

870115

25
25'

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS ESTRUCTURAL DE PORTICOS DE VARIOS PISOS, POR
COMPUTADORA, MEDIANTE EL METODO DE KANI.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

JAVIER ROSALES CASTELLANOS

GUADALAJARA, JAL. NOVIEMBRE 1988



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.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 2 EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y LA COMPUTACIÓN

- A) Historia y evolución del Análisis Estructural.
- B) Historia y evolución de la computación.
- C) Utilización de la computación en el Análisis Estructural.

CAPÍTULO 3 EL MÉTODO DE RANI

- A) Generalidades.
- B) Deducción del método.
- C) Alcances y Limitaciones.
- D) Ejemplo práctico.

CAPÍTULO 4 PROGRAMA GENERAL DEL MÉTODO

- A) Generalidades.
- B) Diagrama de flujo.
- C) Variables utilizadas por el programa.
- D) Listado del programa.

CAPÍTULO 5 APLICACIONES

- A) Generalidades.
- B) Uso del programa.
- C) Ejemplos resueltos.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO I

INTRODUCCION

A: INTRODUCCIÓN

Hace apenas 50 años se inició la era de la computación, pero ya ha ejercido un profundo efecto sobre nuestras vidas. Y así las computadoras se han convertido en herramienta primordial en la oficina, en la fábrica, incluso en los supermercados. En los últimos 10 años han penetrado también en los hogares, a medida que la gente ha ido comprando multitud de juegos por computadora y de computadoras personales. Las computadoras son tan comunes en la actualidad, que difícilmente transcurre un día sin que tengamos contacto con ellas.

Pese al auge que estas máquinas tienen en el mundo moderno, la mayoría de las personas sabe poco sobre ellas. Las consideran una especie de "cerebro electrónico"; no saben como funcionan, como se usan, ni cuanto pueden simplificar las tareas cotidianas. El motivo de este trabajo es mostrar una de tantas aplicaciones que puede tener en la vida diaria, y mas específicamente, dentro de la Ingeniería Civil.

Con el desarrollo de esta tesis se pretende también, simplificar las horas dedicadas al trabajo de cálculo de estructuras, con el fin de que las actividades del ingeniero sñen mas bien creativas y no rutinarias. Está enfocada al uso de computadoras personales, herramienta que está al alcance de muchos ingenieros y que tiene las mismas características y cualidades que los gigantesos computadores, sólo que con menor capacidad.

Espero que este trabajo sirva de motivación, para que muchos ingenieros profundicen en el campo de las computadoras, y así poder llegar a aprovechar el enorme potencial que éstas nos brindan.

CAPITULO 2

EL ANALISIS
ESTRUCTURAL
Y LA
COMPUTACION

A) HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para nosotros es fácil aprender los métodos de cálculo de estructuras en muy poco tiempo, gracias al enorme esfuerzo de los grandes científicos que descubrieron y organizaron los principios de la mecánica y el análisis estructural. Tuvieron que pasar más de 5000 años para que todos estos cerebros coajaran las teorías que hoy manejan ingenieros de todo el mundo con suma facilidad.

Para los iniciadores fue mucho más difícil. se tienen los primeros registros alrededor del año 3400 A.C. en las regiones de Egipto y Mesopotamia, donde los constructores se guiaban por las apariencias de los materiales, por reglas empíricas sin bases científicas y que pasaban de generación en generación como secretos pero que jamás eran incrementadas. La ingeniería estructural existía en esas épocas como arte y no como ciencia, siendo el primero en ser considerado como ingeniero al egipcio Imhotep por haber sido el constructor de varias pirámides y edificios alrededor del año 3000 A.C.

Los elementos estructurales utilizados en Egipto fueron la viga y la columna, muy rara vez se uso el arco pero no como soporte sino únicamente como ornato.

Mientras tanto, los persas utilizaban el adobe como elemento principal de construcción y la piedra para las vigas y las columnas. Por otro lado los asirios fueron los primeros en tomar el arco como unidad estructural en sus construcciones marcando un avance en la ingeniería de aquella época.

Años después, los griegos vinieron a dar un gran avance a la geometría, matemáticas y la física, ciencias ligadas directamente a la ingeniería estructural y que a la postre redundaría en el desarrollo de ésta. Hombres como Tales de Mileto, Pitágoras, Demócrito, Aristóteles, Arquímedes y Leucipo fueron reconocidos como grandes sabios, pues no sólo profundizaron en alguna materia sino que trabajaron en varias de ellas a la vez, tal es el caso de Aristóteles quien escribió sobre más de 25 campos diferentes del conocimiento humano.

De todos estos hombres se considera a Arquímedes (287-212 A.C.) como el más notable de los científicos griegos pues sobrepasó a sus contemporáneos. El introdujo el término "centro de gravedad" de los cuerpos y sus trabajos de geometría dieron a Newton y Leibnitz la información que los condujo al desarrollo del cálculo infinitesimal. Fue también el fundador de la estática con sus tratados sobre el equilibrio y contribuyó a la invención de máquinas famosas como la catapulta, que mantuvo a raya a los ejércitos romanos que trataban de tomar la ciudad de Siracusa.

Precedieron a los griegos los romanos, quienes fueron hábiles constructores de puentes de hasta 120 metros de largo. Ellos eran de naturaleza más práctica que científica, ya que durante su periodo de dominación la ciencia no tuvo gran avance a excepción de casos aislados, pero en la práctica se construyeron obras portentosas como el Coliseo Romano, los grandes acueductos y puentes que dieron gran renombre a sus ingenieros. Como elementos estructurales utilizaron la viga y la columna por herencia, pero difundieron el uso del arco en la mayoría de sus obras así como las primeras cúpulas.

A partir del año 500 D.C. se inicia un periodo de estancamiento debido a la anarquía existente en el continente europeo y una decadencia de la civilización. Hasta el año 1450 cuando termina la Edad Media solo se puede nombrar como destacada la introducción del sistema arábigo de números en el continente europeo por los árabes y cuyos inventores fueron un grupo de matemáticos hindúes alrededor de 600 D.C.

Es después del año 1450 cuando se inicia el verdadero avance de la ciencia con la aparición del genio más brillante de todos los tiempos, Leonardo da Vinci (1450-1519), quien fue músico, escultor, constructor, pintor, inventor, y científico. Leonardo fue el primero en introducir el concepto del momento de una fuerza y la ley de la palanca, parte fundamental de la Ingeniería Estructural.

Le sigue el arquitecto Italiano Palladio (1518-1580), quien introduce el concepto de armadura, pero sin llegar a hacer un análisis profundo de éstas, pasando todavía dos siglos para que se utilizaran y desarrollaran por primera vez (1758) por el suizo Ulrich Grubenmann pero que tampoco llegó a una conclusión satisfactoria sobre el comportamiento interno de éstas.

El primero en analizar el comportamiento interno de las fibras en los miembros sometidos a esfuerzos fue el astrónomo italiano Galileo Galilei (1564-1642). Puede decirse que con él inicia la llamada edad de la razón en el análisis estructural y con sus estudios sobre la ruptura de los materiales inicia también la mecánica de materiales. Él, estudió el comportamiento de la viga en voladizo y dedujo una fórmula para calcular el esfuerzo interno en ésta, pero sus conclusiones fueron erróneas aunque de bastante ayuda.

Años después, Robert Hooke estudió la elasticidad de los materiales, lo cual lo llevó a descubrir la ley que hoy lleva su nombre. Fue hasta 1680 que E. Mariotte aplicó esta teoría para el caso de una viga, observando como en ésta algunas fibras se comprimen mientras que otras se alargaban.

El siguiente gran paso lo dio Daniel Bernoulli, quien dedujo que las secciones planas siguen planas durante la flexión de la viga y aplicando la Ley de Hooke obtuvo una distribución de esfuerzos lineal, pero se olvidó de tomar en cuenta el eje neutro por lo que también llegó a resultados erróneos, dándole todo el crédito del asunto a Charles A. Coulomb (1706-1806) quien analizó en forma correcta los esfuerzos internos de las fibras de una viga de sección rectangular. Él consideró que los esfuerzos partían del eje neutro en forma lineal hasta la parte superior e inferior de la sección de la viga, pero que momentos antes de la ruptura, ésta se comportaba en forma plástica por lo que el eje neutro se trasladaba de lugar. La fórmula de la Esquadria, es la culminación de sus estudios los cuales hizo basándose en los trabajos hechos por Parent con anterioridad.

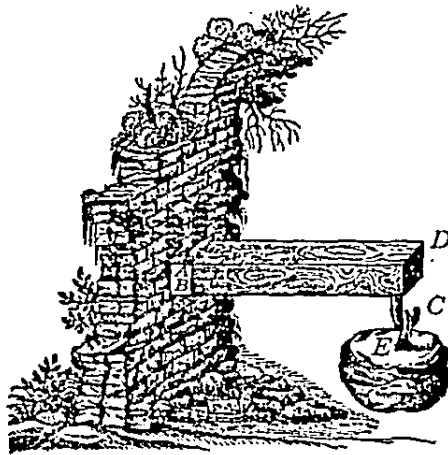
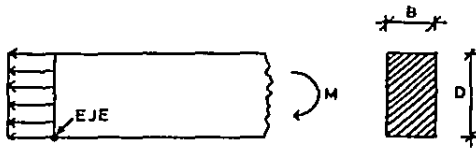


Ilustración usada por Galileo.

$$\sigma = 2 \frac{M}{BD^2}$$



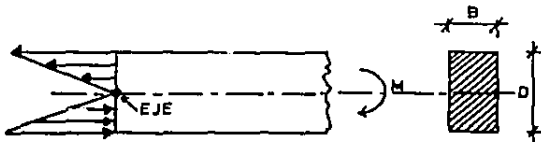
GALILEO (1564-1642)

$$\sigma = 3 \frac{M}{BD^2}$$



J. BERNOULLI (1654-1705)

$$\sigma = 6 \frac{M}{BD^2}$$



COULOMB (1736-1806)
PARENT (1666-1716)

DESARROLLO HISTÓRICO DE LA TEORÍA DE LA FLEXIÓN

Durante todo el siglo 19 el Análisis Estructural se desarrolló rápidamente gracias a los variados estudios que hicieron innumerables ingenieros como Henri Navier, Lame, Clapeyron, Saint-Venant, Squire Whipple, y muchos otros que contribuyeron enormemente en el progreso, a tal grado que a finales de 1856 ya existían métodos para el cálculo de esfuerzos en armaduras simples, se conocía perfectamente la acción de la viga simple y ya se había iniciado la teoría de la acción de la columna.

Una vez establecidas las bases, comenzó el desarrollo de una teoría comprensible de las estructuras, iniciándose así el periodo moderno cuyo avance explicamos a continuación en forma cronológica:

- 1859- El Ing. francés Bresse publica métodos para el análisis de arcos y vigas (Método de los 3 momentos).
- 1863- Se desarrolla el método de las secciones para el cálculo de armaduras por el alemán August Ritter.
- 1864- James Clerk Maxwell (1830-1879) publicó la primera contribución significativa al desarrollo de la teoría del análisis estructural indeterminado, resolviendo una armadura redundante.
- 1867- La línea de influencia se introduce por el alemán E. Winkler.
- 1872- El italiano E. Betti sacó a la luz el teorema de deflexiones recíprocas que desarrolló Maxwell y que hoy se llama "Teorema recíproco de Maxwell-Betti".
- 1879- El ingeniero Alberto Castiglione publica sus dos teoremas basados en el trabajo mínimo, uno de los cuales presentó como tesis en 1873 para obtener el título de ingeniero.
- 1884- Heinrich Muller-Preisler desarrolla su famoso teorema sobre las líneas de influencia y muestra la utilidad de los teoremas de Maxwell y Betti.
- 1887- Clouston Fidler introduce el método de puntos característicos para el análisis de vigas continuas.
- 1896- M. Vierendeel desarrolla la armadura que lleva su nombre.
- 1908- A.C. Wilson presenta el primer intento de estudio sobre cargas laterales actuando sobre marcos de varios pisos, con un método aproximado al que llamo "Método del Volador".
- 1915- Se publica otro método aproximado para pórticos de varios pisos. Esta vez lo presenta Albert Smith y lo llama "Método del Portal".
- 1915- George A. Manney desarrolla el método de Pendiente Desviación a partir de los trabajos hechos por Mohr y Manderla. Durante 15 años fue el único método exacto para la resolución de marcos.
- 1930- Hardy Cross publica su método de Distribución de Momentos que ya había enseñado a sus alumnos desde 1904 y con esto revolucionó el análisis de marcos rígidos.

1954- El Dr. Gaspar Kani introduce un método para la resolución de porticos de varios pisos y al cual tiene cierta similitud al de Hardy Cross. Actualmente este método lleva su nombre.

B) HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA COMPUTACIÓN

El mayor incentivo para el desarrollo de las computadoras a sido siempre el de reducir el tiempo necesario para realizar operaciones aritméticas y disminuir los errores en que con tanta frecuencia incurra el hombre al hacer cálculos, con objeto de que pudiera dedicarse al trabajo creativo. A partir de 1930 se inicia un intento serio por crear una máquina capaz de esto y de hacer decisiones lógicas por sí misma, que fuera veloz y exacta a la vez, para poder resolver problemas considerados insolubles hasta esos tiempos debido a su laboriosidad.

Pero se puede decir que la lucha comenzó mucho antes con la invención del ábaco, el cual fue el primer dispositivo creado para facilitar el cálculo aritmético. En occidente siempre se le ha considerado como juguete o cosa de niños, pero en China y otros países los comerciantes lo utilizan con extraordinaria rapidez y habilidad para hacer sus cálculos, desde sumas y restas hasta multiplicaciones y divisiones. El ábaco puede ser considerado como una máquina computadora digital.

Le siguen al ábaco las reglas de cálculo (oid), las cuales estan basadas en la suma de los logaritmos de los números para obtener su multiplicación. En la escala se representan estos números como longitudes medidas y cuyo valor es su logaritmo. Es de destacarse que esta suma de longitudes, la distingue fundamentalmente del ábaco y pudiéndosele llamar "computadora analógica".

Pocos años después en 1642, Blais Pascal desarrolló la primera sumadora mecánica del mundo. Esta calculadora consistía esencialmente en un conjunto de ruedas dentadas engranadas entre sí, de las cuales cada uno corresponde a las unidades, decenas, centenas, etc, y contaban con 10 dientes. Dependiendo del número que te interese marcar se movían los engranes; por ejemplo, al número 20 se marca moviendo 2 dientes el engrane de las decenas y 3 dientes el de las unidades. En el caso de marcar dos números para sumarlos, la máquina hace el acarreo de unidades a la siguiente rueda automáticamente.

