NITER)
135800      C
135900          RUTINA DE DISEÑO EN ACERO *****
136000      C
136100          DIMENSION COPROP(JMAX, 6), TEN(1), COMP(1), TAM(1), NUM(1), ARE(1),
136200          * VK(1), IGUAL(1), VKTM(1)
136300          DIMENSION PERFIL(100), AR(100), RZ(100), W(100)
136400          READ(13) IMAX, NCMAX, FY, NNIG
136500          IF(NITER .EQ. 0) WRITE(6, 2000) IMAX, NCMAX, FY
136600      C
136700          CONSTANTES *****
136800      C
136900          EM=2039000.
137000      C
137100          EM=MODULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO(KG/CM2)
137200          PI=4.*ATAN(1,0)
137300          CC=SQRT(2.*PI*PI*EM/FY)
137400          CC2=2.*CC*CC
137500          CC3=4.*CC2*CC
137600          SIGMAT=0.65*FY
137700          ACUMP=0.
137700          IF(NITER .EQ. 0) WRITE(6, 2100)

```

```

00131900
00132000
00132100
00132200
00132300
00132400
00132500
00132600
00132700
00132800
00132900
00133000
00133100
00133200
00133300
00133400
00133500
00133600
00133700
00133800
00133900
00134000
00134100
00134200
00134300
00134400
00134500
00134600
00134700
00134800
00134900
00135000
00135100
00135200
00135300
00135400
00135500
00135600
00135700
00135800
00135900
00136000
00136100
00136200
00136300
00136400
00136500
00136600
00136700
00136800
00136900
00137000
00137100
00137200
00137300
00137400
00137500
00137600
00137700

```

137800			00137800
137900	10	READ(13) N1,N2,VKC	00137900
138000		IF(NITER.EQ.0)WRITE(6,2200)VKC,N1,N2	00138000
138100		DO 20 K=N1,N2	00138100
138200		VK(K)=VKC	00138200
138300	20	CONTINUE	00138300
138400		IF(N2.LT.JMAX)GO TO 10	00138400
138500		READ(13) (PERFIL(I),AR(I),RZ(I),W(I),I=1,IMAX)	00138500
138600		IF(NITER.EQ.0)WRITE(6,2300)	00138600
138700		NL=0	00138700
138800		IF(NITER.NE.0)GO TO 40	00138800
138900		DO 40 I=1,IMAX	00138900
139000		IF(NL.LE.49)GO TO 30	00139000
139100		WRITE(6,2300)	00139100
139200		NL=0	00139200
139300	30	WRITE(6,2400) I,PERFIL(I),AR(I),RZ(I),W(I)	00139300
139400		NL=NL+1	00139400
139500	40	CONTINUE	00139500
139600		REWIND 10	00139600
139700		DO 100 J=1,JMAX	00139700
139800		TMAX=0.	00139800
139900		CMAX=0.	00139900
140000		DO 150 K=1,NCMAX	00140000
140100		READ(10) NO,DIM,A,NIG	00140100
140200		IF(A.LT.0.)GO TO 110	00140200
140300		IF(A.GT.TMAX)TMAX=A	00140300
140400		GO TO 150	00140400
140500	110	A=-A	00140500
140600		IF(A.GT.CMAX)CMAX=A	00140600
140700	150	CONTINUE	00140700
140800		TEN(J)=TMAX	00140800
140900		COMP(J)=CMAX	00140900
141000		TAM(J)=DIM	00141000
141100		NUM(J)=NO	00141100
141200		IGUAL(J)=NIG	00141200
141300		VKTM(J)=VK(J)*TAM(J)	00141300
141400	100	CONTINUE	00141400
141500	C		00141500
141600	C	DISENO *****	00141600
141700	C	NORMAS DE CFF Y RECOMENDACIONES DEL ASCE	00141700
141800		WRITE(6,2500)	00141800
141900		NL=0	00141900
142000		DO 500 J=1,JMAX	00142000
142100		TENJ=TEN(J)	00142100
142200		COMPJ=COMP(J)	00142200
142300		IT=0	00142300
142400		IC=0	00142400
142500		ARE(J)=0.0	00142500
142600	C		00142600
142700	C	DISENO POR TENSION *****	00142700
142800	C		00142800
142900		IF(TENJ.EQ.0.0)GO TO 301	00142900
143000		DO 300 I=1,IMAX	00143000
143100		CAPT=SIGMAT*AR(I)	00143100
143200		IT=I	00143200
143300		IF(CAPT.GE.TENJ)GO TO 301	00143300
143400	300	CONTINUE	00143400
143500		GO TO 500	00143500
143600	C		00143600
143700	C	DISENO POR COMPRESION *****	00143700

144000	DO 400 I=1,IMAX	00144000
144100	RE=VKTM(J)/RZ(I) ; RE2=RE*RE	00144100
144200	IF(RE .GT. 250.0)GO TO 400	00144200
144300	IF(RE .GE. CC)GO TO 320	00144300
144400	CS=1.667 + 0.375*RE/CC - RE2*RE/CC3	00144400
144500	SIGMAC=(1. - RE2/CC2)*FY	00144500
144600	GO TO 350	00144600
144700	320 SIGMAC=PI*PI*EM/RE2	00144700
144800	350 CAPC=SIGMAC*AR(I)	00144800
144900	IC=I	00144900
145000	IF(CAPC .GE. COMPJ)GO TO 401	00145000
145100	400 CONTINUE	00145100
145200	GO TO 500	00145200
145300	401 II=MAX0(IT,IC)	00145300
145400	IF(II .EQ. 0)GO TO 500	00145400
145500	ARE(J)=AR(II)	00145500
145600	500 CONTINUE	00145600
145700	GO 590 K=1,NNIG	00145700
145800	AREMAX=0.0 ; ACUMPP=0.0	00145800
145900	DO 510 J=1,JMAX	00145900
146000	IF(ARE(J) .EQ. 0.0)GO TO 510	00146000
146100	IF(IGUAL(J) .NE. K)GO TO 510	00146100
146200	ACUMPP=ACUMPP + TAM(J)/100.	00146200
146300	IF(ARE(J) .GT. AREMAX)AREMAX=ARE(J)	00146300
146400	510 CONTINUE	00146400
146500	IF(AREMAX .EQ. 0.0)GO TO 540	00146500
146600	DO 520 I=1,IMAX	00146600
146700	IP=I	00146700
146800	IF(ABS(AR(I)-AREMAX) .LT. 0.01)GO TO 530	00146800
146900	520 CONTINUE	00146900
147000	530 ACUMPP=ACUMPP + ACUMPP*W(IP)	00147000
147100	CAPT=SIGMAT*AR(IP)	00147100
147200	540 DO 580 J=1,JMAX	00147200
147300	IF(IGUAL(J) .NE. K)GO TO 580	00147300
147400	IF(ARE(J) .EQ. 0.0)GO TO 570	00147400
147500	ARE(J)=AR(IP)	00147500
147600	CAPC=0.	00147600
147700	RE=VKTM(J)/RZ(IP) ; RE2=RE*RE	00147700
147800	IF(RE .GT. 250.)GO TO 565	00147800
147900	IF(RE .GE. CC)GO TO 550	00147900
148000	CS=1.667 + 0.375*RE/CC-RE2*RE/CC3	00148000
148100	SIGMAC=(1. - RE2/CC2)*FY	00148100
148200	GO TO 560	00148200
148300	550 SIGMAC=PI*PI*EM/RE2	00148300
148400	560 CAPC=SIGMAC*AR(IP)	00148400
148500	565 IF(NL .LE. 49)GO TO 566	00148500
148600	WRITE(6,2500)	00148600
148700	NL=0	00148700
148800	566 WRITE(6,2600) NUM(J),TAM(J),COMP(J),TEN(J),PERFIL(IP),CAPC,CAPT	00148800
148900	NL=NL + 1	00148900
149000	GO TO 580	00149000
149100	570 IF(NL .LE. 49)GO TO 575	00149100
149200	WRITE(6,2500)	00149200
149300	NL=0	00149300
149400	575 WRITE(6,2700) NUM(J),TAM(J),COMP(J),TEN(J)	00149400
149500	NL=NL + 1	00149500
149600	580 CONTINUE	00149600
149700	590 CONTINUE	00149700

149800		WRITE(6,2800) ACUMP	00149800
149900	C		00149900
150000	C	REINICIALIZA PROPIEDADES GEOMETRICAS	00150000
150100	C		00150100
150200		REWIND 12	00150200
150300		READ(12) COPROP	00150300
150400		DO 600 I=1,JMAX	00150400
150500	600	COPROP(I,1)=ARE(I)	00150500
150600		REWIND 12	00150600
150700		WRITE(12)COPROP	00150700
150800		REWIND 12	00150800
150900		RETURN	00150900
151000	2000	FORMAT (1H1///,	00151000
151100		* 5X,36HD A T O S P A R A E L D I S E N O //,	00151100
151200		* 5X,41HNUMERO MAXIMO DE PERFILES =,I10/,	00151200
151300		* 5X,41HNUMERO DE CONDICIONES DE CARGA =,I10/,	00151300
151400		* 5X,41HESFUERZO DE FLUENCIA DEL ACERO(KG/CM**2)=,F10.0)	00151400
151500	2100	FORMAT (///5X,19HVALOR DEL FACTOR DE,9X,15HPARA LAS BARRAS/,	00151500
151600		* 5X,19H LONGITUD DE PANDEO,3X,21HDEL NUMERO//)	00151600
151700	2200	FORMAT (19X,F5.2,8X,I5,6X,I5)	00151700
151800	2300	FORMAT (1H1///5X,59HLISTA DE PERFILES QUE PUEDEN SER SELECCIONADOS	00151800
151900		* EN EL DISENO//,	00151900
152000		* 5X,1H1,3X,6HPERFIL,4X,4HAREA,1X,8HR-MINIMO,3X,4HPESO/,	00152000
152100		* 18X,5HCM**2,7X,2HCM,2X,5H KG/M//)	00152100
152200	2400	FORMAT (4X,I2,3X,A6,2X,F6.2,5X,F4.2,1X,F6.2)	00152200
152300	2500	FORMAT (1H1///,	00152300
152400		* 5X,9HNO. BARRA,2X,6HLONGITUD,2X,10HCOMPRESION,2X,7HTENSION,	00152400
152500		* 2X,6HPERFIL,2X,13H CAPACIDAD A,2X,11HCAPACIDAD A/,	00152500
152600		*22X,2HCM,10X,2HKG,7X,2HKG,10X,13HCOMPRESION,KG,2X,11HTENSION, KG/)	00152600
152700	2600	FORMAT(9X,I5,F10.2,F12.0,F9.0,2X,A6,3X,F12.0,1X,F12.0)	00152700
152800	2700	FORMAT (9X,I5,F10.2,F12.0,F9.0,2X,	00152800
152900		* 67HAREA NULA PARA ESTA BARRA POR NO HABER PERFIL O TENER FUERZAS	00152900
153000		*NULAS)	00153000
153100	2800	FORMAT (///5X,27H***** PESO DE LA ESTRUCTURA,F10.0,10H KG. *****)	00153100
153200		END	00153200

APENDICE B. MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA

Todos los datos se proporcionan en formato libre, separados por comas, excepto la primera tarjeta la cual se lee con formato alfa-numérico.