Otro que contribuyó al desarrollo de este tipo de máquinas fue el matemático Charles Babbage (1830) quien tratando de evitar los errores frecuentes existentes en las tablas de cálculo, se dedicó a la tarea de crear una máquina que generara dichas tablas, para que fueran exactas. Desgraciadamente Babbage no pudo terminar su máquina diferencial, debido a que se puso a fabricar otra de uso más general que tuviera más aplicaciones, pero que tampoco terminó por falta de apoyo económico.

En 1854 el matemático George Boole creó un sistema para representar las proposiciones lógicas por medio de símbolos matemáticos. Con estos símbolos, y unas pocas reglas, podía determinarse si una proposición era, en sentido lógico, verdadera o falsa. Sus métodos no tuvieron entonces amplia aceptación, pero constituyen en la actualidad la base de la capacidad lógica de las computadoras modernas.

Otro avance fue la creación de las tarjetas perforadas inventadas por Herman Hollerith (1880) y que fueron utilizadas por primera vez en la oficina del Censo de los Estados Unidos de América para el almacenamiento de una gran cantidad de datos.

La tecnología se desarrolló rápidamente y a principios del siglo XX se implementaron las primeras máquinas sumadoras y ya en 1930 había bastantes modelos de donde escoger.

En 1938 Claude Shannon aplica los métodos del álgebra booleana a la representación sistemática de complejas redes de conmutación. Los resultados obtenidos simplificaron la enseñanza y la investigación en el campo del diseño de circuitos del tipo que actualmente usan las computadoras modernas.

La primera máquina computadora avanzada fue la Mark I (1944), ideada por Howard Aiken en la Universidad de Harvard, que consistía en una gigantesca calculadora mecánica, capaz de realizar largas secuencias de operaciones aritméticas. No obstante, esta máquina era relativamente lenta, pues su velocidad de operación dependía de la rapidez de sus componentes electromecánicos.

La segunda computadora avanzada fue la ENIAC (1945) (Electronic Numerical Integrator and Calculator) creada por J.P. Eckert y J. W. Mauchly y cuyo funcionamiento era electrónico. Esta máquina era más rápida que la Mark I, pero carecía de memoria interna y recibía las órdenes por medio de un tablero de conmutadores. Su aplicación era muy especializada, ya que fue construida para resolver problemas de balística.

Ellos mismos desarrollaron la computadora EDVAC (1950) (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), la cual era más grande que la ENIAC pero realizaba operaciones aritméticas con números binarios y almacenaba instrucciones internamente. Poco después fundaron la compañía Remington Rand (ahora Sperry Rand) que construyó la primera computadora comercial moderna a la que llamaron UNIVAC I (Universal Automatic Computer) y tenía la ventaja de manejar datos no científicos, incluyendo datos alfabéticos. La lectura la realizaba por medio de cinta magnética.

Pero no pasó mucho tiempo antes de que UNIVAC, IBM y otras grandes empresas acometiesen en franca competencia el desarrollo de una nueva serie de computadoras. El problema original, la construcción de una computadora que funcionara, había sido ya resuelto. Pero esta primera generación de computadoras estaba muy lejos de los perfeccionamientos actuales, ya que esta máquina empleaba válvulas de vacío como componentes básicos de sus circuitos internos, lo que la hacía muy voluminosa (en realidad gigantesca). Las computadoras de la primera generación no eran tan fiables como se había esperado, eran rápidas pero no lo suficiente; tenían capacidad de almacenamiento interno pero no bastante.

Las investigaciones condujeron al desarrollo de computadoras basadas en la sustitución de las válvulas de vacío por los transistores. Las computadoras de la segunda generación que así se obtuvieron, eran más pequeñas, consumían menos energía y producían mucho menos calor. El uso de transistores aumentó la fiabilidad y la velocidad operativa. Al mismo tiempo estas computadoras tenían una capacidad mucho mayor de almacenamiento.

En 1964, aparecieron en el mercado las primeras computadoras de

la tercera generación. Ofrecen estas máquinas muchas ventajas en comparación con las anteriores, inclusive características que no se encontraban en las máquinas de la segunda generación.

El carácter distintivo de las máquinas de tercera generación es el empleo de microcircuitos lógicos de estado sólido, para obtener (los cuales se han miniaturizado) los conductores, resistores, diodos y transistores, combinándolos en placas cuadradas de cerámica de unos 12.5 mm de lado. Mas recientemente se emplean obleas (de menor tamaño) llamadas circuitos integrados monolíticos, en las que se imprimen o graban. Estos minúsculos circuitos permiten elevar considerablemente la velocidad operacional y esta mayor velocidad, a su vez, permite acometer la realización de tareas hasta ahora imposibles o irrealizables. Los nuevos componentes son más seguros en su funcionamiento, con lo que se reduce el mantenimiento. En la actualidad se dispone de dispositivos de almacenamiento de mayor capacidad y de menor costo por bit.

Muchos fabricantes de computadoras de la tercera generación producen series de computadoras similares y compatibles. Esto significa que los programas preparados para una computadora de una serie dada serán igualmente admitidos por los modelos más avanzados de la misma serie. Esta realidad es exclusiva de las máquinas de la tercera generación.

La mayoría de los sistemas están diseñados para el procesamiento de datos tanto científicos como comerciales con igual facilidad. Esta particularidad representa una gran ventaja en las empresas o instituciones en que deben manipularse ambos tipos de datos. Antes, había que recurrir en tales casos a dos computadores (uno científico y otro comercial) o conformarse con tratar un solo tipo de datos.

Junto con las computadoras de la tercera generación, han aparecido equipos de salida más rápidos y eficientes, como lectores ópticos, el "mouse", impresoras laser, etc.

Hoy en día las computadoras forman parte integral en la vida del hombre y tienden a ser indispensables, pese a esto, sigue habiendo mucha gente que sabe poco sobre ellas, pues desconocen su funcionamiento y su amplia utilidad.

C) UTILIZACIÓN DE LA COMPUTACIÓN EN EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Las computadoras han ocasionado un cambio radical en la Ingeniería Civil; este cambio afecta tanto al análisis y diseño de las estructuras como a la enseñanza misma de la profesión.

La computadora representa la culminación de dispositivos de cálculo, tablas, monogramas, calculadoras de escritorio, etc., y más que una nueva herramienta, es un enfoque completamente diferente en métodos, conceptos, educación ingenieril. Ningún otro desarrollo a tenido tanta influencia en la historia de la ingeniería.

En las aplicaciones se usa principalmente la computadora digital, siendo razones posibles la facilidad en la programación y el hecho de que las características de la computadora concuerdan con los aspectos de precisión y exactitud, presentes en la mayoría de los ingenieros. En las aplicaciones también se observa la influencia del desarrollo en los métodos de solución, en los lenguajes de programación, y en el avance del equipo auxiliar, que ha permitido la elaboración de sistemas integrados.

Dentro de los métodos que se programaron primero están el de Hardy Cross y el de Gaspar Lima, que por ser repetitivos en el proceso de cálculo, eran ideales para el uso de computadoras. Otros métodos que se programaron fueron los de método de momento como el de los torques y el de rigideces, aprovechando la rapidez del computador para efectuar este tipo de operaciones y la facilidad en el manejo de grandes cantidades de datos.

Este trabajo como resultado, que se le dió más importancia al campo de los métodos numéricos, el álgebra lineal, y el álgebra Booleana, dentro de las materias que se repetían en las escuelas de ingeniería, debido a su gran uso dentro del análisis estructural por computadora.

Dentro del campo de la computación también se han hecho cambios, ya que existen lenguajes de programación enfocados a ciertas áreas de estudio, por ejemplo:

- COROL: Lenguaje ideal para la programación de problemas de proceso de datos comerciales.
- PL/I: Lenguaje apto para programación tanto técnica como comercial.
- FORG: Utilizado para producir informes destinados principalmente a la dirección.
- ALGOL: Es de aplicación particular en problemas matemáticos y numéricos.
- FORTRAN: Utilizado en la resolución de problemas de ingeniería y científicos.
- BASIC: Se asemeja al FORTRAN pero es más simple de aprender, aunque no tan flexible. Es el más popular entre aquellos que desean utilizar al computador, pero no convertirse en especialistas.

Y así como estos, existen por lenguajes enfocados a áreas más específicas. Un ejemplo de éste es STRESS, que se aplica a problemas especiales de análisis estructural y que está dentro de la categoría de superlenguajes; FRAC para el análisis de estructuras planas y STAIR para el análisis y diseño de torres de transmisión, considerándolos como estructuras especiales.

Como se puede ver, hoy en nuestros días, la computación tiene una ingerencia directa dentro del análisis estructural, cualquier cambio en esta repercutiría en gran forma en el futuro de la Ingeniería Civil.

CAPITULO 3

EL METODO DE HAN

A) GENERALIDADES

El método fue desarrollado a mediados de la década de los cincuenta por el Dr. Gaspar Mani, viniendo a revolucionar el cálculo de estructuras de varios pisos.

Este método tiene la ventaja de que trabaja a la vez tanto el giro como el desplazamiento de los nudos. Su proceso es parecido al de Cross y utiliza el método iterativo de Gauss-Seidel en la solución del sistema de ecuaciones. El método de Gauss-Seidel implica que una incógnita se expresa como función de otras incógnitas, suponiéndoles valores arbitrarios para determinar el valor de la incógnita despreciada. Se se consideran sólo los últimos valores de las incógnitas y se repite el ciclo de sustitución un número suficiente de veces, se encuentra el valor exacto de la solución.

El método se basa en su principio en las ecuaciones de pendiente desviación, a partir de las cuales se desprende y desarrolla para enunciar sus propias ecuaciones.

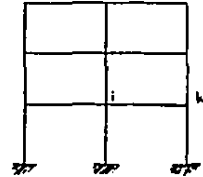
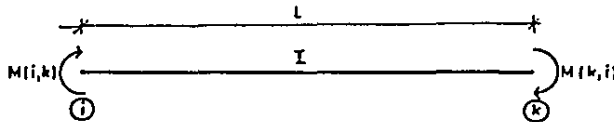
Fue diseñado especialmente para resolver marcos de muchos pisos con carga lateral como a continuación se verá en la deducción.

REDUCCIÓN DEL MÉTODO

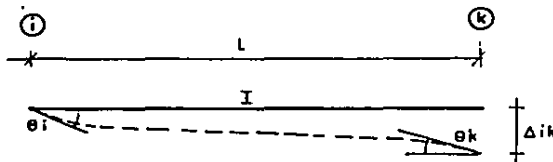
a) Ecuaciones de Pendiente Desviación.

El Método de Manti para su demostración tiene como origen las ecuaciones de pendiente desviación, que a continuación deduciremos por medio del método de la viga conjugada.

Se considera la siguiente barra (i, k) que pertenece a un marco rígido cualquiera.



Las deformaciones a las que puede estar sujeta esta barra por las diferentes fuerzas internas o externas actuando en el marco son las siguientes:

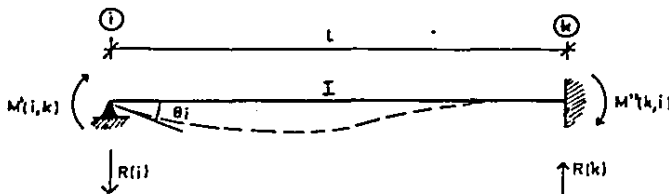


Para el desarrollo de las ecuaciones tomaremos las siguientes convenciones de signo:

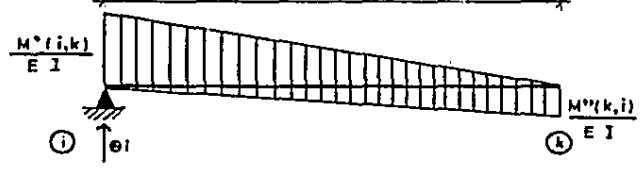
- Son momentos positivos en los extremos de las barras los que tengan giro horario.
- La rotación en los extremos de las barras será positiva cuando la tangente de la curva deformada en su extremo haya girado en sentido horario con respecto a su posición inicial.
- La traslación de un extremo de la barra con respecto al otro, será positiva cuando el giro de la barra completa haya sido en el sentido horario.

Los momentos $M(i,k)$ y $M(k,i)$ que se llaman momentos en los extremos de las barras son los que nos interesa conocer y se pueden descomponer en la suma de efectos diferentes.

- 1-El momento debido a θ_i en "i" mientras "k" está empotrado. Su valor lo deducimos a continuación:



Viga conjugada:



$$\sum M(i) = 0 \quad \left(\frac{M''(i,k) \times L}{2 EI} \right) \left(\frac{L}{3} \right) - \left(\frac{M''(k,i) \times L}{2 EI} \right) \left(\frac{L}{3} \right) = 0$$

$$\frac{M''(i,k) \times L^2}{6 EI} - \frac{M''(k,i) \times L^2}{6 EI} = 0$$

$$(1/2) \times M''(i,k) = M''(k,i)$$

$$\sum F_y = 0 \quad \left(\frac{M''(i,k)}{EI} \right) \left(\frac{L}{2} \right) - e_i - \left(\frac{M''(k,i)}{EI} \right) \left(\frac{L}{2} \right) = 0$$

$$\frac{M''(i,k) \times L}{2 EI} - \frac{M''(k,i) \times L}{2 EI} = e_i$$

$$\frac{M''(i,k) \times L}{2 EI} = e_i \quad M''(i,k) = (4 EI / L) e_i$$

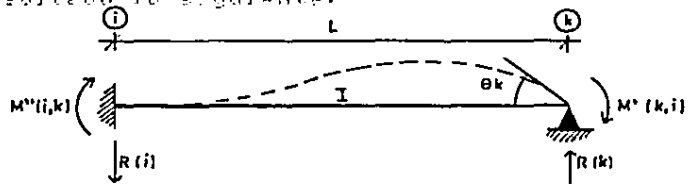
∴

$$M''(i,k) = (4 EI / L) e_i$$

$$M''(k,i) = (2 EI / L) e_i$$

2-El momento debido a θ_i en "i" mientras "k" esta empotrado.