No. de Nota

- a).- Asignación del título del problema, máximo 80 columnas (1 tarjeta)

Título del problema (TITULO)

- b).- Control de análisis (1 tarjeta)

Número de puntos nodales (NUMNP)

Número de casos de carga (LL)

Indicador de impresión de desplazamientos (NCID)

(1)

Indicador de impresión de fuerzas (NCIF)

(1)

- c).- Puntos nodales (1 tarjeta por cada nudo)

Identificador del nudo (N)

(2)

Identificador de restricción (NCA)

(3)

Coordenada global X (XCLF), en mts

(4)

Coordenada global Y (YCLF), en mts

(4)

Coordenada global Z (ZCLF), en mts

(4)

d).- Control de elementos estructurales (1 tarjeta)

Número de elementos (NPAR2)

e).- Elementos estructurales (1 tarjeta por cada elemento)

Identificador del elemento (NEL)

Identificador del nudo en un extremo (NI)

Identificador del nudo en el otro extremo (NJ)

Nudo que define el plano principal de inercia (NK) (5)

Número de grupo de elementos estructurales (NIG) (6)

f).- Cargas exteriores (1 tarjeta por cada nudo cargado en cada caso de carga)

Identificador del punto nodal (N) (7)

Caso de carga (L)

Carga en la dirección global X, en Kgms {R(1)}

Carga en la dirección global Y, en Kgms {R(2)}

Carga en la dirección global Z, en Kgms {R(3)}

g).- Control de diseño (1 tarjeta)

Número de perfiles disponibles (IMAX)

No. de Nota

Esfuerzo de fluencia del acero (FY), en kgms/cm²
Número de distintos grupos de elementos
de igual perfil (NNIG)

h).- Factores de longitud efectiva de pandeo (el
número de tarjetas necesario)

Primer elemento estructural (N1) (8)
Ultimo elemento estructural (N2)
Factor de longitud efectiva de pandeo (VKC)

i).- Propiedades de perfiles estructurales (IMAX tarjetas)

Identificador del perfil (PERFIL) (9)
Area de la sección transversal (AR), en cm²
Radio de giro mínimo (RZ), en cms
Peso del perfil (W), en kgms/ml

NOTAS:

1. Sí NCID = 0 imprime los desplazamientos.
Sí NCID \neq 0 no imprime los desplazamientos.
Sí NCIF = 0 imprime las fuerzas internas.
Sí NCIF \neq 0 no imprime las fuerzas internas.

2. Los puntos nodales, independientemente del identificador numérico que tengan, son numerados secuencialmente en el orden en que son alimentados.

Es conveniente notar que es ésta la numeración que tendrá influencia sobre el ancho de banda de la matriz de rigidez y en consecuencia en el tiempo de máquina empleado en el programa.

3. Internamente existe un arreglo IDT que tiene seis posiciones correspondientes a los 6 grados de libertad de un nudo. Sí NCA = 0, significa nudo libre y el arreglo IDT será 0,0,0,1,1,1. Sí NCA \neq 0 significa apoyo y el arreglo interno IDT será 1,1,1,1,1,1.

4. El sistema global de ejes deberá tomarse con el eje Z hacia arriba y el origen en el plano inferior, de apoyo, de la armadura. Esta restricción permite al programa calcular automáticamente el peso propio de la armadura. Las coordenadas se dan en mts.

5. NK es usualmente igual a cero. Si se desea definir un sistema específico de ejes de inercia será igual al identificador del punto que quede definido con el eje longitudinal del elemento y uno de los ejes principales de inercia.

6. NIG sirve para agrupar varios elementos, con el objeto de que sean diseñados con el mismo perfil estructural.

7. Debe terminar con una tarjeta donde el número de nudo cargado sea igual a cero.

8. Para una sucesión de elementos dada, de N1 a N2, se generan los intermedios con una longitud efectiva de pandeo $VKC \times L$. El número N2 de la última tarjeta debe ser igual al número total de elementos.

9. El identificador es tomado como alfanumérico, y el formato libre debe ir entre comillas.

**APENDICE C LISTADO DE RESULTADOS DEL
EJEMPLO DEL CAPITULO 5**

DISEÑO DE LA TORRE TIPO XY. LINEA AGUASCALIENTES-LEON II .

I N F O R M A C I O N G E N E R A L

NUMERO DE MIEMBROS	=	310
NUMERO DE PUNTOS NODALES	=	93
NUMERO DE CASOS DE CARGA	=	4

DATOS DE LOS PUNTOS NODALES

NUDO	COORDENADAS (CMS)			
	X	Y	Z	
1	-325.00	-325.00	0.00	APoyo
2	325.00	-325.00	0.00	APoyo
3	325.00	325.00	0.00	APoyo
4	-325.00	325.00	0.00	APoyo
5	-277.40	-277.40	400.00	
6	0.00	-277.40	400.00	
7	277.40	-277.40	400.00	
8	277.40	0.00	400.00	
9	277.40	277.40	400.00	
10	0.00	277.40	400.00	
11	-277.40	277.40	400.00	
12	-277.40	0.00	400.00	
13	-230.00	-230.00	800.00	
14	0.00	-230.00	800.00	
15	230.00	-230.00	800.00	
16	230.00	0.00	800.00	
17	230.00	230.00	800.00	
18	0.00	230.00	800.00	
19	-230.00	230.00	800.00	
20	-230.00	0.00	800.00	
21	-182.10	-182.10	1200.00	
22	0.00	-182.10	1200.00	
23	182.10	-182.10	1200.00	
24	182.10	0.00	1200.00	
25	182.10	182.10	1200.00	
26	0.00	182.10	1200.00	
27	-182.10	182.10	1200.00	
28	-182.10	0.00	1200.00	
29	-128.50	-128.50	1650.00	
30	128.50	-128.50	1650.00	
31	128.50	128.50	1650.00	
32	-128.50	128.50	1650.00	
33	-167.20	-110.60	1800.00	
34	0.00	-110.60	1800.00	
35	167.20	-110.60	1800.00	
36	167.20	110.60	1800.00	
37	0.00	110.60	1800.00	
38	-167.20	110.60	1800.00	
39	-205.80	-92.80	1950.00	
40	-122.30	-92.80	1950.00	
41	122.30	-92.80	1950.00	
42	205.80	-92.80	1950.00	
43	205.80	92.80	1950.00	
44	122.30	92.80	1950.00	
45	-122.30	92.80	1950.00	
46	-205.80	92.80	1950.00	
47	-244.50	-75.00	2100.00	
48	244.50	-75.00	2100.00	
49	244.50	75.00	2100.00	
50	-244.50	75.00	2100.00	

DATOS DE LOS PUNTOS NODALES

NUDO	COORDENADAS (CMS)		
	X	Y	Z
51	-276.70	-75.00	2225.00
52	-234.80	-75.00	2225.00
53	234.80	-75.00	2225.00
54	276.70	-75.00	2225.00
55	276.70	75.00	2225.00
56	234.80	75.00	2225.00
57	-234.80	75.00	2225.00
58	-276.70	75.00	2225.00
59	-308.90	-75.00	2350.00
60	-225.00	-75.00	2350.00
61	225.00	-75.00	2350.00
62	308.90	-75.00	2350.00
63	308.90	75.00	2350.00
64	225.00	75.00	2350.00
65	-225.00	75.00	2350.00
66	-308.90	75.00	2350.00
67	-600.00	-75.00	2350.00
68	-600.00	75.00	2350.00
69	-454.50	-75.00	2350.00
70	-467.40	-75.00	2400.00
71	-467.40	75.00	2400.00
72	-454.50	75.00	2350.00
73	-334.70	-75.00	2450.00
74	-430.00	0.00	2820.00
75	-334.70	75.00	2450.00
76	-225.00	-75.00	2450.00
77	-225.00	75.00	2450.00
78	-150.00	-75.00	2350.00
79	-150.00	75.00	2350.00
80	-75.00	-75.00	2450.00
81	-75.00	75.00	2450.00
82	0.00	-75.00	2350.00
83	0.00	75.00	2350.00
84	75.00	-75.00	2450.00
85	75.00	75.00	2450.00
86	150.00	-75.00	2350.00
87	150.00	75.00	2350.00
88	225.00	-75.00	2450.00
89	430.00	0.00	2820.00
90	225.00	75.00	2450.00
91	334.70	-75.00	2450.00
92	334.70	75.00	2450.00
93	600.00	0.00	2350.00

MODULO DE ELASTICIDAD (KG/CM**2) = 2039000.