El análisis es idéntico al anterior lo cual dará como resultado lo siguiente:



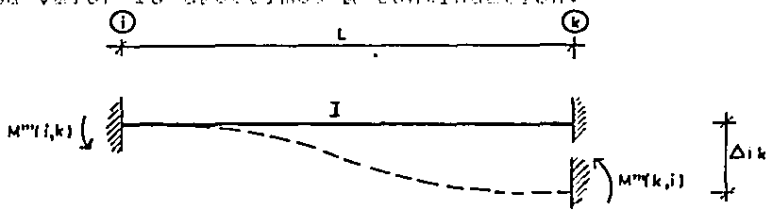
∴

$$M''(i,k) = (2 EI / L) \theta_k$$

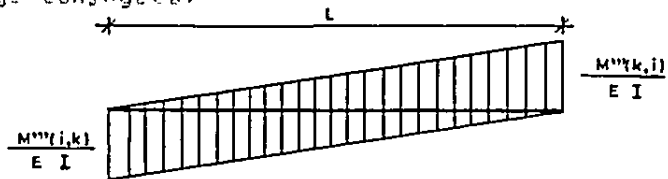
$$M''(k,i) = (4 EI / L) \theta_k$$

3-El momento debido a la tracción entre los dos extremos de la barra, pero sin que exista rotación en éstos.

Su valor lo deducimos a continuación:



Viga conjugada:



$$\sum F_y = 0 \quad - \left(\frac{M'''(i,k)}{E I} \right) \left(\frac{L}{2} \right) + \left(\frac{M'''(k,i)}{E I} \right) \left(\frac{L}{2} \right) = 0$$

$$M'''(i,k) = M'''(k,i)$$

$$\sum M(x) = 0 \quad - \left(\frac{M'''(i,k)}{E I} \right) \left(\frac{L}{2} \right) \left(\frac{2L}{3} \right) + \left(\frac{M'''(k,i)}{E I} \right) \left(\frac{L}{2} \right) \left(\frac{L}{3} \right) + \Delta_{ik} = 0$$

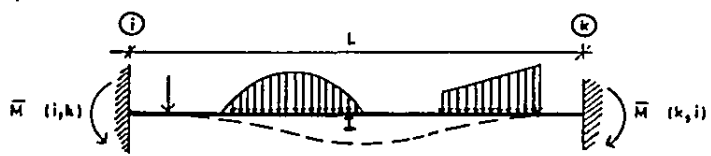
$$\Delta_{ik} = \frac{M'''(i,k)}{3 E I} L^2 - \frac{M'''(k,i)}{6 E I} L^2 = \frac{M'''(i,k)}{6 E I} L^2$$

Se les añade signo negativo porque son antihorarios.

$$M'''(i,k) = -(6 E I / L^2) \Delta_{ik}$$

$$M'''(k,i) = -(6 E I / L^2) \Delta_{ki}$$

4- Los momentos debidos a las cargas actuantes en las barras sin provocar rotaciones en los extremos.



Éstos se obtienen de tablas ya elaboradas con las cargas más comunes y se les llamo "momentos de empotramiento perfecto".

La suma algebraica de estos 4 efectos nos dan los momentos totales en los extremos de las barras,

$$M(i,k) = M^1(i,k) + M^2(i,k) + M'''(i,k) + \bar{M}(i,k)$$

$$M(k,i) = M^1(k,i) + M^2(k,i) + M'''(k,i) + \bar{M}(k,i)$$

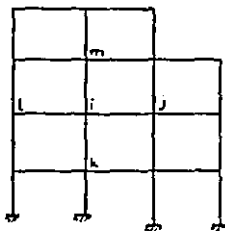
desarrollando,

$$M(i,k) = (4 E I / L) \theta_i + (2 E I / L) \theta_k + (6 E I / L^2) \Delta_{ik} + \bar{M}(i,k)$$

$$M(k,i) = (4 E I / L) \theta_k + (2 E I / L) \theta_i + (6 E I / L^2) \Delta_{ki} + \bar{M}(k,i)$$

b.) Método de Kani sin desplazamiento lateral.

Para simplificar la deducción del método utilizaremos el marco que a continuación se muestra.



Primero supondremos que no existen desplazamientos o sea $\Delta=0$ e incluiremos en la ecuación:

$$M^{(i,l)}=0$$

$$M^{(i,l)}=2\alpha M^{(l,i)}$$

quedando como sigue para el caso de la barra (i,k):

$$M(i,k) = \bar{M}(i,k) + 2\alpha M^{(k,i)} + M^{(i,l)}$$

donde:

$M(i,l)$ = Momento en el extremo "i" de la barra (i,l).

$\bar{M}(i,k)$ = Momento en el extremo "i" de la barra (i,k) debido a las cargas.

$2\alpha M^{(l,i)}$ = Momento en el extremo "i" de la barra (i,l) debido a un giro θ_l mientras "l" está empotrado (Momento flector lado cercano).

$M^{(i,k)}$ = Momento en el extremo "i" de la barra (i,k) debido a un giro θ_k mientras "k" está empotrado (Momento flector lado lejano).

Procederemos a hacer suma de momentos en el nodo "i".

Según la ecuación de equilibrio $\sum M(i)=0$

$$M(i,l) = \bar{M}(i,l) + 2\alpha M^{(l,i)} + M^{(i,k)}$$

$$M(i,j) = \bar{M}(i,j) + 2\alpha M^{(j,i)} + M^{(i,k)}$$

$$M(i,l) = \bar{M}(i,l) + 2\alpha M^{(l,i)} + M^{(i,k)}$$

$$M(i,m) = \bar{M}(i,m) + 2\alpha M^{(m,i)} + M^{(i,k)}$$

$$0 = \bar{M}(i) + 2\alpha \sum_n M^{(n,i)} + \sum_n M^{(i,n)}$$

$$-2 \sum_n M^{(n,i)} = \bar{M}(i) + \sum_n M^{(i,n)}$$

$$\sum_n M^{(n,i)} = -1/2 \bar{M}(i) + \sum_n M^{(i,n)} \quad 1/2$$

Esta última fórmula es la base del método y cambiará un poco conforme veamos lo concerniente a desplazamientos laterales.

La fórmula se puede describir con palabras como sigue:
 La suma de los momentos de empotramiento ($\bar{M}(i)$) de un nudo, más la suma de los momentos flectores de los lados lejanos de las barras concurrentes al mismo nudo, es igual a la suma de los momentos flectores del lado cercano.

La suma de los momentos flectores en los lados cercanos de las barras se repartirán proporcionalmente a las rigideces de estas o sea:

$$M^c(k,i) = [R(i,k) / \sum_n R(i)] \sum_n M^c(n,i)$$

$$M^c(1,i) = [R(i,1) / \sum_n R(i)] \sum_n M^c(n,i)$$

etc.

donde,

$R(k,i) = R(i,k) =$ Rigidez de la barra (i,k)
 $\sum R(i) =$ Sumatoria de las rigideces de las barras que concurren en el nudo.

Para simplificar el reparto de los momento en cada barra, se calcula lo que se llama el "Coeficiente de reparto" como a continuación se muestra:

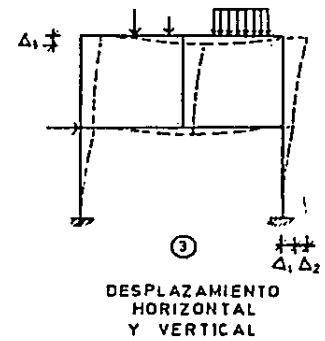
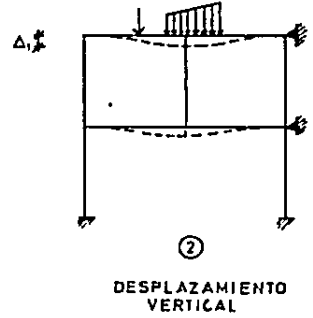
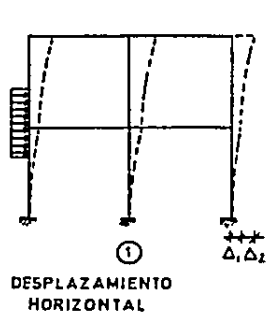
$$M(i,k) = (-.5) * R(i,k) / \sum_n R(i)$$

quedando la ecuación principal así:

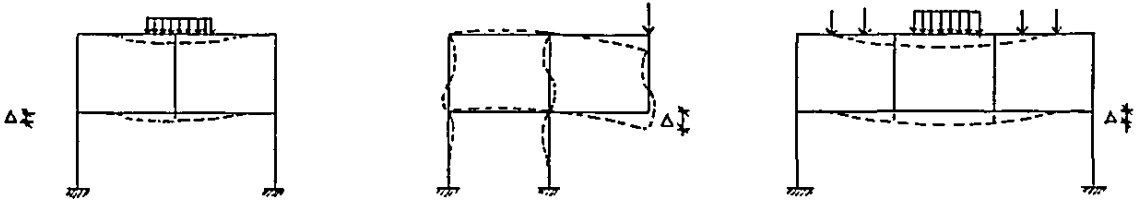
$$M^c(k,i) = M(i,k) * [\bar{M}(i) + \sum_n M^c(n,i)]$$

c) Método de Kani con desplazamiento.

En las demostraciones anteriores suponíamos que la estructura no tenía desplazamiento, vamos ahora a considerar que estos sí existen. Los casos que a continuación se muestran tienen diferentes tipos de movimientos que encontramos comúnmente en estructuras reales.

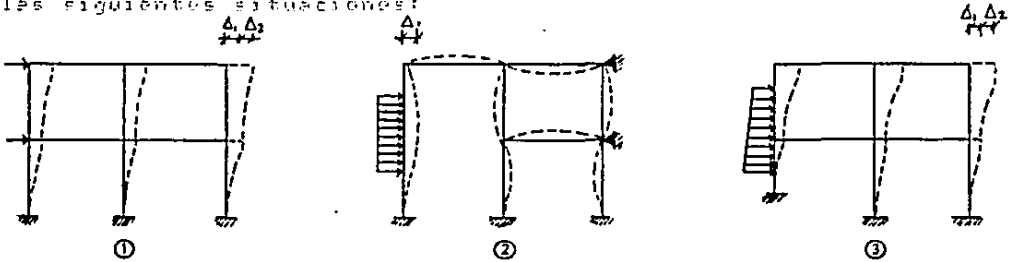


De los casos que vimos en la página anterior, nos concentraremos en el primero ya que es el más común de todos y para el que fue hecho especialmente el método de Kani. Los problemas con desplazamientos verticales exigen que se hagan modificaciones sustanciales al método para cada caso en especial de estructura lo que complicaría el cálculo, quitándole su principal ventaja a este método que es la sencillez. Por ejemplo no se puede establecer un método común para los siguientes casos,



ya que es muy difícil calcular qué porcentaje de fuerza lateral absorbe cada barra cuando se desplazan en forma vertical.

En el caso de desplazamientos horizontales podemos contemplar las siguientes situaciones:



El primero y el tercer caso sí se contemplan dentro de los que se pueden resolver por el método de Kani, mientras que el segundo está fuera del alcance de éste, ya que no cumple con una de las restricciones que nos adelante veremos y que dice que todas las columnas de un piso se deben desplazar horizontalmente en la misma magnitud.

Comenzaremos por la fórmula general,

$$M(i, k) = \bar{M}(i, k) + 2\sum M''(i, j) + M'''(i, k) + \underbrace{M''''(i, k)}_{\text{Momento debido al desplazamiento}}$$

Si hacemos sumatoria de momentos nos quedará,

$$\sum M(i, k) = 0 = \bar{M}(i) + 2\sum_0 M''(n, i) + \sum_0 M'''(i, n) + \sum_0 M''''(i, n)$$

Despejando nos quedará,

$$\sum_n M^n(n, j) = -[\bar{M}(i) + \sum_n M^n(i, n) + \sum_n M'''(i, n)] / 2$$

Para una barra individual la fórmula general será:

$$M^n(k, i) = M(i, k) + [\bar{M}(i) + \sum_n M^n(i, n) + \sum_n M'''(i, n)]$$

Como se vé, la fórmula no tuvo cambios sustanciales, pero ahora tendremos que deducir la ecuación para calcular los momentos debidos a los desplazamientos.

Para poder calcular éste, haremos uso del siguiente esquema donde se muestran las fuerzas laterales actuantes y las constantes que las contrarrestan.

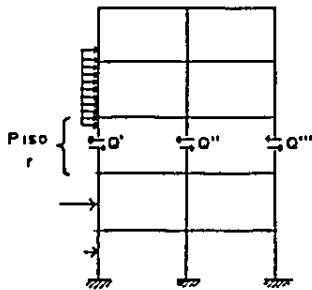


Diagrama de cargas

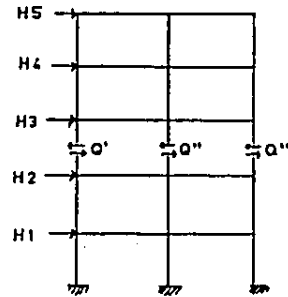


Diagrama de Fuerzas de Fijación

Hacemos un corte en el piso r y $\sum F_y = 0$

$$H5 + H4 + H3 = Q' + Q'' + Q'''$$

$$\sum_i H(i) = \sum_n Q_n$$

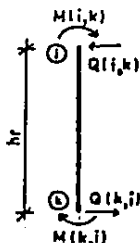
O sea, que la suma de las fuerzas constantes en todas las columnas del piso "r" es igual a la suma de las fuerzas horizontales H que actúan en los nudos por encima del piso "r".

A la suma de todas las fuerzas H por encima del piso "r" le llamaremos Q_r .

$$\sum_i H(i) = Q_r$$

Donde Q_r variará dependiendo del piso en que se corte el marco.

Los esfuerzos constantes dependerán de los momentos en los extremos de las columnas del piso que se corte.



Para una columna:

$$Q(i,k) = - \frac{M(i,k) + M(k,i)}{hr}$$

Para todas las columnas:

$$Q_r = - \sum_k \left(\frac{M(i,k) + M(k,i)}{hr} \right) \quad hr * Q_r = - \sum_k [M(i,k) + M(k,i)]$$

$$hr * Q_r = \sum_k - [\bar{M}(i,k) + 2 * M''(k,i) + M'''(i,k) + M''''(i,k) + \bar{M}(k,i) + 2 * M''(i,k) + M'''(k,i) + M''''(k,i)]$$

Hacemos $\bar{M}(i,k) + \bar{M}(k,i) = \bar{M}_r =$ Momento de desequilibrio
 $M''''(i,k) = M''''(k,i)$

$$hr * Q_r = \sum_k - (\bar{M}_r + 3 * M''(k,i) + 3 * M''(i,k) + 2 * M''''(i,k))$$

$$\sum_k M''''(i,k) = - \frac{1}{2} \left[\frac{hr * Q_r + \sum_k \bar{M}_r}{3} + \sum_k (M''(k,i) + M''(i,k)) \right]$$

De esta fórmula, el siguiente término será constante para toda la iteración, y se le llama "Momento de piso" del piso "r" y se designa por \bar{M}_r .

$$\frac{hr * Q_r + \sum_k \bar{M}_r}{3} = \frac{hr * Q_r + \sum_k \bar{M}_r}{3} = \frac{hr * (Q_r + \sum_k \bar{M}_r)}{3}$$

Para facilitar la comprensión de este término haremos,

$$Q_r = Q_r + \sum_k \bar{M}_r$$

Al término " Q_r " se le puede definir como la suma de todas las cargas laterales que fueron transportadas a los nudos como reacciones de empotramiento perfecto por encima del piso "r".

$$O \text{ sea, } \bar{M}_r = \frac{Q_r * hr}{3}$$

Donde $\bar{M}_r =$ Momento de piso del piso "r".

$Q_r =$ \sum de todas las cargas laterales transportadas a los nudos como reacciones de empotramiento perfecto por encima del piso "r"

$hr =$ Altura del piso "r".

La fórmula general quedará entonces así:

$$\sum_k M''''(i,k) = (-1.5) \left[\bar{M}_r + \sum_k (M''(k,i) + M''(i,k)) \right]$$

que significa que la suma de los momentos debidos al giro en los extremos de todas las columnas de un piso "r", más su respectivo Momento de piso, es proporcional a la suma de los momentos debidos al desplazamiento de dichas columnas.

Esta sumatoria de momentos debidos al desplazamiento se repartirá entre las columnas del piso proporcionalmente a sus rigideces.

$$M^{(i,k)}(i,k) = IP(i,k) / \sum_r R(i,k) \bar{Z}^{(i,k)} M^{(i,k)}(i,k)$$

etc.

donde,

$R(i,k)$ = Rigidez de la barra (i,k).

$\sum_r R(i,k)$ = Sumatoria de las rigideces de las barras que son columnas en el piso "r".

Para simplificar el reparto del momento en cada columna, se calcula lo que se llama el "Factor de Carreamiento", como la continuación se muestra:

$$V(i,k) = (1-5) \times R(i,k) / \sum_r R(i,k)$$

quedando la fórmula por:

$$M^{(i,k)}(i,k) = V(i,k) \bar{Z}^{(i,k)} R + \sum_r M^{(i,k)}(i,k) + M^{(i,k)}(i,k) \quad 2$$

d) Columnas de diferente altura en el piso inferior.

La existencia de columnas con diferente altura en el piso inferior no modifica los valores de los coeficientes de reparto y las influencias de dicho giro, solamente las influencias del desplazamiento experimental varían.

Empetaremos por enunciar la fórmula que vimos anteriormente:

$$M^{(i,k)}(i,k) = (1-5) \frac{GR}{3} h_r + \sum_r M^{(i,k)}(i,k) + M^{(i,k)}(i,k) \quad 2$$

$$(1/3) h_r \times M^{(i,k)}(i,k) = (1-5) \frac{OP}{3} + \sum_r M^{(i,k)}(i,k) + M^{(i,k)}(i,k) \quad 2$$

En el caso de pisos con columnas de igual altura,

$$h_r = h(i,k) = h(i,k) = \text{etc.}$$

Pero en este caso no se puede hablar de "h" como la altura de todas las columnas del piso "r", sino que se utilizará como una cantidad ficticia que nos sirve apropiada, y que será la altura que cada figura en las columnas de ese piso. Se utilizará mientras tanto la altura $h(i,k)$ de cada columna.

$$\sum_r \frac{M^{(i,k)}(i,k)}{h(i,k)} = - \frac{1}{3} \left[\frac{OP}{h} + \frac{\sum_r M^{(i,k)}(i,k) + M^{(i,k)}(i,k)}{h(i,k)} \right]$$

Multiplicando toda la ecuación por nuestra altura ficticia "hr" resultará:

$$\sum_k \frac{M^{(i,k)} * (hr)}{h(i,k)} = - \frac{3}{2} \left[\frac{E_r * hr}{E} + \sum_k \frac{(M^{(i,k)} + M^{(k,i)}) * hr}{h(i,k)} \right]$$

Llamaremos,

- hr = altura ficticia.
- h(i,k) = altura de la columna (i,k).
- $\frac{hr}{h(i,k)} = C(i,k) =$ Factor de Reducción de la columna (i,k).

La ecuación cambiará a,

$$\sum_k M^{(i,k)} * C(i,k) = (-1.5) * [\bar{M}_r + \sum_k C(i,k) * (M^{(i,k)} + M^{(k,i)})]$$

Al desplazarse transversalmente al piso, es evidente que todas las razones de las columnas se desplazan en un mismo valor "Δ". Las influencias del desplazamiento dependen, por lo tanto únicamente de "Δ" y de la relación

$$\frac{R(i,k)}{h(i,k)}$$

o bien de "Δ" y la relación

$$C(i,k) * R(i,k)$$

resultando de ello la relación

$$\frac{M^{(i,k)}}{\sum_k C(i,k) * M^{(i,k)}} = \frac{C(i,k) * R(i,k)}{\sum_k C(i,k) * [C(i,k) * R(i,k)]}$$

y expresando el valor del Factor de corrimiento en una forma más general obtenemos,

$$V(i,k) = \frac{(-1.5) * C(i,k) * R(i,k)}{\sum_k C(i,k) * R(i,k)}$$

Substituyendo en la ecuación nos queda,

$$M^{(i,k)} = V(i,k) * [\bar{M}_r + \sum_k C(i,k) * (M^{(i,k)} + M^{(k,i)})]$$

que será nuestra ecuación final.

El proceso de cálculo se puede resumir paso por paso de la siguiente forma:

- a) Cálculo de las Rigideces $P(i,k)$ de cada una de las barras de la estructura.
- b) Cálculo de los Coeficientes de Reparto en cada una de las barras que dan a cada uno de los nodos.

La fórmula es
$$A(i,k) = \frac{P(i,k)}{\sum_n P(i,k)}$$

- c) Cálculo de Factores de Reducción para cada columna.

La fórmula es
$$C(i,k) = \frac{h_i}{h_{(i,k)}}$$

En los pisos donde todas las columnas tienen la misma altura el factor de reducción será igual a 1.

- d) Cálculo de Factores de Corrimiento para cada columna.

La fórmula es
$$V(i,k) = \frac{(-1.5) \times C(i,k) \times P(i,k)}{C(i,k)^2 + P(i,k)}$$

En estructuras con una sola columna el factor de corrimiento de ésta será igual a -1.5.

- e) Cálculo de Momentos de Empotramiento Perfecto. Los obtendremos por medio de fórmulas y con las cargas y claros que nos especificaron.
- f) Cálculo de Momentos de Suspensión por nodo.

La fórmula es
$$\bar{M}(i) = \sum_n M(i,n)$$

- g) Cálculo de Reacciones de Empotramiento Perfecto. Las obtendremos por medio de fórmulas y con las cargas y claros que nos especificaron. Les dibujaremos como cargas puntuales en los nodos de la estructura.
- h) Cálculo de Momentos de Piso.

La fórmula es
$$\bar{M}_v = \frac{Ql^2}{2}$$

- i) Proceso iterativo. El proceso se divide en dos partes importantes, que son el cálculo de influencias de giro en cada uno de los nodos, y el cálculo de influencias por desplazamiento en cada piso. Estas dos partes comprenden una iteración completa, y debemos determinar el proceso iterativo cuando los resultados entre un iteración y otra son casi iguales.

Las fórmulas son las siguientes:

- 1) Cálculo de influencias por giro en los nodos:

$$M^g(i,i) = A(i,i) \times \bar{M}(i) + \sum_n M^g(i,n) + \sum_n M^g(i,w)$$

2) Cálculo de influencias por desplazamiento en pie:

$$M^{(i)}(i, k) = W(i, k) \bar{M} + \sum_j C(i, k, j) M^{(j)}(i, k) + M^{(i)}(i, k)$$

3) Cálculo de Momentos foveales.

Una vez que hayamos hecho suficientes iteraciones y que los resultados obtenidos en las últimas ya no varien, procederemos a calcular los momentos finales.

La fórmula es

$$M(i, k) = \bar{M}(i, k) + \sum_j C(i, k, j) M^{(j)}(i, k) + M^{(i)}(i, k)$$

C) ALCANCES Y LIMITACIONES

Este método tiene ciertas características que lo distinguen enormemente de los demás métodos. Para entenderlo mejor enunciaremos las ventajas y desventajas del mismo:

Ventajas:

- Proporciona la solución más sencilla para la resolución de marcos de varios pisos.
- Es más rápido.
- La exactitud de los resultados, depende de las iteraciones que queramos hacer.
- El proceso de cálculo es muy repetitivo, por lo que se puede manejar en computadora.
- A diferencia de otros métodos, éste considera al mismo tiempo los desplazamientos y los giros durante el cálculo.
- Es un método correctivo, ya que si cometemos algún error, éste mismo se eliminará en las siguientes iteraciones.
- Para el caso de que deban variarse los tipos de carga o la sección de las barras posteriormente al cálculo efectuado, no es necesario volver a empezar el mismo, sólo anotar los cambios y repetirlos únicamente en partes.
- Con pocos cambios este método se puede hacer extensivo para estructuras con barras de sección variable y para que acepte rigideces modificadas.

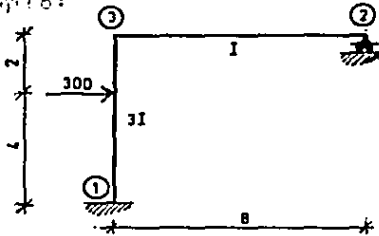
Desventajas:

- La desventaja principal de este método radica en las limitaciones que tiene para resolver estructuras de diversos tipos, ya que está hecho para que se cumplan las siguientes condiciones:
 - a) Las barras deben ser de sección constante.
 - b) Sólo se aceptan barras verticales y horizontales.
 - c) No se aceptan rótulas intermedias.
 - d) Los nudos deben ser de tipo rígido.
 - e) No se aceptarán desplazamientos verticales.
 - f) Los desplazamientos horizontales serán los mismos para las columnas de un piso dado.
 - g) Las columnas de un piso tendrán la misma altura, excepto en el primer piso donde sí se aceptarán diferentes alturas.

Como se observa, el campo de acción dentro de los diferentes tipos de estructuras es muy limitado para este método, pero dentro de su radio de acción tiene enormes ventajas que lo hacen muy superior a los demás métodos.

EJEMPLO PRÁCTICO

Para la mejor comprensión del método vamos a resolver el siguiente ejemplo:



Para el cálculo se seguirán los pasos como se explicaron en la parte anterior.

a) Cálculo de Rigideces (R):

Suponemos $I=8$

$$R(1,3) = R(3,1) = \frac{3I}{L} = \frac{3(8)}{6} = 4$$

$$R(2,3) = R(3,2) = \frac{I}{L} = \frac{8}{8} = 1$$

b) Cálculo de Coeficientes de Reparto (M):

Nudo 1

$$\sum R(1) = R(1,3) = 4$$

$$M(1,3) = 0 \quad (\text{Ya que el empotramiento absorbe todo})$$

Nudo 2

$$\sum R(2) = R(2,3) = 1$$

$$M(2,3) = \frac{R(2,3)}{\sum R(2)} (-1.5) = \frac{1}{1} (-1.5) = -1.5$$

Nudo 3

$$\sum R(3) = R(3,1) + R(3,2) = 4 + 1 = 5$$

$$M(3,1) = \frac{R(3,1)}{\sum R(3)} (-1.5) = \frac{4}{5} (-1.5) = -1.2$$

$$M(3,2) = \frac{R(3,2)}{\sum R(3)} (-1.5) = \frac{1}{5} (-1.5) = -0.3$$

c) Cálculo de Factores de Reducción (C):

$$C(1,3) = \frac{6}{6} = 1 \quad (\text{Ya que tenemos una sola columna})$$

d) Cálculo de Factores de Corrección (V):

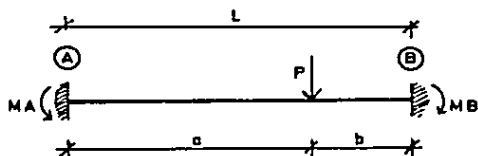
$$\sum R(1) = R(1,3) = 4 \quad (\text{La fórmula se reduce ya que } C(1,3) = 1)$$

$$V(1,3) = (-1.5) \frac{R(1,3)}{\sum R(1)} = (-1.5) \frac{4}{4} = -1.5$$

e) Cálculo de Momentos de Empotramiento Perfecto:

Como la barra (1,3) es la única cargada, entonces todas las demás tendrán momentos iguales a cero.

Barra (1,3)



Momentos

$$M_A = -\frac{P \cdot b \cdot a^2}{L^2} = -\frac{300 (4) (2)^2}{6^2} = -133.33$$

$$M_B = -\frac{P \cdot a \cdot b^2}{L^2} = -\frac{300 (2) (4)^2}{6^2} = 266.67$$

$$\bar{M}(1,3) = -133.33$$

$$\bar{M}(3,1) = 266.67$$

$$\bar{M}(2,3) = 0$$

$$\bar{M}(3,2) = 0$$

f) Cálculo de Momentos de sujeción:

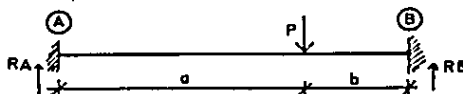
Nudo 1 $\bar{M}(1) = \bar{M}(1,3) = -133.33$

Nudo 2 $\bar{M}(2) = \bar{M}(2,3) = 0$

Nudo 3 $\bar{M}(3) = \bar{M}(3,2) + \bar{M}(3,1) = 0 + 266.67 = 266.67$

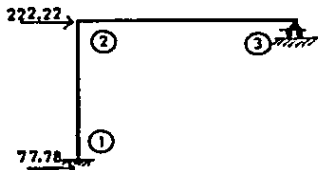
g) Cálculo de reacciones de Empotramiento Perfecto:

Barra (1,3)



$$R(A) = P \left(\frac{b}{L}\right)^2 \left(1 + 2 \left(\frac{a}{L}\right)\right) = 300 \left(\frac{2}{6}\right)^2 \left(1 + 2 \left(\frac{4}{6}\right)\right)$$

$$R(B) = P \left(\frac{a}{L}\right)^2 \left(1 + 2 \left(\frac{b}{L}\right)\right) = 300 \left(\frac{4}{6}\right)^2 \left(1 + 2 \left(\frac{2}{6}\right)\right)$$

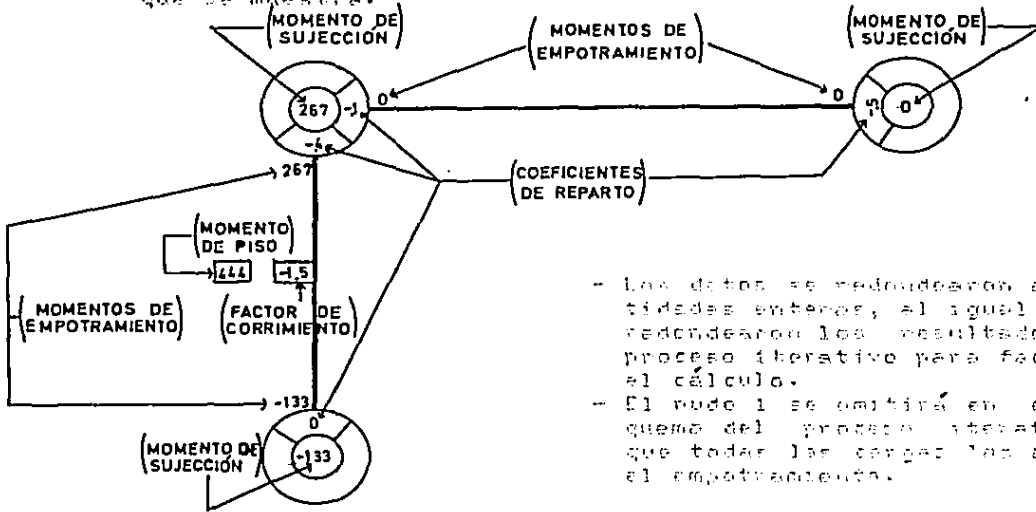


h) Cálculo de Momentos de Piso (Mr):

$$\bar{M}_r(1) = \frac{222.22 (6)}{3} = 444.44$$

i) Planteamiento inicial:

Para el cálculo se utilizará el esquema que se muestra abajo, el cual representa la forma geométrica de la estructura y facilita el proceso iterativo. Los datos tendrán el acomodo que se muestra.