PESO VOLUMETRICO (KG/CM**3) = 0.00785

MIEMBRO	INCIDENCIAS		GRUPO	LONGITUD (CM)
	I	J		
1	1	5	1	405.62
2	1	6	16	517.58
3	1	17	17	517.58
4	2	6	16	517.58
5	2	7	1	405.62
6	2	8	17	517.58
7	3	8	17	517.58
8	3	9	1	405.62
9	3	10	16	517.58
10	4	10	16	517.58
11	4	11	1	405.62
12	4	12	17	517.58
13	5	6	36	277.40
14	5	12	36	277.40
15	5	13	2	405.58
16	5	14	32	489.08
17	5	20	33	489.08
18	6	7	36	277.40
19	6	8	36	392.30
20	6	12	36	392.30
21	7	8	36	277.40
22	7	14	32	489.08
23	7	15	2	405.58
24	7	16	33	489.08
25	8	9	36	277.40
26	8	10	36	392.30
27	8	12	37	554.80
28	9	10	36	277.40
29	9	16	33	489.08
30	9	17	2	405.58
31	9	18	32	489.08
32	10	11	36	277.40
33	10	12	36	392.30
34	11	12	36	277.40
35	11	18	32	489.08
36	11	19	2	405.58
37	11	20	33	489.08
38	13	14	38	230.00
39	13	20	38	230.00
40	13	21	3	405.70
41	13	22	18	463.89
42	13	28	19	463.89
43	14	15	38	230.00
44	14	16	38	325.27
45	14	20	38	325.27
46	15	16	38	230.00
47	15	22	18	463.89
48	15	23	3	405.70
49	15	24	19	463.89
50	16	17	38	230.00

MIEMBRO	INCIDENCIAS		GRUPO	LONGITUD (CM)
	I	J		
51	16	18	38	325.27
52	16	20	39	460.00
53	17	18	38	230.00
54	17	24	19	463.89
55	17	25	3	405.70
56	17	26	18	463.89
57	18	19	33	230.00
58	18	20	38	325.27
59	19	20	38	230.00
60	19	26	18	463.89
61	19	27	3	405.70
62	19	28	19	463.89
63	21	22	40	182.10
64	21	28	40	182.10
65	21	29	4	456.34
66	21	30	20	549.40
67	21	32	21	549.40
68	22	23	40	182.10
69	22	24	40	257.53
70	22	28	40	257.53
71	23	24	40	182.10
72	23	29	20	549.40
73	23	30	4	456.34
74	23	31	21	549.40
75	24	25	40	182.10
76	24	26	40	257.53
77	24	28	41	364.20
78	25	26	40	182.10
79	25	30	21	549.40
80	25	31	4	456.34
81	25	32	20	549.40
82	26	27	40	182.10
83	26	28	40	257.53
84	27	28	40	182.10
85	27	29	21	549.40
86	27	31	20	549.40
87	27	32	4	456.34
88	29	30	42	257.00
89	29	31	42	363.45
90	29	32	42	257.00
91	29	33	5	155.94
92	29	34	7	198.32
93	29	37	34	310.13
94	29	38	22	284.90
95	30	31	42	257.00
96	30	32	42	363.45
97	30	34	7	198.32
98	30	35	5	155.94
99	30	36	22	284.90
100	30	37	34	310.13

MIEMBRO	INCIDENCIAS		GRUPO	LONGITUD (CM)
	I	J		
101	31	32	42	257.00
102	31	34	34	310.13
103	31	35	22	284.90
104	31	36	5	155.94
105	31	37	7	198.32
106	32	33	22	284.90
107	32	34	34	310.13
108	32	37	7	198.32
109	32	38	5	155.94
110	33	34	30	167.20
111	33	39	29	155.91
112	33	40	30	157.58
113	33	46	22	255.66
114	34	35	30	167.20
115	34	37	35	221.20
116	34	40	31	194.36
117	34	41	31	194.36
118	34	44	23	280.76
119	34	45	23	280.76
120	35	41	30	157.58
121	35	42	29	155.91
122	35	43	22	255.66
123	36	37	30	167.20
124	36	42	22	255.66
125	36	43	29	155.91
126	36	44	30	157.58
127	37	38	30	167.20
128	37	40	23	280.76
129	37	41	23	280.76
130	37	44	31	194.36
131	37	45	31	194.36
132	38	39	22	255.66
133	38	45	30	157.58
134	38	46	29	155.91
135	39	40	30	83.50
136	39	47	6	155.93
137	39	50	22	228.37
138	40	47	8	194.29
139	40	50	23	256.10
140	41	42	30	83.50
141	41	48	8	194.29
142	41	49	23	256.10
143	42	48	6	155.93
144	42	49	22	228.37
145	43	44	30	83.50
146	43	48	22	228.37
147	43	49	6	155.93
148	44	48	23	256.10
149	44	49	8	194.29
150	45	46	30	83.50

151	45	47	23	256.10
152	45	50	8	194.29
153	46	47	22	228.87
154	46	50	6	155.93
155	47	50	35	150.00
156	47	51	9	129.08
157	47	52	10	125.38
158	47	57	25	195.50
159	47	58	24	197.89
160	48	49	35	150.00
161	48	53	10	125.38
162	48	54	9	129.08
163	48	55	24	197.89
164	48	56	25	195.50
165	49	53	25	195.50
166	49	54	24	197.89
167	49	55	9	129.08
168	49	56	10	125.38
169	50	51	24	197.89
170	50	52	25	195.50
171	50	57	10	125.38
172	50	58	9	129.08
173	51	52	30	41.90
174	51	59	9	129.08
175	51	60	30	135.27
176	51	66	24	197.89
177	52	60	10	125.38
178	52	65	25	195.50
179	53	54	30	41.90
180	53	61	10	125.38
181	53	64	25	195.50
182	54	61	30	135.27
183	54	62	9	129.08
184	54	63	24	197.89
185	55	56	30	41.90
186	55	62	24	197.89
187	55	63	9	129.08
188	55	64	30	135.27
189	56	61	25	195.50
190	56	64	10	125.38
191	57	58	30	41.90
192	57	60	25	195.50
193	57	65	10	125.38
194	58	59	24	197.89
195	58	65	30	135.27
196	58	66	9	129.08
197	59	60	43	83.90
198	59	65	51	171.87
199	59	66	49	150.00
200	59	69	47	145.60

MEMBRANO	ADDENDOS		GRUPO	LONGITUD (CM)
	I	J		
201	59	72	50	209.04
202	59	73	55	103.27
203	59	75	54	182.11
204	59	76	15	130.53
205	60	65	49	150.00
206	60	66	51	171.87
207	60	76	56	100.00
208	60	78	44	75.00
209	60	79	53	167.71
210	61	62	43	83.90
211	61	63	51	171.87
212	61	64	49	150.00
213	61	86	44	75.00
214	61	87	53	167.71
215	61	88	56	100.00
216	62	63	49	150.00
217	62	64	51	171.87
218	62	88	15	130.53
219	62	91	55	103.27
220	62	92	54	182.11
221	62	93	11	300.61
222	63	64	43	83.90
223	63	90	15	130.53
224	63	91	54	182.11
225	63	92	55	103.27
226	63	93	11	300.61
227	64	86	53	167.71
228	64	87	44	75.00
229	64	90	56	100.00
230	65	66	43	83.90
231	65	77	56	100.00
232	65	78	53	167.71
233	65	79	44	75.00
234	66	69	50	209.04
235	66	72	47	145.60
236	66	73	54	182.11
237	66	75	55	103.27
238	66	77	15	130.53
239	67	68	49	150.00
240	67	69	47	145.60
241	67	70	48	141.71
242	67	71	50	206.36
243	67	72	50	208.97
244	68	69	50	208.97
245	68	70	50	206.36
246	68	71	48	141.71
247	68	72	47	145.60
248	69	70	30	51.64
249	69	73	30	156.05
250	70	73	48	141.81

MIEMBRO	INCIDENCIAS		GRUPO	LONGITUD (CM)
	I	J		
251	70	75	50	206.42
252	71	72	30	51.64
253	71	73	50	206.42
254	71	75	48	141.31
255	72	75	30	156.05
256	73	74	13	389.37
257	73	75	49	150.00
258	73	76	57	109.70
259	73	77	52	185.33
260	74	75	13	389.37
261	74	76	14	429.59
262	74	77	14	429.59
263	75	76	52	185.33
264	75	77	57	109.70
265	76	77	49	150.00
266	76	78	28	125.00
267	76	80	46	150.00
268	76	81	27	212.13
269	77	79	29	125.00
270	77	80	27	212.13
271	77	81	46	150.00
272	78	80	28	125.00
273	78	82	45	150.00
274	78	83	26	212.13
275	79	81	28	125.00
276	79	82	26	212.13
277	79	83	45	150.00
278	80	82	28	125.00
279	80	84	46	150.00
280	80	85	27	212.13
281	81	83	28	125.00
282	81	84	27	212.13
283	81	85	46	150.00
284	82	83	49	150.00
285	82	84	28	125.00
286	82	86	45	150.00
287	82	87	26	212.13
288	83	85	28	125.00
289	83	86	26	212.13
290	83	87	45	150.00
291	84	86	28	125.00
292	84	88	46	150.00
293	84	90	27	212.13
294	85	87	28	125.00
295	85	88	27	212.13
296	85	90	46	150.00
297	86	88	28	125.00
298	87	90	28	125.00
299	88	89	14	429.59
300	88	90	49	150.00

MIEMBRO	INCIDENCIAS		GRUPO	LONGITUD (CM)
	I	J		
301	88	91	57	109.70
302	88	92	52	185.83
303	89	90	14	429.59
304	89	91	13	389.37
305	89	92	13	389.37
306	90	91	52	185.83
307	90	92	57	109.70
308	91	92	49	150.00
309	91	93	12	293.27
310	92	93	12	293.27

PARAMETROS DE LAS ECUACIONES

NUMERO TOTAL DE ECUACIONES	=	267
ANCHO DE SEMIBANDA	=	96
NUMERO DE ECUACIONES EN UN BLOQUE	=	74
NUMERO DE BLOQUES	=	4

DATOS DE LAS CARGAS

NUDO	NO. DE CONDICION DE CARGA	FX (KG)	FY (KG)	FZ (KG)