- Los datos se redondearon a cantidades enteras, al igual que se redondearon los resultados del proceso iterativo para facilitar el cálculo.
- El nudo 1 se omitirá en el esquema del proceso iterativo ya que todos los cargas las absorbe el empotramiento.

e) Proceso Iterativo:

Se explicará el proceso de 2 iteraciones completas y después se seguirá trabajando con el esquema exclusivamente.

Podemos empezar con cualquier nudo o piso según nos convenga. Redondearemos todos los resultados de cero decimales.

Iteración 1

Nudo 1

Paso 1

$$\Sigma \text{ Momentos libres} + \text{Momento de sujeción} = 0 + 267 = 267$$

Paso 2

Reparto de la sumatoria

Barras (1,1)	267 (-.4) = -107
Barras (1,2)	267 (-.1) = -27

Nudo 2

Paso 1

$$\Sigma \text{ Momentos libres} + \text{Momento de sujeción} = -27 + 0 = -27$$

Paso 2

Reparto de la sumatoria

Barras (2,3)	-27 (-.5) = 14
--------------	----------------

Nudo 1

Se omite, pues cualquier operación dará como resultado cero.

Piso 1

Paso 1

$$\Sigma \text{ Momentos en los extremos} + \text{Momento de Piso} = -107 + 444 = 337$$

Paso 2

Reparto de la sumatoria

$$\text{Barra (1,3)} \quad 337 (-1.5) = -506$$

Iteración 2

Nudo 3

Paso 1

$$\Sigma \text{ Momentos fijados} + \text{Momento de sujeción} = 14 - 506 + 267 = -225$$

Paso 2

Reparto de la Sumatoria

$$\text{Barra (3,1)} \quad -225 (-.4) = 90$$

$$\text{Barra (3,2)} \quad -225 (-.1) = 23$$

Nudo 2

Paso 1

$$\Sigma \text{ Momentos fijados} + \text{Momento de sujeción} = 23 + 0 = 23$$

Paso 2

Reparto de la sumatoria

$$\text{Barra (2,3)} \quad 23 (-.5) = -12$$

Nudo 1

Se omite, pues cualquier operación dará como resultado cero.

Piso 1

Paso 1

$$\Sigma \text{ Momentos en los extremos} + \text{Momento de piso} = 90 + 444 = 534$$

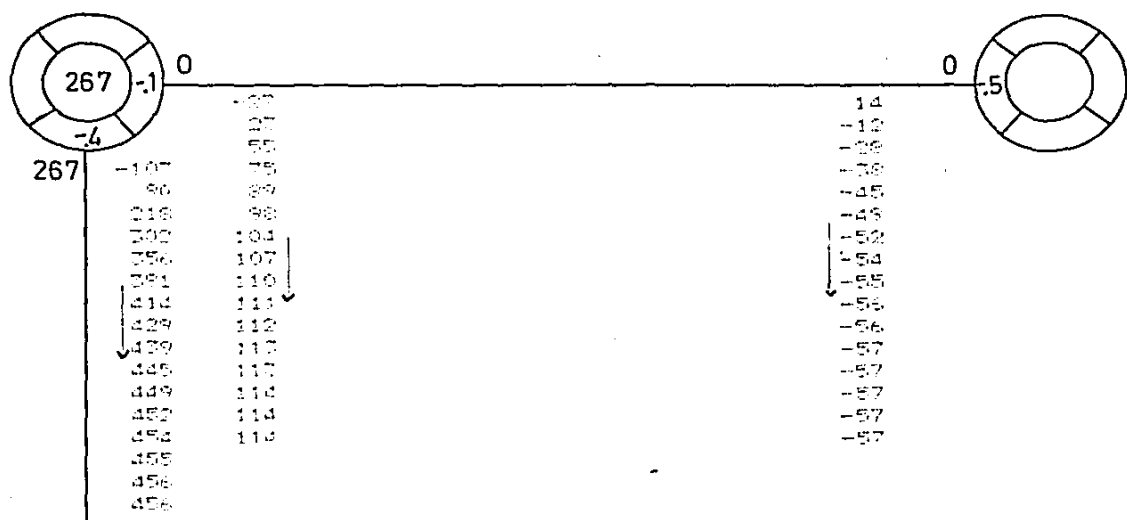
Paso 2

Reparto de la sumatoria

$$\text{Barra (1,3)} \quad 534 (-1.5) = -801$$

Iteraciones siguientes

Las iteraciones que siguen se llevarán a cabo directamente en el esquema una vez que se entienda el proceso. El proceso se detendrá hasta que los resultados lleguen a la convergencia.



444

-1.5

Los resultados convergen en la iteración 16 y ahora proseguiremos con el cálculo de momentos finales.

f) Cálculo Momentos Finales:

$$\begin{aligned}
 M(1,3) &= -133 + 0(2) - 1350 + 456 = -1027 \\
 M(3,1) &= 267 + 456(2) - 1350 + 0 = -171 \\
 M(3,2) &= 0 + 114(2) + 0 - 57 = 171 \\
 M(2,3) &= 0 - 57(2) + 0 + 114 = 0
 \end{aligned}$$

CAPITULO 9

PROGRAMA GENERAL DEL METODO DE HANI

A) GENERALIDADES

Este capítulo comprende la parte más importante de la tesis, ya que en éste se muestra el funcionamiento interno del programa, el diagrama de flujo, así como el listado del mismo.

Como se verá, el programa está escrito en lenguaje BASIC en su versión GWBASIC. Este lenguaje fue creado por John Kemeny y Thomas Kurtz en Dartmouth College especialmente para personas que no desearan especializarse mucho en computadoras, pero que sí quisieran utilizarlas. Debido de nuestra carrera se muy difícil que se profundice dentro del campo de la computación, es por eso que escogí este lenguaje para desarrollar el programa, pues es el de más fácil dominio y comprensión para todos los ingenieros civiles. Este programa está hecho especialmente para su uso en computadores del tipo personal, ya sean PC o PB.

Para la utilización del programa, se ha previsto al presente trabajo con un disco ya grabado, y se debe aclarar que es necesario tener un disco del sistema operativo MS-DOS, o la versión que se tenga para poder utilizarlo. El disco contiene sólo dos archivos que ocupan la siguiente memoria:

KANT	.BAS	20324 bytes
GWBASIC	.GNE	69000- bytes

El primero es el programa del método de Henz y el segundo es el lenguaje GWBASIC. Nótese que la mayor parte del disco queda libre para grabar cualquier otro archivo que nosotros queramos.

B) DIAGRAMA DE FLUJO

El funcionamiento y la secuencia lógica del programa quedan resumidos en el diagrama de flujo que a continuación se muestra. No tiene objeto hacerlo muy detallado, ya que sería tan extenso y complicado, que daría lo mismo tratar de comprenderlo en el listado que en el diagrama.

El programa se divide en 3 partes que se enumeran a continuación por orden de importancia:

- 1) Programa General: comprende las tres primeras hojas del diagrama, y es donde se lleva a cabo la lectura, cálculo y presentación de resultados. Durante el transcurso usual de resolución de algún problema, siempre estaremos dentro de esta sección a menos de que comencemos algún error o pidamos salir de ella.
- 2) Subrutina de corrección de coordenadas: en caso de que hubiésemos dado datos ilógicos en coordenadas o que hubiésemos cometido algún error, el programa general lo detectará y nos mandará automáticamente a esta sección, donde podemos corregir dichos errores y volver a la primera sección. La secuencia lógica de esta sección, la encontraremos en la cuarta hoja del diagrama.
- 3) Subrutina de corrección de cargas: el computador nos da la oportunidad de entrar manualmente a esta sección, una vez que le damos todos los datos. Cualquiera de los podemos corregir, y luego ésta podemos volver a la primera sección. Esta sección está comprendida en la quinta hoja del programa.

El computador decide algunas cosas automáticamente y otras las decidimos nosotros desde el teclado. Las opciones que se tienen están escritas en forma de círculos en el diagrama y se explican a continuación:

- 1- La estructura que se está resolviendo es del tipo 1.
- 2- La estructura que se está resolviendo es del tipo 2.
- 3- La estructura que se está resolviendo es del tipo 3.
- RI- Respuesta afirmativa a una pregunta.
- NO- Respuesta negativa a una pregunta.
- I- Iniciar el programa de nuevo.
- F- Finalizar y salir del programa.
- C- Corregir los errores existentes en las coordenadas.
- P- Preguntar con el programa con las coordenadas corregidas.
- D- Las coordenadas están bien según los diagnósticos.
- M- Las coordenadas están mal según los diagnósticos.
- U- La lectura o el listado se hará en forma unitaria.
- T- La lectura o el listado se hará en forma total.
- RR- Ver resultados en pantalla de nuevo.
- IR- Inercia de las lavas.
- ME- Momentos de empujamiento.
- FC- Fuerzas cortantes.
- MP- Momentos puros.
- N- Ninguno.
- IF- Inyección de los datos.

DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA GRAL.

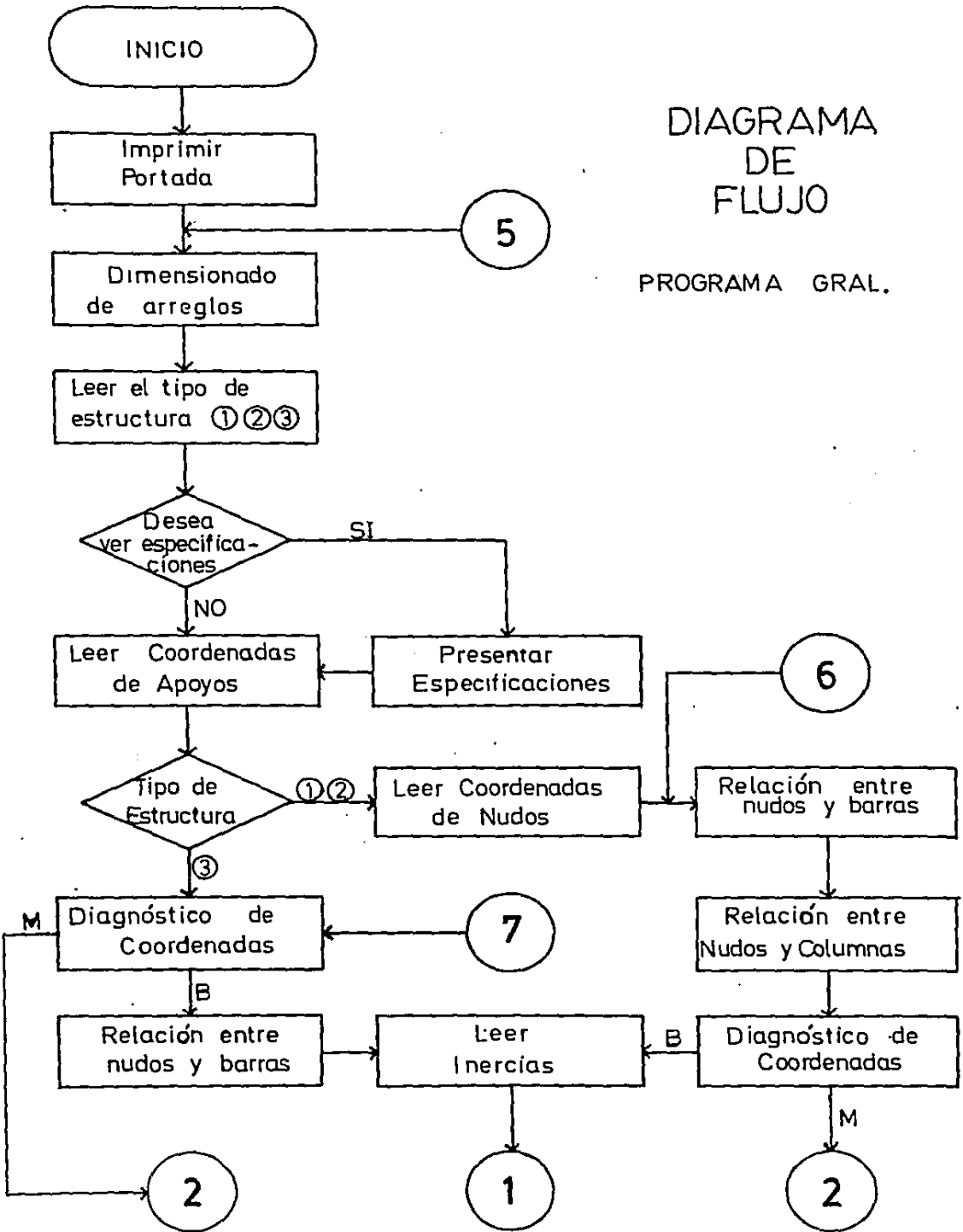


DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA GRAL.