5	1	380.00	0.00	-850.00
	2	238.00	0.00	-531.00
	3	238.00	0.00	-531.00
	4	238.00	0.00	-531.00
7	1	0.00	0.00	-850.00
	2	0.00	0.00	-531.00
	3	0.00	0.00	-531.00
	4	0.00	0.00	-531.00
9	1	0.00	0.00	-850.00
	2	0.00	0.00	-531.00
	3	0.00	0.00	-531.00
	4	0.00	0.00	-531.00
11	1	380.00	0.00	-850.00
	2	238.00	0.00	-531.00
	3	238.00	0.00	-531.00
	4	238.00	0.00	-531.00
13	1	450.00	0.00	-800.00
	2	281.00	0.00	-500.00
	3	281.00	0.00	-500.00
	4	281.00	0.00	-500.00
15	1	0.00	0.00	-800.00
	2	0.00	0.00	-500.00
	3	0.00	0.00	-500.00
	4	0.00	0.00	-500.00
17	1	0.00	0.00	-800.00
	2	0.00	0.00	-500.00
	3	0.00	0.00	-500.00
	4	0.00	0.00	-500.00
19	1	450.00	0.00	-800.00
	2	281.00	0.00	-500.00
	3	281.00	0.00	-500.00
	4	281.00	0.00	-500.00

DATOS DE LAS CARGAS

NUDO	NO. DE CONDICION DE CARGA	FX (KG)	FY (KG)	FZ (KG)
21	1	400.00	0.00	-900.00
21	2	250.00	0.00	-562.00
21	3	250.00	0.00	-562.00
21	4	250.00	0.00	-562.00
23	1	0.00	0.00	-900.00
23	2	0.00	0.00	-562.00
23	3	0.00	0.00	-562.00
23	4	0.00	0.00	-562.00
25	1	0.00	0.00	-900.00
25	2	0.00	0.00	-562.00
25	3	0.00	0.00	-562.00
25	4	0.00	0.00	-562.00
27	1	400.00	0.00	-900.00
27	2	250.00	0.00	-562.00
27	3	250.00	0.00	-562.00
27	4	250.00	0.00	-562.00
29	1	400.00	0.00	-750.00
29	2	250.00	0.00	-469.00
29	3	250.00	0.00	-469.00
29	4	250.00	0.00	-469.00
30	1	0.00	0.00	-750.00
30	2	0.00	0.00	-469.00
30	3	0.00	0.00	-469.00
30	4	0.00	0.00	-469.00
31	1	0.00	0.00	-750.00
31	2	0.00	0.00	-469.00
31	3	0.00	0.00	-469.00
31	4	0.00	0.00	-469.00
32	1	400.00	0.00	-750.00
32	2	250.00	0.00	-469.00
32	3	250.00	0.00	-469.00
32	4	250.00	0.00	-469.00

DATOS DE LAS CARGAS

NUDO	NO. DE CONDICION DE CARGA	FX (KG)	FY (KG)	FZ (KG)
47	1	300.00	0.00	-700.00
47	2	188.00	0.00	-438.00
47	3	188.00	0.00	-438.00
47	4	188.00	0.00	-438.00
48	1	0.00	0.00	-700.00
48	2	0.00	0.00	-438.00
48	3	0.00	0.00	-438.00
48	4	0.00	0.00	-438.00
49	1	0.00	0.00	-700.00
49	2	0.00	0.00	-438.00
49	3	0.00	0.00	-438.00
49	4	0.00	0.00	-438.00
50	1	300.00	0.00	-700.00
50	2	188.00	0.00	-438.00
50	3	188.00	0.00	-438.00
50	4	188.00	0.00	-438.00
59	1	250.00	0.00	-500.00
59	2	156.00	0.00	-312.00
59	3	156.00	0.00	-312.00
59	4	156.00	0.00	-312.00
60	1	0.00	0.00	-500.00
60	2	0.00	0.00	-312.00
60	3	0.00	0.00	-312.00
60	4	0.00	0.00	-312.00
61	1	0.00	0.00	-500.00
61	2	0.00	0.00	-312.00
61	3	0.00	0.00	-312.00
61	4	0.00	0.00	-312.00
62	1	0.00	0.00	-500.00
62	2	0.00	0.00	-312.00
62	3	0.00	0.00	-312.00
62	4	0.00	0.00	-312.00

DATOS DE LAS CARGAS

NUDO	NO. DE CONDICION DE CARGA	FX (KG)	FY (KG)	FZ (KG)
63	1	0.00	0.00	-500.00
63	2	0.00	0.00	-312.00
63	3	0.00	0.00	-312.00
63	4	0.00	0.00	-312.00
64	1	0.00	0.00	-500.00
64	2	0.00	0.00	-312.00
64	3	0.00	0.00	-312.00
64	4	0.00	0.00	-312.00
65	1	0.00	0.00	-500.00
65	2	0.00	0.00	-312.00
65	3	0.00	0.00	-312.00
65	4	0.00	0.00	-312.00
66	1	250.00	0.00	-500.00
66	2	156.00	0.00	-312.00
66	3	156.00	0.00	-312.00
66	4	156.00	0.00	-312.00
67	1	2930.00	0.00	-1383.00
67	2	1831.00	0.00	-864.00
67	3	1831.00	0.00	-864.00
67	4	1831.00	0.00	-864.00
68	1	2930.00	0.00	-1383.00
68	2	1831.00	0.00	-864.00
68	3	1831.00	0.00	-864.00
68	4	1831.00	0.00	-864.00
74	1	1612.00	0.00	-786.00
74	2	1008.00	0.00	-491.00
74	3	1008.00	0.00	-491.00
74	4	1008.00	0.00	-491.00
82	1	2930.00	0.00	-1383.00
82	2	1831.00	0.00	-864.00
82	3	1831.00	0.00	-864.00
82	4	0.00	-5456.00	-864.00

DATOS DE LAS CARGAS

NUDO	NO. DE CONDICION DE CARGA	FX (KG)	FY (KG)	FZ (KG)
83	1	2930.00	0.00	-1383.00
83	2	1831.00	0.00	-864.00
83	3	1831.00	0.00	-864.00
83	4	1831.00	0.00	-864.00
89	1	1612.00	0.00	-786.00
89	2	504.00	-1500.00	-491.00
89	3	1008.00	0.00	-491.00
89	4	1008.00	0.00	-491.00
93	1	5860.00	0.00	-2766.00
93	2	3662.00	0.00	-1728.00
93	3	1831.00	-5456.00	-1728.00
93	4	3662.00	0.00	-1728.00

T I E M P O S (S E G U N D O S) E M P L E A D O S E N E L A N A L I S I S

SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES=	3.92
IMPRESION DE LOS DESPLAZAMIENTOS =	0.10
CALCULO E IMPRESION DE LAS FUERZAS=	3.40

DATOS PARA EL DISEÑO

NUMERO MAXIMO DE PERFILES = 54
NUMERO DE CONDICIONES DE CARGA = 4
ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ACERO (KG/CM**2) = 2530.

VALOR DEL FACTOR DE LONGITUD DE PANDEO PARA LAS BARRAS DEL NUMERO AL NUMERO/
1.00 1 310

LISTA DE PERFILES QUE PUEDEN SER SELECCIONADOS EN EL DISEÑO

I	PERFIL	AREA CM**2	R-MINIMO CM	PESO KG/M
1	A19X48	1.59	0.38	1.25
2	A22X48	1.90	0.46	1.49
3	A25X48	2.21	0.48	1.73
4	A25X63	2.80	0.48	2.22
5	A32X48	2.81	0.61	2.20
6	A38X48	3.43	0.74	2.68
7	A32X63	3.72	0.61	2.86
8	A04X05	4.03	0.89	3.15
9	A38X63	4.40	0.74	3.48
10	A05X05	4.61	1.02	3.63
11	A04X06	5.20	0.86	4.12
12	A38X79	5.40	0.74	4.26
13	A06X05	5.81	1.24	4.61
14	A05X06	6.06	0.99	4.75
15	A38X95	6.34	0.74	4.99
16	A04X08	6.39	0.86	5.04
17	A05X08	7.42	0.99	5.83
18	A06X06	7.68	1.24	6.10
19	A05X10	8.77	0.99	6.99
20	A08X06	9.29	1.59	7.29
21	A06X08	9.48	1.22	7.44
22	A06X10	11.16	1.22	8.78
23	A08X08	11.48	1.50	9.08
24	A10X06	12.52	2.01	9.82
25	A08X10	13.61	1.47	10.72
26	A10X08	15.48	2.01	12.20
27	A08X11	15.68	1.47	12.35
28	A08X13	17.74	1.47	13.99
29	A10X10	18.45	2.01	14.58
30	A10X11	21.35	1.98	16.82
31	A08X16	21.68	1.45	17.11
32	A13X10	23.29	2.51	18.30
33	A10X13	24.19	1.98	19.05
34	A13X11	26.97	2.49	21.23
35	A15X10	28.13	3.02	22.17
36	A10X16	29.74	1.95	23.36
37	A13X13	30.65	2.49	24.11
38	A15X11	32.65	3.02	25.60
39	A10X19	35.10	1.95	27.53
40	A15X13	37.10	3.00	29.17
41	A13X16	37.81	2.46	29.76
42	A15X14	41.48	3.00	32.59
43	A13X19	44.77	2.46	35.12
44	A15X16	45.87	3.00	36.01
45	A15X19	54.45	2.97	42.71
46	A15X22	62.77	2.97	49.26
47	A15X25	70.97	2.95	55.66
48	P18X22	78.94	3.50	61.98
49	P18X25	90.32	3.50	70.84
50	P18X29	101.70	3.50	79.68

LISTA DE PERFILES QUE PUEDEN SER SELECCIONADOS EN EL DISEÑO

I	PERFIL	AREA CM**2	R-MINIMO CM	PESO KG/M
51	P18X32	112.73	3.50	86.55
52	P18X33	135.48	3.50	106.26
53	P18X41	146.86	3.50	115.10
54	P18X45	158.24	3.50	123.97

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
1	405.62	0.	34538.	A15X16	50494.	98643.
5	405.62	49683.	0.	A15X16	50494.	98643.
8	405.62	49683.	0.	A15X16	50494.	98643.
11	405.62	0.	34538.	A15X16	50494.	98643.
15	405.58	0.	33315.	A15X16	50506.	98643.
23	405.58	46735.	0.	A15X16	50506.	98643.
30	405.58	46735.	0.	A15X16	50506.	98643.
36	405.58	0.	33315.	A15X16	50506.	98643.
40	405.70	0.	31576.	A15X14	45645.	89203.
48	405.70	43377.	0.	A15X14	45645.	89203.
55	405.70	43377.	0.	A15X14	45645.	89203.
61	405.70	0.	31576.	A15X14	45645.	89203.
65	456.34	0.	21455.	A15X11	28776.	70214.
73	456.34	26277.	0.	A15X11	28776.	70214.
80	456.34	26277.	0.	A15X11	28776.	70214.
87	456.34	0.	21455.	A15X11	28776.	70214.
91	155.94	0.	16455.	A10X06	25683.	26924.
98	155.94	24668.	0.	A10X06	25683.	26924.
104	155.94	24024.	0.	A10X06	25683.	26924.
109	155.94	0.	16455.	A10X06	25683.	26924.
136	155.93	0.	16017.	A10X06	25684.	26924.
143	155.93	23264.	0.	A10X06	25684.	26924.
147	155.93	23264.	0.	A10X06	25684.	26924.
154	155.93	0.	16017.	A10X06	25684.	26924.
92	198.32	775.	14276.	A10X06	21983.	26924.
97	198.32	15307.	0.	A10X06	21983.	26924.
105	198.32	15307.	0.	A10X06	21983.	26924.
108	198.32	0.	16171.	A10X06	21983.	26924.
138	194.29	16342.	0.	A10X06	22373.	26924.
141	194.29	0.	15429.	A10X06	22373.	26924.
149	194.29	0.	15429.	A10X06	22373.	26924.
152	194.29	16342.	0.	A10X06	22373.	26924.
156	129.08	19148.	0.	A08X08	22284.	24688.
162	129.08	4133.	10616.	A08X08	22284.	24688.
167	129.08	0.	14659.	A08X08	22284.	24688.
172	129.08	19148.	0.	A08X08	22284.	24688.
174	129.08	18929.	0.	A08X08	22284.	24688.
183	129.08	0.	10196.	A08X08	22284.	24688.
187	129.08	0.	10196.	A08X08	22284.	24688.
196	129.08	18929.	0.	A08X08	22284.	24688.
157	125.38	0.	21950.	A08X08	22667.	24688.
161	125.38	20507.	0.	A08X08	22667.	24688.
168	125.38	20507.	0.	A08X08	22667.	24688.
171	125.38	0.	21950.	A08X08	22667.	24688.
177	125.38	0.	22138.	A08X08	22666.	24688.
180	125.38	20722.	0.	A08X08	22666.	24688.
190	125.38	20722.	0.	A08X08	22666.	24688.
193	125.38	0.	22138.	A08X08	22666.	24688.
221	300.61	7425.	0.	A10X06	11265.	26924.
226	300.61	763.	4582.	A10X06	11265.	26924.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
309	293.27	2276.	4056.	A06X06	2763.	16516.
310	293.27	0.	7344.	A06X06	2763.	16516.
256	389.37	0.	2088.	A10X06	6714.	26924.
260	389.37	0.	2088.	A10X06	6714.	26924.
304	389.37	3634.	0.	A10X06	6714.	26924.
305	389.37	3634.	485.	A10X06	6714.	26924.
261	429.59	2760.	0.	A10X06	5516.	26924.
262	429.59	2760.	0.	A10X06	5516.	26924.
299	429.59	786.	3553.	A10X06	5516.	26924.
303	429.59	0.	3553.	A10X06	5516.	26924.
204	130.53	24181.	0.	A10X06	27477.	26924.
218	130.53	0.	20104.	A10X06	27477.	26924.
223	130.53	0.	20104.	A10X06	27477.	26924.
238	130.53	24181.	0.	A10X06	27477.	26924.
2	517.58	1122.	2149.	A13X10	11022.	50085.
4	517.58	2149.	1122.	A13X10	11022.	50085.
9	517.58	3570.	0.	A13X10	11022.	50085.
10	517.58	0.	3570.	A13X10	11022.	50085.
3	517.58	256.	1997.	A13X10	11022.	50085.
6	517.58	2707.	0.	A13X10	11022.	50085.
7	517.58	0.	2707.	A13X10	11022.	50085.
12	517.58	1997.	256.	A13X10	11022.	50085.
41	463.89	2927.	2927.	A10X10	6971.	39677.
47	463.89	2927.	2939.	A10X10	6971.	39677.
56	463.89	6148.	0.	A10X10	6971.	39677.
60	463.89	0.	6148.	A10X10	6971.	39677.
42	463.89	481.	3850.	A10X08	5849.	33290.
49	463.89	5191.	0.	A10X08	5849.	33290.
54	463.89	0.	5191.	A10X08	5849.	33290.
62	463.89	3850.	481.	A10X08	5849.	33290.
66	549.40	8393.	1059.	A13X10	9782.	50085.
72	549.40	5482.	0.	A13X10	9782.	50085.
81	549.40	4866.	480.	A13X10	9782.	50085.
86	549.40	0.	9240.	A13X10	9782.	50085.
67	549.40	0.	12221.	A15X10	17105.	60494.
74	549.40	15090.	0.	A15X10	17105.	60494.
79	549.40	15090.	0.	A15X10	17105.	60494.
85	549.40	0.	12221.	A15X10	17105.	60494.
94	284.90	0.	822.	A06X05	2215.	12494.
99	284.90	1404.	0.	A06X05	2215.	12494.
103	284.90	1404.	0.	A06X05	2215.	12494.
106	284.90	0.	822.	A06X05	2215.	12494.
113	255.66	1006.	0.	A06X05	2751.	12494.
122	255.66	0.	1723.	A06X05	2751.	12494.
124	255.66	0.	1723.	A06X05	2751.	12494.
132	255.66	1006.	0.	A06X05	2751.	12494.
137	228.37	0.	1326.	A06X05	3447.	12494.
144	228.37	2270.	0.	A06X05	3447.	12494.
146	228.37	2270.	0.	A06X05	3447.	12494.
153	228.37	0.	1326.	A06X05	3447.	12494.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
118	280.76	2714.	0.	A06X06	3015.	16516.
119	280.76	243.	1360.	A06X06	3015.	16516.
128	280.76	210.	1404.	A06X06	3015.	16516.
129	280.76	1011.	1624.	A06X06	3015.	16516.
139	256.10	1888.	282.	A06X06	3623.	16516.
142	256.10	2184.	1359.	A06X06	3623.	16516.
148	256.10	0.	3651.	A06X06	3623.	16516.
151	256.10	1956.	327.	A06X06	3623.	16516.
159	197.89	1232.	1951.	A06X06	6068.	16516.
163	197.89	5501.	0.	A06X06	6068.	16516.
166	197.89	303.	5103.	A06X06	6068.	16516.
169	197.89	1797.	1392.	A06X06	6068.	16516.
176	197.89	1392.	1797.	A06X06	6068.	16516.
184	197.89	5103.	303.	A06X06	6068.	16516.
186	197.89	0.	5501.	A06X06	6068.	16516.
194	197.89	1951.	1232.	A06X06	6068.	16516.
158	195.50	273.	145.	A04X05	1681.	8667.
164	195.50	416.	347.	A04X05	1681.	8667.
165	195.50	541.	197.	A04X05	1681.	8667.
170	195.50	0.	399.	A04X05	1681.	8667.
178	195.50	399.	0.	A04X05	1681.	8667.
181	195.50	197.	541.	A04X05	1681.	8667.
189	195.50	347.	416.	A04X05	1681.	8667.
192	195.50	145.	273.	A04X05	1681.	8667.
274	212.13	1129.	3253.	A06X05	3995.	12494.
276	212.13	2561.	2343.	A06X05	3995.	12494.
287	212.13	897.	2323.	A06X05	3995.	12494.
289	212.13	3491.	0.	A06X05	3995.	12494.
268	212.13	874.	309.	A04X05	1428.	8667.
270	212.13	0.	1246.	A04X05	1428.	8667.
280	212.13	1246.	0.	A04X05	1428.	8667.
282	212.13	309.	874.	A04X05	1428.	8667.
293	212.13	874.	309.	A04X05	1428.	8667.
295	212.13	0.	1246.	A04X05	1428.	8667.
266	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
269	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
272	125.00	0.	7880.	A06X05	10005.	12494.
275	125.00	0.	7880.	A06X05	10005.	12494.
278	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
281	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
285	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
288	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
291	125.00	9608.	0.	A06X05	10005.	12494.
294	125.00	9608.	0.	A06X05	10005.	12494.
297	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
298	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
111	155.91	0.	17533.	A10X08	31759.	33290.
121	155.91	25861.	0.	A10X08	31759.	33290.
125	155.91	25861.	0.	A10X08	31759.	33290.
134	155.91	0.	17533.	A10X08	31759.	33290.

NO.	BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
110		167.20	2.	1.	A38X48	1352.	7376.
112		157.58	19.	0.	A38X48	1522.	7376.
114		167.20	0.	8.	A38X48	1352.	7376.
120		157.58	0.	23.	A38X48	1522.	7376.
123		167.20	3.	4.	A38X48	1352.	7376.
126		157.58	0.	23.	A38X48	1522.	7376.
127		167.20	2.	1.	A38X48	1352.	7376.
133		157.58	19.	0.	A38X48	1522.	7376.
135		83.50	0.	11.	A38X48	5205.	7376.
140		83.50	16.	0.	A38X48	5205.	7376.
145		83.50	16.	0.	A38X48	5205.	7376.
150		83.50	0.	11.	A38X48	5205.	7376.
173		41.90	0.	18.	A38X48	7803.	7376.
175		135.27	28.	0.	A38X48	2066.	7376.
179		41.90	16.	0.	A38X48	7803.	7376.
192		135.27	0.	27.	A38X48	2066.	7376.
185		41.90	16.	0.	A38X48	7803.	7376.
188		135.27	0.	27.	A38X48	2066.	7376.
191		41.90	0.	18.	A38X48	7803.	7376.
195		135.27	28.	0.	A38X48	2066.	7376.
248		51.64	1.	0.	A38X48	7350.	7376.
249		156.05	0.	1.	A38X48	1552.	7376.
252		51.64	1.	0.	A38X48	7350.	7376.
255		156.05	0.	1.	A38X48	1552.	7376.
116		194.36	18139.	0.	A10X06	22367.	26924.
117		194.36	0.	17137.	A10X06	22367.	26924.
130		194.36	0.	17137.	A10X06	22367.	26924.
131		194.36	18139.	0.	A10X06	22367.	26924.
16		489.08	1714.	2509.	A10X08	5262.	33290.
22		489.08	2509.	1714.	A10X08	5262.	33290.
31		489.08	4525.	0.	A10X08	5262.	33290.
35		489.08	0.	4525.	A10X08	5262.	33290.
17		489.08	352.	2670.	A10X06	4256.	26924.
24		489.08	3639.	0.	A10X06	4256.	26924.
29		489.08	0.	3639.	A10X06	4256.	26924.
37		489.08	2670.	352.	A10X06	4256.	26924.