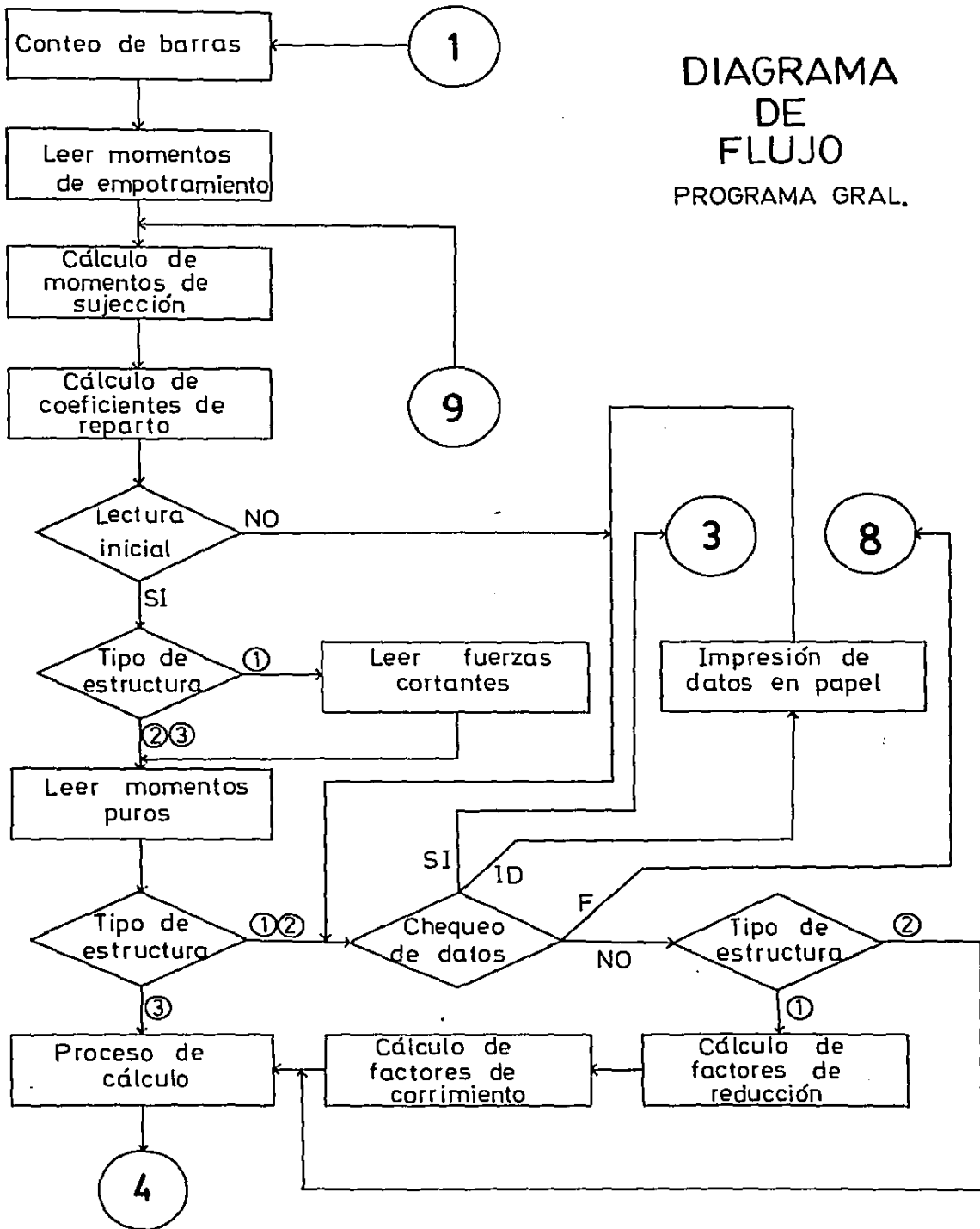


DIAGRAMA DE FLUJO

PROGRAMA GRAL.

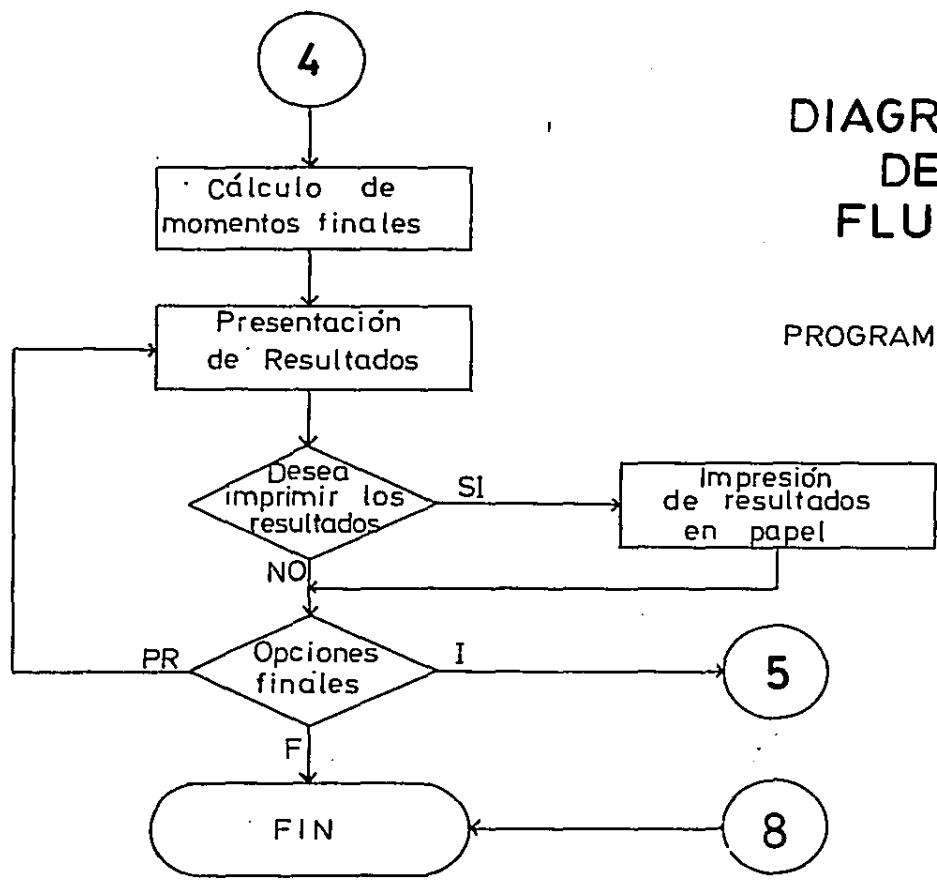
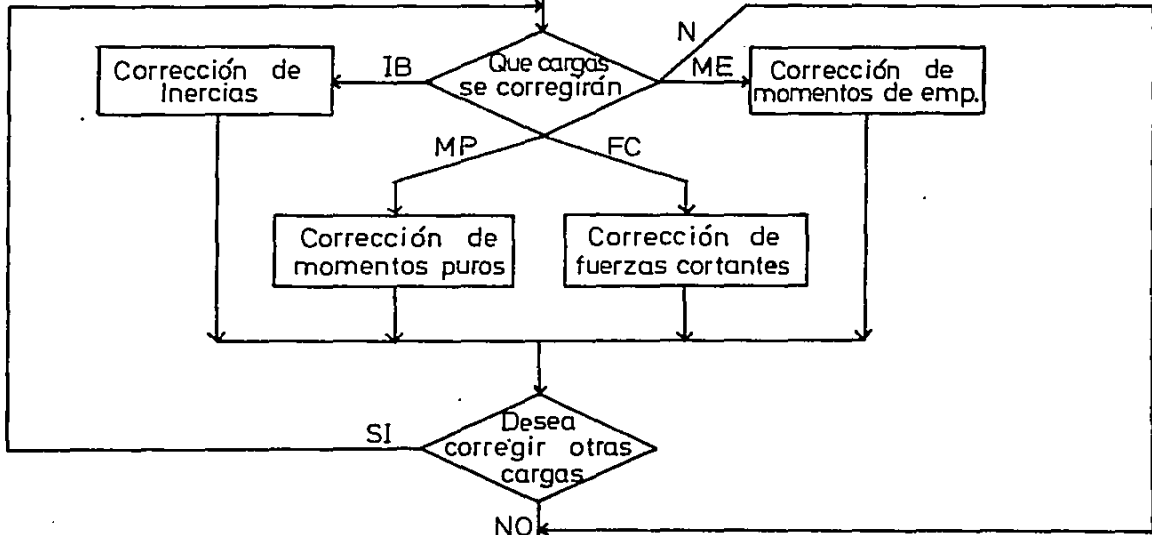
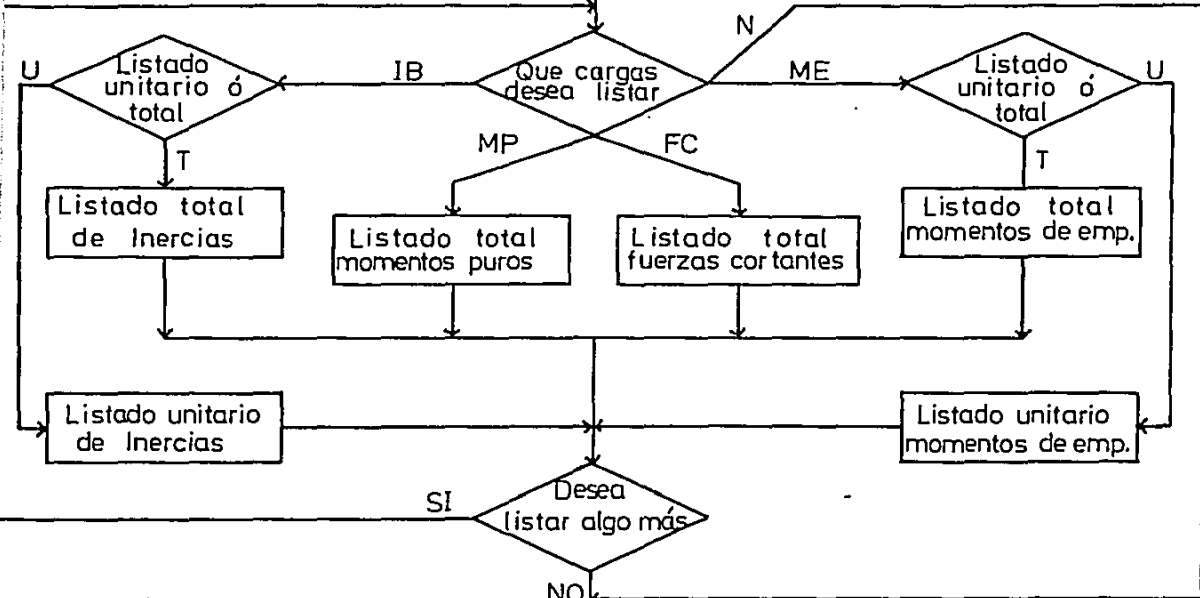


DIAGRAMA DE FLUJO

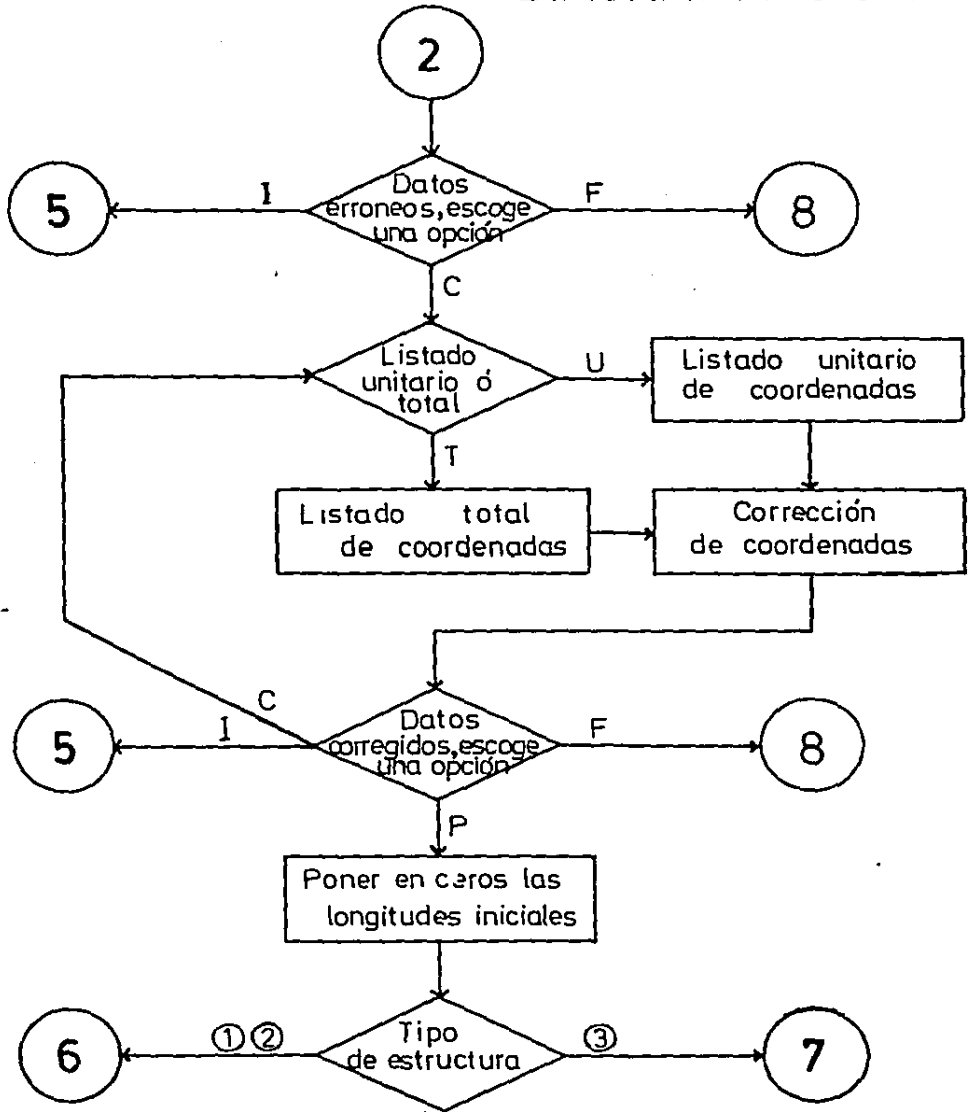
3



SUBROUTINA DE
CORRECCION DE CARGAS

9

DIAGRAMA DE FLUJO



SUBROUTINA DE
CORRECCION DE COORDENADAS

CO-VARIABLES UTILIZADAS EN EL PROGRAMA

Para llegar a los resultados que son los momentos en los extremos de cada barra el programa tiene que almacenar los datos y los resultados parciales de cada iteración en algún lugar de la memoria del computador, por eso a continuación se muestran las variables que utiliza este para guardar dichos datos, así como los valores que contienen cada una de estas con el fin de facilitar la comprensión de dicho programa:

- W Tipo de estructura, E, o D.
- M Cantidad de apoyos de la estructura.
- N Cantidad de nudos rígidis de la estructura.
- WC(i) Tipo de apoyo (E o T).
- X(i) Ubicación del nudo "i" con respecto al eje X.
- Y(i) Ubicación del nudo "i" con respecto al eje Y.
- L(i,j) Longitud de la barra entre los nudos "i" y "j".
- D Número de pisos de la estructura.
- P(i) Número de columnas del piso "i".
- C(i,j) Nudo entre las que se encuentra la col. "i" del piso "j".
- K(i,j) Inercia de la barra entre los nudos "i" y "j".
- M(i,j) Momento de emparramiento perfecto en el extremo "i" de la barra entre los nudos "i" y "j". Al final se almacena en esta misma variable los momentos finales de cada barra.
- PC(i,j) Coef. de reparto en el nudo "i" de la barra conectada al nudo lejano "j".
- I Número de barras de la estructura.
- SC(i) Momento de sujeción del nudo "i".
- P(i) Momento puntal en el nudo "i".
- PC(i) Momento de piso en el piso "i".
- V(i,j) Factor de decremento de la columna "i" del piso "j".
- DC(i,j) Factor de reducción de la columna "i" del piso "j".
- GC(i) Sumatoria de momentos puntuales al nudo "i" en la última iteración.
- BC(i,j) Momento debido al giro, en el extremo "i" de la barra entre los nudos "i" y "j" (última iteración). Sirve también como variable auxiliar en la impresión de datos en papel, antes de iniciar el proceso iterativo.
- TC(i,j) Momento debido al giro, en el extremo "i" de la barra entre los nudos "i" y "j" (penúltima iteración).
- UC(i) Sumatoria de momentos de los extremos de todas las columnas del piso "i".
- HC(i,j) Momento debido al desplazamiento de la columna "i" del piso "j" (última iteración).
- GC(i,j) Momento debido al desplazamiento de la columna "i" del piso "j" (penúltima iteración).

OTRAS VARIABLES:

- CONTADORES: I, J, K, L.
 - ANÁLISIS DE LECTURA: A1, C1, D1, P1.
 - VARIABLES ESPECIALES: M1-Último valor leído.
 - P - Pongión del cursor.
 - VARIABLES AUXILIARES: B, E, S, H, C, E, U, V, G, T(i), A, P, T.
- Estas variables tienen usos muy diversos.

D) LISTADO DEL PROGRAMA

El programa comprende 787 líneas de programación impresas en 15 hojas. El funcionamiento detallado de éste es muy complicado, pero para cualquier referencia o aclaración puede ser de gran ayuda el listado.

El programa está dividido técnicamente en pequeños bloques de entre 5 y 40 líneas y cada hoja del listado comprende varios bloques.

En forma percibida que en los diagramas de flujo, lo podemos dividir en 2 partes:

	Entre líneas
(1)- Programa general	10-1010
(2)- Subrutina de corrección de coordenadas	5840-6460
(3)- Subrutina de corrección de cargas	4800-5830
(4)- Subrutinas varias de ayuda	4320-4790 6470-7870

```

20 PRINT "Barra de vigas:";LOCATE 13,12:PRINT "y viga continua"
30 FOR I=5 TO 16
40 LOCATE 5,1:PRINT CHR$(219):LOCATE 20,1:PRINT CHR$(219)
50 NEXT I
60 FOR I=6 TO 19
70 LOCATE I,5:PRINT CHR$(219):LOCATE I,36:PRINT CHR$(219)
80 NEXT I
90 LOCATE 25,18:PRINT "S.P.C. 844208 450/1988"
100 GOSUB 7410
110 CLEAR:DIM X(34),Y(34),L(34,34),P(17),C(17,17),K(34,34),G(17),M(34,34)
120 DIM R(34,34),B(34,34),T(34,34),D(17,17),V(17,17),G(17,17),H(17,17),R(17)
130 DIM U(17),F(34),Z(34),S(34),M(34)
140 CLS:SCREEN 0:LOCATE 3,10
150 PRINT "***** CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA *****"
160 LOCATE 7,50:PRINT "TIPO DE ESTRUCTURA"
170 LOCATE 10,16:PRINT "1- MARCO RIGIDO CON DESPLAZAMIENTO LATERAL"
180 LOCATE 12,16:PRINT "2- MARCO RIGIDO SIN DESPLAZAMIENTO LATERAL"
190 LOCATE 14,16:PRINT "3- VIGA CONTINUA":GOSUB 6890
200 GOSUB 6890
210 IF (M#="1") OR (M#="2") OR (M#="3") THEN 230
220 BEEP:LOCATE 10,41:PRINT SPACE$(20):GOTO 200
230 W=VAL (M#)
240 LOCATE 22,15:INPUT "NOMBRE DE LA ESTRUCTURA (8 CARACTERES)";E#
250 IF LEN (E#)=8 THEN 270
260 BEEP:LOCATE 22,54:PRINT SPACE$(27):GOTO 240
270 LOCATE 23,16:INPUT "DESEAS VER LAS ESPECIFICACIONES (S/N) ";M#
280 IF M#="S" THEN 310
290 IF M#="N" THEN 660
300 BEEP:LOCATE 23,76:PRINT SPACE$(20):GOTO 270
310 CLS:LOCATE 7,19:PRINT "***** ESPECIFICACIONES *****"
320 E#E#GOSUB 6600
330 LOCATE 6,84:PRINT "LA ESTRUCTURA DEBE CUMPLIR LOS SIGUIENTES REQUISITOS:"
340 IF E#1 THEN 500
350 H#1:PRINT "
360 PRINT " 1- Barras de seccion constante."
370 PRINT " 2- Barras verticales y horizontales unicamente."
380 PRINT " 3- Ningun nodo o apoyo deba tener desplazamiento vertical."
390 PRINT " 4- Todos los nodos deberan ser rigidos."
400 PRINT " 5- No tener rotulas entre los nodos."
410 PRINT " 6- La estructura tendra desplazamientos horizontales en todas
420 PRINT " sus columnas o en ninguna de ellas, pero en ningun caso se
430 PRINT " se tendran movimientos parciales de la estructura."
440 PRINT " 7- Las columnas de un piso tendran la misma altura, excepto en
450 PRINT " el nivel inferior donde se podran tener diferentes alturas."
460 PRINT " 8- Los momentos de empotramiento con giro deberan ser (+)."
470 PRINT " 9- Los momentos puros con giro deberan ser (+)."
480 PRINT " 10- Los momentos puros estaran aplicados en los nodos o en los
490 PRINT " apoyos simples, no se aceptaran en los empotramientos."
500 PRINT " 11- Las fuerzas cortantes son (+) si van hacia la derecha."
510 GOSUB 7410
520 GOTO 310
530 PRINT " 12- Las fuerzas cortantes son la suma de las fuerzas laterales
540 PRINT " arriba del piso considerado."
550 PRINT " 13- Los momentos resultantes seran (+) si tienen giro horario."
560 PRINT " 14- Las coordenadas de los nodos y los apoyos podran ser (+) o
570 PRINT " (-) pero con un valor absoluto menor a 100000."
580 PRINT " 15- Los apoyos seran simples (0) o empotramientos (1)."
590 PRINT " 16- La estructura tendra como maximo 34 uniones (apoyos/nodos)."
600 PRINT " 17- La aproximacion de los resultados sera de 0 a 7 decimales."
610 PRINT " 18- En el caso de vigas continuas solo los apoyos de los entre-
620 PRINT " nos podran ser empotramientos los demas seran simples."
630 PRINT " 19- El modulo de elasticidad E debe ser constante para toda la
640 PRINT " estructura."
650 PRINT " 20- Las vigas en voladizo se tomara como momentos puros."

```

```

670 PRINT " ***** GEOMETRIA DE LA ESTRUCTURA *****"
680 LOCATE 5,15:INPUT "CANTIDAD DE APOYOS ";M$:GOSUB 4670
690 IF A1=1 THEN 710
700 M=VAL (M$):IF (M<0) AND (M=INT (M)) THEN 720
710 BEEP:LOCATE 5,30:PRINT SPACE$ (41):GOTO 680
720 LOCATE 7,1:PRINT SPACE$ (30);"COORDENADAS":F=8:GOSUB 4630
730 FOR I=1 TO M
740 GOSUB 4320
750 F=CEPLIN
760 LOCATE F,20:INPUT "TIPO DE APOYO ";M$:IF (M$="2") OR (M$="3") THEN 790
770 IF F=24 THEN F=33
780 BEEP:LOCATE F,36:PRINT SPACE$ (45):GOTO 760
790 W(I)=VAL (M$):PRINT
800 NEXT I
810 ON W GOTO 820,820,1720
820 CLS:PRINT
830 PRINT " ***** GEOMETRIA DE LA ESTRUCTURA *****"
840 LOCATE 5,5:INPUT "CANTIDAD DE NUDOS RIGIDOS ";N$:GOSUB 4670
850 IF A1=1 THEN 870
860 M=VAL (M$):IF (M<0) AND (M=INT (M)) THEN 880
870 BEEP:LOCATE 5,36:PRINT SPACE$ (45):GOTO 840
880 LOCATE 7,1:PRINT SPACE$ (30);"COORDENADAS":F=8:GOSUB 4630
890 FOR I=1+M TO N+M
900 GOSUB 4320
910 PRINT
920 NEXT I
930 FOR I=1 TO N+M
940 B=100000:R=100000:G=100000:H=100000!
950 C=0:E=0:U=0:V=0
960 FOR J=1 TO N+M
970 IF I=J THEN 1120
980 IF (Y(I)=Y(J)) AND (X(I)=X(J)) THEN GOSUB 5800
990 IF (X(I)<X(J)) AND (Y(I)<Y(J)) THEN 1120
1000 IF (Y(I)-Y(J))<0 THEN 1040
1010 IF (X(I)-X(J))<0 THEN 1040
1020 IF (Y(I)-Y(J))>0 THEN 1120
1030 B=Y(I)-Y(J):G=J:GOTO 1120
1040 IF (X(I)-X(J))>0 THEN 1120
1050 B=Y(J)-Y(I):G=J:GOTO 1120
1060 IF (Y(I)-Y(J))<0 THEN 1120
1070 IF (X(I)-X(J))<0 THEN 1120
1080 IF (Y(I)-X(J))>5 THEN 1120
1090 B=X(I)-X(J):U=1:GOTO 1120
1100 IF (Y(I)-Y(J))>4 THEN 1120
1110 B=X(J)-X(I):V=3
1120 NEXT J
1130 IF C=0 THEN L(I,1)=B
1140 IF E=0 THEN L(I,2)=F
1150 IF U=0 THEN L(I,3)=G
1160 IF V=0 THEN L(I,4)=H
1170 NEXT I
1180 FOR I=1 TO M
1190 T(I)=0
1200 FOR J=1+M TO N+M
1210 IF Y(I)<Y(J) THEN 1230
1220 T(I)=1
1230 NEXT J,I
1240 FOR I=1+M TO N+M
1250 IF T(I)=1 THEN 1270
1260 GOSUB 5800
1270 NEXT I

```



```

1290 B=1:1=0
1300 B=1000000
1310 FOR I=1+M TO N+M
1320 IF (X(I)=1) OR (Y(I)>B) THEN 1340
1330 B=Y(I)
1340 NEXT I
1350 C=0
1360 FOR I=1+M TO N+M
1370 IF Y(I)>C THEN 1390
1380 Z(I)=1:C=C+1:C(C,D)=I
1390 NEXT I
1400 P(D)=C:D=D+1:L=L+C
1410 IF L=N THEN 1700
1420 L=1:D=D-1
1430 FOR I=1 TO P(L)
1440 FOR J=1+M TO N+M
1450 FOR K=1 TO N+M
1460 IF (L(I,K)=0) OR (C(I,L)<N) OR (Y(K)<=Y(K)) THEN 1480
1470 C(I,L)=C(I,L)+C(I+1,L)/1000
1480 NEXT K,J,I
1490 IF L=D THEN 1510
1500 L=L+1:GOTO 1430
1510 P(O)=M
1520 FOR I=1 TO D
1530 IF (R(I)=1) AND (P(I)≠P(I-1)) THEN 1560
1540 IF D=1 THEN 1570
1550 GOSUB 5830
1560 NEXT I
1570 FOR I=1 TO M
1580 FOR J=1+M TO N+M
1590 IF (X(I)=Y(J)) OR (Y(I)=Y(J)) THEN 1620
1600 NEXT J
1610 GOSUB 5840
1620 NEXT I
1630 FOR I=0 TO D
1640 E=0
1650 FOR J=1 TO P(I)
1660 GOSUB 5870
1670 E=E+L(G,H)
1680 IF L(G,H)≠(E/3) THEN 1700
1690 GOSUB 5880
1700 NEXT J,I
1710 GOTO 2020

```

```

1720 B=1000000/1000000/1000000/1000000
1730 FOR I=1 TO M
1740 IF B=0 THEN GOSUB 5840
1750 FOR J=1 TO M
1760 IF I=J THEN 1780
1770 IF (Y(I)=X(J)) AND (Y(J)=Y(I)) THEN GOSUB 5840
1780 NEXT J
1790 FOR I=1 TO M
1800 IF X(I)=0 THEN 1820
1810 R=X(I)/H=1
1820 IF Y(I)=0 THEN 1840
1830 S=X(I)/H=1
1840 NEXT I
1850 FOR I=1 TO M
1860 IF (I=1 OR I=M) THEN 1880
1870 IF W(I)=0 THEN GOSUB 5840
1880 NEXT I
1890 FOR I=1 TO M
1900 R=100000/100000/100000/100000
1910 FOR J=1 TO M
1920 IF I=J THEN 1980
1930 IF (X(I)-X(J))/R THEN 1940
1940 IF (Y(I)-Y(J))/R THEN 1980
1950 R=X(I)-Y(J)/H=1/100000 1980
1960 IF (X(I)-Y(J))/R THEN 1980
1970 S=X(I)-Y(J)/H=1
1980 NEXT J
1990 IF H=0 THEN L(I),H=0
2000 IF U=0 THEN L(I),H=0
2010 NEXT I
2020 CLS:PRINT
2030 PRINT " ***** INERCIAS DE LAS BARRAS *****"
2040 G=1000000/1000000/1000000/1000000
2050 FOR I=1 TO N+M
2060 FOR J=1 TO N+M
2070 IF (L(I),J)=0 OR (K(I),J)=0 THEN 2090
2080 PRINT:GOSUB 6470
2090 NEXT J,J
2100 D=0
2110 FOR I=1 TO N+M
2120 FOR J=1 TO N+M
2130 IF L(I),J)=0 THEN 2150
2140 Z=Z+1
2150 NEXT J,J
2160 Z=Z/2