93		310.13	0.	2607.	A08X06	4914.	19978.
100		310.13	3603.	0.	A08X06	4914.	19978.
102		310.13	2540.	814.	A08X06	4914.	19978.
107		310.13	0.	2607.	A08X06	4914.	19978.
115		221.20	102.	0.	A04X05	1313.	8667.
155		150.00	0.	68.	A04X05	2855.	8667.
160		150.00	108.	0.	A04X05	2855.	8667.
13		277.40	1644.	509.	A08X06	6142.	19978.
14		277.40	1314.	107.	A08X0	6142.	19978.
18		277.40	887.	1055.	A08X06	6142.	19978.
19		392.30	9.	0.	A08X06	3071.	19978.
20		392.30	0.	9.	A08X06	3071.	19978.
21		277.40	125.	1630.	A08X06	6142.	19978.
25		277.40	1783.	0.	A08X06	6142.	19978.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
26	392.30	0.	9.	A08X06	3071.	19978.
28	277.40	0.	2056.	A08X06	6142.	19978.
32	277.40	2415.	0.	A08X06	6142.	19978.
33	392.30	9.	0.	A08X06	3071.	19978.
34	277.40	215.	1207.	A08X06	6142.	19978.
27	554.80	0.	0.	A13X10	9593.	50085.
38	230.00	1736.	803.	A08X06	8935.	19978.
39	230.00	1582.	119.	A08X06	8935.	19978.
43	230.00	1170.	1111.	A08X06	8935.	19978.
44	325.27	0.	20.	A08X06	4467.	19978.
45	325.27	20.	0.	A08X06	4467.	19978.
46	230.00	38.	2022.	A08X06	8935.	19978.
50	230.00	2077.	0.	A08X06	8935.	19978.
51	325.27	20.	0.	A08X06	4467.	19978.
53	230.00	0.	2374.	A08X06	8935.	19978.
57	230.00	2788.	0.	A08X06	8935.	19978.
58	325.27	0.	20.	A08X06	4467.	19978.
59	230.00	282.	1418.	A08X06	8935.	19978.
52	460.00	0.	0.	A10X06	4811.	26924.
63	182.10	982.	3614.	A06X06	7166.	16516.
64	182.10	5804.	0.	A06X06	7166.	16516.
68	182.10	27.	2477.	A06X06	7166.	16516.
69	257.53	0.	513.	A06X06	3583.	16516.
70	257.53	513.	0.	A06X06	3583.	16516.
71	182.10	0.	6924.	A06X06	7166.	16516.
75	182.10	0.	6924.	A06X06	7166.	16516.
76	257.53	513.	0.	A06X06	3583.	16516.
78	182.10	301.	2199.	A06X06	7166.	16516.
82	182.10	4623.	0.	A06X06	7166.	16516.
83	257.53	0.	513.	A06X06	3583.	16516.
84	182.10	5804.	0.	A06X06	7166.	16516.
77	364.20	0.	0.	A08X06	3563.	19978.
88	257.00	490.	1769.	A10X06	15412.	26924.
89	363.45	0.	1764.	A10X06	7706.	26924.
90	257.00	10844.	0.	A10X06	15412.	26924.
95	257.00	0.	12674.	A10X06	15412.	26924.
96	363.45	1464.	212.	A10X06	7706.	26924.
101	257.00	2367.	0.	A10X06	15412.	26924.
197	83.90	0.	12587.	A06X06	16635.	16516.
210	83.90	16334.	0.	A06X06	16635.	16516.
222	83.90	16334.	0.	A06X06	16635.	16516.
280	83.90	0.	12587.	A06X06	16635.	16516.
208	75.00	0.	15557.	A08X06	21860.	19978.
213	75.00	19419.	0.	A08X06	21860.	19978.
228	75.00	19419.	0.	A08X06	21860.	19978.
233	75.00	0.	15557.	A08X06	21860.	19978.
273	150.00	0.	5349.	A06X05	7939.	12494.
277	150.00	206.	5349.	A06X05	7939.	12494.
286	150.00	7031.	0.	A06X05	7939.	12494.
290	150.00	7201.	0.	A06X05	7939.	12494.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
267	150.00	8325.	0.	A06X06	10494.	16516.
271	150.00	8325.	0.	A06X06	10494.	16516.
279	150.00	1885.	1871.	A06X06	10494.	16516.
283	150.00	0.	3702.	A06X06	10494.	16516.
292	150.00	0.	12661.	A06X06	10494.	16516.
296	150.00	0.	12661.	A06X06	10494.	16516.
200	145.60	6521.	0.	A06X05	8330.	12494.
235	145.60	6521.	0.	A06X05	8330.	12494.
240	145.50	6676.	0.	A06X05	8338.	12494.
247	145.50	6676.	0.	A06X05	8338.	12494.
241	141.71	0.	3880.	A22X48	0.	4086.
246	141.71	0.	3880.	A22X48	0.	4086.
250	141.81	0.	3960.	A22X48	0.	4086.
254	141.81	0.	3960.	A22X48	0.	4086.
199	150.00	1276.	0.	A38X48	1680.	7376.
205	150.00	1186.	0.	A38X48	1680.	7376.
212	150.00	0.	1324.	A38X48	1680.	7376.
216	150.00	0.	2622.	A38X48	1680.	7376.
239	150.00	123.	0.	A38X48	1680.	7376.
257	150.00	717.	0.	A38X48	1680.	7376.
265	150.00	426.	0.	A38X48	1680.	7376.
284	150.00	0.	2401.	A38X48	1680.	7376.
300	150.00	1402.	0.	A38X48	1680.	7376.
308	150.00	456.	0.	A38X48	1680.	7376.
201	209.04	291.	22.	A04X05	1470.	8667.
234	209.04	139.	170.	A04X05	1470.	8667.
242	206.36	189.	119.	A04X05	1509.	8667.
243	208.97	22.	291.	A04X05	1471.	8667.
244	208.97	170.	139.	A04X05	1471.	8667.
245	206.36	40.	266.	A04X05	1509.	8667.
251	206.42	266.	40.	A04X05	1508.	8667.
253	206.42	119.	189.	A04X05	1508.	8667.
198	171.87	0.	3576.	A06X05	6086.	12494.
206	171.87	1397.	2229.	A06X05	6086.	12494.
211	171.87	2390.	961.	A06X05	6086.	12494.
217	171.87	3715.	0.	A06X05	6086.	12494.
259	185.83	394.	854.	A04X05	1860.	8667.
263	185.83	0.	1454.	A04X05	1860.	8667.
302	185.83	460.	698.	A04X05	1860.	8667.
306	185.83	0.	1326.	A04X05	1860.	8667.
209	167.71	1852.	2025.	A05X05	3432.	9914.
214	167.71	1836.	709.	A05X05	3432.	9914.
227	167.71	0.	2760.	A05X05	3432.	9914.
232	167.71	2572.	892.	A05X05	3432.	9914.
203	182.11	1201.	0.	A04X05	1937.	8667.
220	182.11	995.	0.	A04X05	1937.	8667.
224	182.11	699.	171.	A04X05	1937.	8667.
236	182.11	403.	760.	A04X05	1937.	8667.
202	103.27	0.	849.	A04X05	5881.	8667.
219	103.27	4598.	0.	A04X05	5881.	8667.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION,KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
225	103.27	4598.	131.	A04X05	5881.	8667.
237	103.27	0.	1010.	A04X05	5881.	8667.
207	100.00	0.	22451.	A06X10	22273.	24000.
215	100.00	20028.	0.	A06X10	22273.	24000.
229	100.00	20028.	0.	A06X10	22273.	24000.
231	100.00	0.	22451.	A06X10	22273.	24000.
258	109.70	0.	3521.	A32X63	2315.	8000.
264	109.70	0.	3521.	A32X63	2315.	8000.
301	109.70	3041.	3616.	A32X63	2315.	8000.
307	109.70	0.	7562.	A32X63	2315.	8000.

***** PESO DE LA ESTRUCTURA 7987. KG. *****

TIEMPOS (SEGUNDOS) EMPLEADOS EN LA SOLUCION DEL PROBLEMA

LECTURA DE LOS DATOS DE LOS PUNTOS NODALES	=	0.28
FORMACION DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ	=	9.53
LECTURA Y FORMACION DE LA MATRIZ DE CARGAS	=	0.32
FORMACION DE MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA	=	7.97
SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES (ANALISIS)	=	7.85
DISEÑO	=	1.02
SUMA DE LOS TIEMPOS ANTERIORES(6)	=	26.97
SUMA DE LOS TIEMPOS DE EJECUCION DE CADA ITERACION	=	26.97

T I E M P O S (S E G U N D O S) E M P L E A D O S E N E L A N A L I S I S

SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES=	3.77
IMPRESION DE LOS DESPLAZAMIENTOS =	0.08
CALCULO E IMPRESION DE LAS FUERZAS=	3.43

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSIÓN KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSIÓN, KG
1	405.62	0.	34538.	A15X16	50494.	98643.
5	405.62	49683.	0.	A15X16	50494.	98643.
8	405.62	49683.	0.	A15X16	50494.	98643.
11	405.62	0.	34538.	A15X16	50494.	98643.
15	405.58	0.	33315.	A15X16	50506.	98643.
23	405.58	46735.	0.	A15X16	50506.	98643.
30	405.58	46735.	0.	A15X16	50506.	98643.
36	405.58	0.	33315.	A15X16	50506.	98643.
40	405.70	0.	31576.	A15X14	45645.	89203.
48	405.70	43377.	0.	A15X14	45645.	89203.
55	405.70	43377.	0.	A15X14	45645.	89203.
61	405.70	0.	31576.	A15X14	45645.	89203.
65	456.34	0.	23970.	A15X13	32267.	79784.
73	456.34	29675.	0.	A15X13	32267.	79784.
80	456.34	29675.	0.	A15X13	32267.	79784.
87	456.34	0.	23970.	A15X13	32267.	79784.
91	155.94	0.	16656.	A10X08	31755.	33290.
98	155.94	25800.	0.	A10X08	31755.	33290.
104	155.94	24132.	0.	A10X08	31755.	33290.
109	155.94	0.	16656.	A10X08	31755.	33290.
136	155.93	0.	16321.	A10X06	25684.	26924.
143	155.93	24058.	0.	A10X06	25684.	26924.
147	155.93	23591.	0.	A10X06	25684.	26924.
154	155.93	0.	16321.	A10X06	25684.	26924.
92	198.32	441.	14229.	A10X06	21983.	26924.
97	198.32	15446.	0.	A10X06	21983.	26924.
105	198.32	15446.	0.	A10X06	21983.	26924.
108	198.32	0.	15708.	A10X06	21983.	26924.
138	194.29	16793.	0.	A10X06	22373.	26924.
141	194.29	0.	15651.	A10X06	22373.	26924.
149	194.29	0.	15651.	A10X06	22373.	26924.
152	194.29	16793.	0.	A10X06	22373.	26924.
156	129.08	12358.	0.	A08X08	22284.	24688.
162	129.08	5828.	10595.	A08X08	22284.	24688.
167	129.08	0.	16267.	A08X08	22284.	24688.
172	129.08	19358.	0.	A08X08	22284.	24688.
174	129.08	19055.	0.	A08X08	22284.	24688.
183	129.08	0.	9881.	A08X08	22284.	24688.
187	129.08	0.	9881.	A08X08	22284.	24688.
196	129.08	19055.	0.	A08X08	22284.	24688.
157	125.38	0.	22154.	A08X08	22667.	24688.
161	125.38	20392.	0.	A08X08	22667.	24688.
168	125.38	20392.	0.	A08X08	22667.	24688.
171	125.38	0.	22154.	A08X08	22667.	24688.
177	125.38	0.	22261.	A08X08	22666.	24688.
180	125.38	20511.	0.	A08X08	22666.	24688.
190	125.38	20511.	0.	A08X08	22666.	24688.
193	125.38	0.	22261.	A08X08	22666.	24688.
221	300.61	8935.	0.	A10X06	11265.	26924.
226	300.61	769.	6092.	A10X06	11265.	26924.

NO.	BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION,KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
309		293.27	803.	4056.	A06X05	2090.	12494.
310		293.27	0.	5871.	A06X05	2090.	12494.
256		389.37	0.	2088.	A10X06	6714.	26924.
260		389.37	0.	2088.	A10X06	6714.	26924.
304		389.37	3634.	0.	A10X06	6714.	26924.
305		389.37	3634.	483.	A10X06	6714.	26924.
261		429.59	2760.	0.	A10X06	5516.	26924.
262		429.59	2760.	0.	A10X06	5516.	26924.
299		429.59	1009.	3553.	A10X06	5516.	26924.
303		429.59	0.	3553.	A10X06	5516.	26924.
204		130.53	24393.	0.	A10X06	27477.	26924.
218		130.53	0.	19891.	A10X06	27477.	26924.
223		130.53	0.	19891.	A10X06	27477.	26924.
238		130.53	24393.	0.	A10X06	27477.	26924.
2		517.58	1189.	2149.	A13X10	11022.	50085.
4		517.58	2149.	1189.	A13X10	11022.	50085.
9		517.58	3637.	0.	A13X10	11022.	50085.
10		517.58	0.	3637.	A13X10	11022.	50085.
3		517.58	259.	1931.	A13X10	11022.	50085.
6		517.58	2641.	0.	A13X10	11022.	50085.
7		517.58	0.	2641.	A13X10	11022.	50085.
12		517.58	1931.	259.	A13X10	11022.	50085.
41		463.89	3288.	2927.	A10X10	6971.	39677.
47		463.89	2927.	3288.	A10X10	6971.	39677.
56		463.89	6496.	0.	A10X10	6971.	39677.
60		463.89	0.	6496.	A10X10	6971.	39677.
42		463.89	496.	3502.	A10X08	5849.	33290.
49		463.89	4843.	0.	A10X08	5849.	33290.
54		463.89	0.	4843.	A10X08	5849.	33290.
62		463.89	3502.	496.	A10X08	5849.	33290.
66		549.40	7381.	1335.	A13X10	9782.	50085.
72		549.40	4321.	1189.	A13X10	9782.	50085.
81		549.40	5826.	0.	A13X10	9782.	50085.
86		549.40	0.	8587.	A13X10	9782.	50085.
67		549.40	0.	8916.	A15X10	17105.	60494.
74		549.40	11274.	0.	A15X10	17105.	60494.
79		549.40	11274.	0.	A15X10	17105.	60494.
85		549.40	0.	8916.	A15X10	17105.	60494.
94		284.90	0.	641.	A06X05	2215.	12494.
99		284.90	1021.	0.	A06X05	2215.	12494.
103		284.90	1077.	0.	A06X05	2215.	12494.
106		284.90	0.	641.	A06X05	2215.	12494.
113		255.66	782.	0.	A06X05	2751.	12494.
122		255.66	0.	1321.	A06X05	2751.	12494.
124		255.66	0.	1262.	A06X05	2751.	12494.
132		255.66	782.	0.	A06X05	2751.	12494.
137		228.37	0.	1030.	A06X05	3447.	12494.
144		228.37	1662.	0.	A06X05	3447.	12494.
146		228.37	1740.	0.	A06X05	3447.	12494.
153		228.37	0.	1030.	A06X05	3447.	12494.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION,KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
118	280.76	2394.	0.	A06X06	3015.	16516.
119	280.76	438.	1198.	A06X06	3015.	16516.
128	280.76	360.	1255.	A06X06	3015.	16516.
129	280.76	668.	1677.	A06X06	3015.	16516.
139	256.10	1689.	404.	A06X06	3623.	16516.
142	256.10	2256.	879.	A06X06	3623.	16516.
148	256.10	0.	3220.	A06X06	3623.	16516.
151	256.10	1597.	539.	A06X06	3623.	16516.
159	197.89	1122.	1896.	A06X06	6068.	16516.
163	197.89	5328.	0.	A06X06	6068.	16516.
166	197.89	529.	4625.	A06X06	6068.	16516.
169	197.89	1677.	1367.	A06X06	6068.	16516.
176	197.89	1367.	1677.	A06X06	6068.	16516.
184	197.89	4625.	529.	A06X06	6068.	16516.
186	197.89	0.	5328.	A06X06	6068.	16516.
194	197.89	1896.	1122.	A06X06	6068.	16516.
158	195.50	391.	82.	A04X05	1681.	8667.
164	195.50	483.	319.	A04X05	1681.	8667.
165	195.50	431.	319.	A04X05	1681.	8667.
170	195.50	0.	424.	A04X05	1681.	8667.
178	195.50	424.	0.	A04X05	1681.	8667.
181	195.50	319.	431.	A04X05	1681.	8667.
189	195.50	319.	483.	A04X05	1681.	8667.
192	195.50	82.	391.	A04X05	1681.	8667.
274	212.13	841.	2561.	A06X05	3995.	12494.
276	212.13	1485.	2676.	A06X05	3995.	12494.
287	212.13	1175.	1933.	A06X05	3995.	12494.
289	212.13	2748.	0.	A06X05	3995.	12494.
268	212.13	403.	108.	A04X05	1428.	8667.
270	212.13	0.	518.	A04X05	1428.	8667.
280	212.13	518.	0.	A04X05	1428.	8667.
282	212.13	103.	408.	A04X05	1428.	8667.
293	212.13	408.	108.	A04X05	1428.	8667.
295	212.13	0.	518.	A04X05	1428.	8667.
266	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
269	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
272	125.00	0.	7880.	A06X05	10005.	12494.
275	125.00	0.	7880.	A06X05	10005.	12494.
278	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
281	125.00	7880.	0.	A06X05	10005.	12494.
285	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
288	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
291	125.00	9608.	0.	A06X05	10005.	12494.
294	125.00	9608.	0.	A06X05	10005.	12494.
297	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
298	125.00	0.	9608.	A06X05	10005.	12494.
111	155.91	0.	17498.	A10X08	31759.	33290.
121	155.91	25958.	0.	A10X08	31759.	33290.
125	155.91	25468.	0.	A10X08	31759.	33290.
134	155.91	0.	17498.	A10X08	31759.	33290.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION,KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
110	167.20	2.	1.	A38X48	1352.	7376.
112	157.58	19.	0.	A38X48	1522.	7376.
114	167.20	0.	8.	A38X48	1352.	7376.
120	157.58	0.	23.	A38X48	1522.	7376.
123	167.20	3.	4.	A38X48	1352.	7376.
126	157.58	0.	23.	A38X48	1522.	7376.
127	167.20	2.	1.	A38X48	1352.	7376.
133	157.58	19.	0.	A38X48	1522.	7376.
135	83.50	0.	11.	A38X48	5205.	7376.
140	83.50	16.	0.	A38X48	5205.	7376.
145	33.50	16.	0.	A38X48	5205.	7376.
150	83.50	0.	11.	A38X48	5205.	7376.
173	41.90	0.	18.	A38X48	7803.	7376.
175	135.27	29.	0.	A38X48	2066.	7376.
179	41.90	16.	0.	A38X48	7803.	7376.
182	135.27	0.	26.	A38X48	2066.	7376.
185	41.90	16.	0.	A38X48	7803.	7376.
188	135.27	0.	26.	A38X48	2066.	7376.
191	41.90	0.	18.	A38X48	7803.	7376.
195	135.27	29.	0.	A38X48	2066.	7376.
248	51.64	1.	0.	A38X48	7350.	7376.
249	156.05	0.	1.	A38X48	1552.	7376.
252	51.64	1.	0.	A38X48	7350.	7376.
255	156.05	0.	1.	A38X48	1552.	7376.
116	194.36	18046.	0.	A10X06	22367.	26924.
117	194.36	0.	16772.	A10X06	22367.	26924.
130	194.36	0.	16772.	A10X06	22367.	26924.
131	194.36	18046.	0.	A10X06	22367.	26924.
16	489.08	1929.	2509.	A10X08	5262.	33290.
22	489.08	2509.	1929.	A10X08	5262.	33290.
31	489.08	4741.	0.	A10X08	5262.	33290.
35	489.08	0.	4741.	A10X08	5262.	33290.
17	489.08	361.	2454.	A10X06	4256.	26924.
24	489.08	3423.	0.	A10X06	4256.	26924.
29	489.08	0.	3423.	A10X06	4256.	26924.
37	489.08	2454.	361.	A10X06	4256.	26924.
93	310.13	0.	2477.	A08X06	4914.	19978.
100	310.13	3389.	0.	A08X06	4914.	19978.
102	310.13	2524.	607.	A08X06	4914.	19978.
107	310.13	0.	2477.	A08X06	4914.	19978.
115	221.20	40.	11.	A04X05	1313.	8667.
155	150.00	10.	2.	A04X05	2855.	8667.
160	150.00	170.	0.	A04X05	2855.	8667.
13	277.40	1644.	611.	A08X06	6142.	19978.
14	277.40	1213.	111.	A08X06	6142.	19978.
18	277.40	989.	1055.	A08X06	6142.	19978.
19	392.30	0.	75.	A08X06	3071.	19978.
20	392.30	75.	0.	A08X06	3071.	19978.
21	277.40	125.	1528.	A08X06	6142.	19978.
25	277.40	1682.	0.	A08X06	6142.	19978.

NO.	BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION, KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
26		392.30	75.	0.	A08X06	3071.	19978.
29		277.40	0.	2157.	A08X06	6142.	19978.
32		277.40	2516.	0.	A08X06	6142.	19978.
33		392.30	0.	75.	A08X06	3071.	19978.
34		277.40	219.	1105.	A08X06	6142.	19978.
27		554.86	0.	0.	A13X10	9593.	50085.
38		230.00	1736.	939.	A08X06	8935.	19978.
39		230.00	1445.	124.	A08X06	8935.	19978.
43		230.00	1307.	1111.	A08X06	8935.	19978.
44		325.27	0.	41.	A08X06	4467.	19978.
45		325.27	41.	0.	A08X06	4467.	19978.
46		230.00	39.	1885.	A08X06	8935.	19978.
50		230.00	1940.	0.	A08X06	8935.	19978.
51		325.27	41.	0.	A08X06	4467.	19978.
53		230.00	0.	2511.	A08X06	8935.	19978.
57		230.00	2924.	0.	A08X06	8935.	19978.
58		325.27	0.	41.	A08X06	4467.	19978.
59		230.00	289.	1281.	A08X06	8935.	19978.
52		460.00	0.	0.	A10X06	4811.	26924.
63		182.10	1112.	3141.	A06X05	5421.	12494.
64		182.10	4258.	0.	A06X05	5421.	12494.
68		182.10	644.	1933.	A06X05	5421.	12494.
69		257.53	0.	372.	A06X05	2711.	12494.
70		257.53	372.	0.	A06X05	2711.	12494.
71		182.10	0.	5139.	A06X05	5421.	12494.
75		182.10	0.	5139.	A06X05	5421.	12494.
76		257.53	372.	0.	A06X05	2711.	12494.
78		182.10	0.	2649.	A06X05	5421.	12494.
82		182.10	4318.	0.	A06X05	5421.	12494.
83		257.53	0.	372.	A06X05	2711.	12494.
84		182.10	4258.	0.	A06X05	5421.	12494.
77		364.20	0.	0.	A08X06	3563.	19978.
88		257.00	506.	989.	A10X06	15412.	26924.
89		363.45	0.	1894.	A10X06	7706.	26924.
90		257.00	8363.	0.	A10X06	15412.	26924.
95		257.00	0.	9894.	A10X06	15412.	26924.
96		363.45	1684.	130.	A10X06	7706.	26924.
101		257.00	1541.	0.	A10X06	15412.	26924.
197		83.90	0.	13038.	A06X06	16635.	16516.
210		83.90	16573.	0.	A06X06	16635.	16516.
222		83.90	16573.	0.	A06X06	16635.	16516.
230		83.90	0.	13038.	A06X06	16635.	16516.
208		75.00	0.	15863.	A08X06	21860.	19978.
213		75.00	19326.	0.	A08X06	21860.	19978.
228		75.00	19326.	0.	A08X06	21860.	19978.
233		75.00	0.	15863.	A08X06	21860.	19978.
273		150.00	0.	5311.	A06X05	7939.	12494.
277		150.00	73.	5311.	A06X05	7939.	12494.
286		150.00	7007.	0.	A06X05	7939.	12494.
290		150.00	6774.	0.	A06X05	7939.	12494.

NO.	BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION,KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
267		150.00	8319.	0.	A06X06	10494.	16516.
271		150.00	8319.	0.	A06X06	10494.	16516.
279		150.00	1919.	1781.	A06X06	10494.	16516.
283		150.00	242.	3328.	A06X06	10494.	16516.
292		150.00	0.	12666.	A06X06	10494.	16516.
296		150.00	0.	12666.	A06X06	10494.	16516.
200		145.60	6539.	0.	A06X05	8330.	12494.
235		145.60	6539.	0.	A06X05	8330.	12494.
240		145.50	6657.	0.	A06X05	8338.	12494.
247		145.50	6657.	0.	A06X05	8338.	12494.
241		141.71	0.	3878.	A22X48	0.	4086.
246		141.71	0.	3878.	A22X48	0.	4086.
250		141.81	0.	3962.	A22X48	0.	4086.
254		141.81	0.	3962.	A22X48	0.	4086.
199		150.00	793.	0.	A38X48	1680.	7376.
205		150.00	519.	0.	A38X48	1680.	7376.
212		150.00	0.	441.	A38X48	1680.	7376.
216		150.00	0.	1815.	A38X48	1680.	7376.
239		150.00	106.	0.	A38X48	1680.	7376.
257		150.00	784.	0.	A38X48	1680.	7376.
265		150.00	319.	0.	A38X48	1680.	7376.
284		150.00	0.	2197.	A38X48	1680.	7376.
300		150.00	1305.	0.	A38X48	1680.	7376.
308		150.00	411.	0.	A38X48	1680.	7376.
201		209.04	173.	15.	A04X05	1470.	8667.
234		209.04	104.	75.	A04X05	1470.	8667.
242		206.36	83.	99.	A04X05	1509.	8667.
243		208.97	15.	173.	A04X05	1471.	8667.
244		208.97	75.	104.	A04X05	1471.	8667.
245		206.36	19.	161.	A04X05	1509.	8667.
251		206.42	161.	19.	A04X05	1508.	8667.
253		206.42	99.	83.	A04X05	1508.	8667.
198		171.87	192.	2598.	A05X05	3268.	9914.
206		171.87	993.	1941.	A05X05	3268.	9914.
211		171.87	1534.	636.	A05X05	3268.	9914.
217		171.87	2289.	0.	A05X05	3268.	9914.
259		185.83	0.	897.	A19X48	0.	3419.
263		185.83	0.	966.	A19X48	0.	3419.
302		185.83	0.	754.	A19X48	0.	3419.
306		185.83	0.	754.	A19X48	0.	3419.
209		167.71	2116.	1174.	A04X05	2284.	8667.
214		167.71	1529.	929.	A04X05	2284.	8667.
227		167.71	0.	2172.	A04X05	2284.	8667.
232		167.71	2025.	665.	A04X05	2284.	8667.
203		182.11	621.	0.	A04X05	1937.	8667.
220		182.11	1271.	0.	A04X05	1937.	8667.
224		182.11	834.	283.	A04X05	1937.	8667.
236		182.11	362.	185.	A04X05	1937.	8667.
202		103.27	0.	826.	A04X05	5881.	8667.
219		103.27	4521.	0.	A04X05	5881.	8667.

NO. BARRA	LONGITUD CM	COMPRESION KG	TENSION KG	PERFIL	CAPACIDAD A COMPRESION,KG	CAPACIDAD A TENSION, KG
225	103.27	4521.	138.	A04X05	5881.	8667.
237	103.27	0.	896.	A04X05	5881.	8667.
207	100.00	0.	22614.	A06X10	22273.	24000.
215	100.00	19865.	0.	A06X10	22273.	24000.
229	100.00	19865.	0.	A06X10	22273.	24000.
231	100.00	0.	22614.	A06X10	22273.	24000.
258	109.70	0.	3495.	A25X63	1079.	6021.
264	109.70	0.	3495.	A25X63	1079.	6021.
301	109.70	1188.	3582.	A25X63	1079.	6021.
307	109.70	0.	5668.	A25X63	1079.	6021.

***** PESO DE LA ESTRUCTURA 7995. KG. *****

T I E M P O S (S E G U N D O S) E M P L E A D O S E N L A S O L U C I O N D E L P R O B L E M A

LECTURA DE LOS DATOS DE LOS PUNTOS NODALES	==	0.08
FORMACION DE LOS ELEMENTOS DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ	===	7.77
LECTURA Y FORMACION DE LA MATRIZ DE CARGAS	===	0.12
FORMACION DE MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA	===	7.20
SOLUCION DEL SISTEMA DE ECUACIONES (ANALISIS)	===	7.28
DISEÑO	===	0.92
SUMA DE LOS TIEMPOS ANTERIORES(6)	===	23.37
SUMA DE LOS TIEMPOS DE EJECUCION DE CADA ITERACION	==	50.33

APENDICE D. DESCRIPCION DE LAS SUBROUTINAS DEL PAQUETE DE COMPUTADORA.

1. PROGRAMA PRINCIPAL
Coordina el flujo de información y controla en general el procesamiento de toda la información a través de las subrutinas principales del paquete de computadora.

2. INPUTJ
Lectura de la información que define a los puntos nodales de la estructura. También determina el número de incógnitas.

3. BEAM
Guarda las fuerzas que actúan sobre los elementos barra, en un archivo en disco.

4. INL
Entrada de las cargas aplicadas en los nudos de la estructura.

5. ERROR
Marca error cuando es excedida la capacidad del programa principal.

6. ADDSTF Agrupa las ecuaciones de equilibrio (globales), en bloques.

7. PRINTD Imprime los desplazamientos de los puntos nodales de la estructura.

8. STRESS Cálcula las fuerzas internas para todos los elementos y para diferentes condiciones de carga.

9. CALBAN Cálcula el ancho de semibanda y guarda la matriz de rigidez en un archivo en disco.

10. TEAM Forma la matriz de rigidez de un elemento barra tridimensional. También forma la matriz de fuerzas.

11. NEWBM Forma la matriz de rigidez del nuevo elemento.

12. SESOL Solución del sistema de ecuaciones.

13. INICIA Inicializa las propiedades geométricas de los elementos de la armadura.
14. PREPO Lectura de todos los datos necesarios para la solución del problema.
15. DISAP Diseño de todos los elementos estructurales que forman la armadura espacial.
16. OVER14 Subrutina auxiliar. Su función es llamar a las subrutinas SESOL, PRINTD y STRESS.
17. STRSC Cálcula las fuerzas internas de cada barra.