```

```

170 CLS:PRINT
180 PRINT "          ***** MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO *****"
190 GOSUB 4710
200 IF H=0 THEN 2290
210 LOCATE 5,9:PRINT "MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO. LECTURA TOTAL"
220 PRINT:F=7:GOSUB 4630
230 FOR I=1 TO N+M
240   FOR J=1 TO N+M
250     IF (L(I,J)=0) OR (M(I,J)<>0) OR (I>J) THEN 2270
260     GOSUB 4490
270   NEXT J,I
280 GOTO 2410
290 LOCATE 5,9:PRINT "MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO LECTURA UNITARIA"
300 LOCATE 7,18:INPUT "# DE BARRAS CARGADAS ";M#:GOSUB 4670
310 IF A1=1 THEN 2330
320 H=VAL (M#):GOTO 2340
330 BEEP:LOCATE 7,39:PRINT SPACE# (42):GOTO 2300
340 IF (H<0) OR (H>INT (H)) OR (H>2) THEN 2330
350 IF H=0 THEN 2410
360 F=8:GOSUB 4670
370 FOR L=1 TO H
380   GOSUB 4940
390   GOSUB 4490
400 NEXT L
410 CLS:GOSUB 4450
420 FOR I=1 TO N+M
430   IF M(I)<>0 THEN 2480
440   FOR J=1 TO N+M
450     IF L(I,J)=0 THEN 2470
460     Z(I)=Z(I)+M(I,J)-F(I):Z(I)=Z(I)+K(I,J)/L(I,J)
470     NEXT J
480   NEXT I
490 FOR I=1 TO N+M
500   FOR J=1 TO N+M
510     IF (Z(I)=0) OR (L(I,J)=0) THEN 2530
520     F(I,J)=(-5)*K(I,J)/Z(I)/L(I,J)
530   NEXT J,I
540 IF T=1 THEN GOTO 2930
550 ON W GOTO 2560,2670,2670
560 CLS:PRINT
570 PRINT "          ***** FUERZAS CORTANTES *****"
580 F=4:GOSUB 4630
590 FOR I=1 TO D
600   PRINT:F=OSPLIN
610   LOCATE F,20:PRINT "PISO ";I:INPUT " OR ";M#:GOSUB 4670
620   IF A1=1 THEN 2640
630   Q(I)=VAL (M#):GOTO 2660
640   IF F=24 THEN F=23
650   BEEP:LOCATE F,39:PRINT SPACE# (43):GOTO 2610
660 NEXT I

```

```

1700 *****
1800 *****
1900 *****
2000 *****
2100 *****
2200 *****
2300 *****
2400 *****
2500 *****
2600 *****
2700 *****
2800 *****
2900 *****
3000 *****
3100 *****
3200 *****
3300 *****
3400 *****
3500 *****
3600 *****
3700 *****
3800 *****
3900 *****
4000 *****
4100 *****
4200 *****
4300 *****
4400 *****
4500 *****
4600 *****
4700 *****
4800 *****
4900 *****
5000 *****
5100 *****
5200 *****
5300 *****
5400 *****
5500 *****
5600 *****
5700 *****
5800 *****
5900 *****
6000 *****
6100 *****
6200 *****
6300 *****
6400 *****
6500 *****
6600 *****
6700 *****
6800 *****
6900 *****
7000 *****
7100 *****
7200 *****
7300 *****
7400 *****
7500 *****
7600 *****
7700 *****
7800 *****
7900 *****
8000 *****
8100 *****
8200 *****
8300 *****
8400 *****
8500 *****
8600 *****
8700 *****
8800 *****
8900 *****
9000 *****
9100 *****
9200 *****
9300 *****
9400 *****
9500 *****
9600 *****
9700 *****
9800 *****
9900 *****

```

```

1100 LEAD:SEARCH FOR DATE 1,17:PRINT "***** PROCEDER A ITERACION *****"
1110 LOCATE 1,17:INPUT "ITERACION MAXIMA ";I:GOTO 1170
1120 IF I=0 THEN I=10
1130 GVAL C=I:IF C=INT(C) AND I=0 THEN I=10
1140 REPEAT:LOCATE 5,17:PRINT "SPACES (70)";GOTO 1180
1150 LOCATE 1,17:INPUT "APROXIMACION EN DECIMALES ";J:GOTO 1170
1160 IF J=0 THEN J=50
1170 GVAL A=J:IF A=INT(A) AND (C=0) AND (C=10) AND (C=20) THEN C=50
1180 REPEAT:LOCATE 9,50:PRINT "SPACES (31)";GOTO 1180
1190 LEAD:SEARCH:LOCATE 15,17:PRINT "CONJUGACION"
1200 FOR I=1 TO 100
1210   READ R(I)
1220   FOR J=1 TO NIM
1230     GVAL C=I*(R(J)+I)
1240     NEXT J
1250   FOR I=1 TO 0
1260     FOR J=1 TO C(I)
1270       GVAL C=I*(R(J)+I)
1280       IF C=INT(C) AND (C=10) THEN C=20
1290       GVAL C=I*(R(J)+I)
1300       FOR I=1 TO NIM
1310         FOR J=1 TO NIM
1320           FOR K=1 TO C(I)*C(J)+1000+50)/1000
1330             NEXT I,J
1340           FOR I=1 TO 0
1350             READ R(I)
1360             FOR J=1 TO C(I)
1370               GVAL C=I*(R(J)+I)
1380               GVAL C=I*(R(J)+I)
1390               NEXT J
1400             LOCATE 15,17:PRINT "SPACES (20)"
1410             FOR I=1 TO 0
1420               FOR J=1 TO C(I)
1430                 GVAL C=I*(R(J)+I)
1440                 GVAL C=I*(R(J)+I)
1450                 NEXT J
1460               IF C=0 THEN C=50
1470               FOR I=1 TO NIM
1480                 FOR J=1 TO NIM
1490                   IF C(I)*C(J)+1000+50)/1000 THEN C=50
1500                 NEXT I,J
1510               FOR I=1 TO 0
1520                 FOR J=1 TO C(I)
1530                   IF C=INT(C) AND (C=10) THEN C=20
1540                   NEXT J
1550                 LOCATE 15,17:PRINT "LOS DATOS CONVERGEN EN LA ITERACION ";I:PRINT
1560                 PRINT "          ESCOJA ENTERO CUANDO SEFIN ALGO PARA VER LOS RESULTADOS"
1570                 GVAL C=I*(R(J)+I)
1580                 LOCATE 15,17:PRINT "ITERACION ";I:Y LOS DATOS SON NO CONVERGEN"
1590                 LOCATE 15,17:PRINT "DEBERAS CONTINUAR CON MAS ITERACIONES (20) ";I:
1600                 IF I=0 THEN I=10
1610                 IF I=10 THEN I=10
1620                 REPEAT:LOCATE 15,17:PRINT "SPACES (20)";GOTO 1180
1630                 LOCATE 15,17:INPUT "CANTIDAD DE ITERACIONES MAS DEBERAS PASEAR ";I:GOTO 1180
1640                 IF I=0 THEN I=10
1650                 GVAL C=I*(R(J)+I) AND (C=10) THEN C=20
1660                 REPEAT:LOCATE 15,17:PRINT "SPACES (21)";GOTO 1180
1670                 LOCATE 15,17:PRINT "SPACES (21)";GOTO 1180
1680                 LOCATE 15,17:PRINT "SPACES (20)"
1690                 LOCATE 15,17:PRINT "SPACES (20)";GOTO 1180

```

```

3770 FOR I=1 TO N+M
3780 FOR J=1 TO N+M
3790 M(I,J)=M(I,J)+2*B(C,I)+B(C,J)
3800 NEXT J,I
3810 FOR I=1 TO B
3820 FOR J=1 TO P(I)
3830 GOSUB 3470
3840 M(G,H)=M(G,H)+H(C,I)+M(H,G)=M(H,G)+H(C,I)
3850 NEXT J,I
3860 FOR I=1 TO N+M
3870 FOR J=1 TO N+M
3880 IF L(I,J)=0 THEN 3900
3890 M(I,J)=(INT (M(I,J)*10^E))/10^E
3900 NEXT J,I
3910 CLS:SCREEN 0
3920 LOCATE 7,15:PRINT "***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****"
3930 F=5:GOSUB 3470
3940 FOR I=1 TO N+M
3950 PRINT:F=OSPLIN
3960 LOCATE F,25:PRINT "NUDO ";I
3970 FOR J=1 TO N+M
3980 IF L(I,J)=0 THEN 4000
3990 F=OSPLIN:LOCATE F,25:PRINT "M(";I;",";J;")= ";M(I,J)
4000 NEXT J
4010 FOR J=1 TO 5000
4020 NEXT J,I
4030 PRINT:F=OSPLIN
4040 LOCATE F,17:INPUT "DESEA IMPRIMIR LOS RESULTADOS (S/N) ";M$
4050 IF M$="N" THEN 4190
4060 IF M$="S" THEN 4090
4070 IF F=0 THEN F=0
4080 DEFP:LOCATE F,50:PRINT SPACE(27):GOTO 4090
4090 PRINT:PRINT:F=OSPLIN
4100 ON ERROR GOTO 4070
4110 P=1:LPRINT:LPRINT
4120 LPRINT " ***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS - ESTRUCTURA: ";E;" *****"
4130 FOR I=1 TO N+M
4140 LPRINT:LPRINT " NUDO ";I
4150 FOR J=1 TO N+M
4160 IF L(I,J)=0 THEN 4180
4170 LPRINT " M(";I;",";J;")= ";M(I,J)
4180 NEXT J,I
4190 CLS:PRINT
4200 PRINT " EL PROCESO DE CALCULO HA SIDO COMPLETADO,"
4210 PRINT " USTED PUEDE PROCEDER ENTRE LAS SIG. OPCIONES:"
4220 GOSUB 3590
4230 LOCATE 8,21:PRINT "1- RESOLVER OTRA ESTRUCTURA."
4240 LOCATE 10,21:PRINT "2- FINALIZAR EL PROGRAMA."
4250 LOCATE 12,21:PRINT "3- VER LOS RESULTADOS DE NUEVO."
4260 GOSUB 3680
4270 IF (M$="1") AND (M$="2") AND (M$="3") THEN 4290
4280 G=VAL (M$):ON G GOTO 110,4300,3910
4290 DEFP:LOCATE 18,41:PRINT SPACE(24):GOTO 4260
4300 SCREEN 1:KEY ON
4310 END

```

```

4330 LOCATE P,31:PRINT " X(";I;") ";:INPUT M1:GOSUB 4670
4340 IF A1=1 THEN 4360
4350 Y(I)=VAL (M1):GOTO 4360
4360 IF F=24 THEN F=25
4370 BEEP:LOCATE P,30:PRINT SPACES (49):GOTO 4330
4380 F=25:GOTO 4330
4390 LOCATE P,31:PRINT " Y(";I;") ";:INPUT M2:GOSUB 4670
4400 IF A1=1 THEN 4420
4410 Y(I)=VAL (M2):GOTO 4420
4420 IF F=24 THEN F=25
4430 BEEP:LOCATE P,30:PRINT SPACES (49):GOTO 4390
4440 RETURN
4450 FOR I=1 TO MAX(I1):=0:NEXT I
4460 RETURN
4470 B=0:J=1:PRINT (B):M=INT ((B-INT (B))*1000)
4480 RETURN
4490 F=25:GOTO 4330
4500 LOCATE P,30:PRINT "M(";I;",";J;") ";:INPUT M3:GOSUB 4670
4510 IF A1=1 THEN 4530
4520 M(I,J)=VAL (M3):GOTO 4550
4530 IF F=24 THEN F=25
4540 BEEP:LOCATE P,30:PRINT SPACES (47):GOTO 4500
4550 F=25:GOTO 4330
4560 LOCATE P,30:PRINT "M5(";J;",";I;") ";:INPUT M4:GOSUB 4670
4570 IF A1=1 THEN 4590
4580 M(I,J)=VAL (M4):GOTO 4610
4590 IF F=24 THEN F=25
4600 BEEP:LOCATE P,30:PRINT SPACES (47):GOTO 4560
4610 PRINT
4620 RETURN
4630 FOR I=1 TO 20
4640 LOCATE P,I:PRINT CHR# (205)
4650 NEXT I
4660 RETURN
4670 R1=LEN (M1):A1=0:C1=1:D1=0
4680 IF C1=0 THEN GOTO 4700
4690 A1=1:GOTO 4730
4700 B1=ASC (LEFT (M1,1))
4710 IF (B1=45) OR (B1=46) THEN C1=0
4720 FOR K=C1 TO R1
4730 B1=ASC (MID (M1,K,1))
4740 IF (D1=45) AND (B1=57) THEN 4780
4750 IF B1=46 THEN D1=D1+1
4760 IF (D1=1) AND (B1=46) THEN 4780
4770 A1=1
4780 NEXT K
4790 RETURN

```

```

1201 GO SUB 1
1202 GO SUB 1
1203 GO SUB 1200
1204 IF (MID="A") OR (MID="B") OR (MID="C") OR (MID="D") OR (MID="E") THEN 1205
1205 REPR:LOCATE 10,0:PRINT "OPORTO: *****"
1206 MVAR1 (MID="A" OR MID="B")
1207 ON M VAR1 GOTO 1208,1209,1200
1208 ON 1 GOTO 1210,1211,1212,1213,1214,1215,1216,1217,1218,1219,1220
1209 GO SUB 1210
1210 GO SUB 1211
1211 GO SUB 1212
1212 IF (MID="A") OR (MID="B") OR (MID="C") OR (MID="D") OR (MID="E") THEN 1213
1213 REPR:LOCATE 10,1:PRINT "OPORTO: *****"
1214 ON 1 GOTO 1215,1216,1217,1218,1219,1220
1215 GO SUB 1210
1216 LOCATE 1,1:PRINT "OPORTO: *****"
1217 IF M=0 THEN 1218
1218 GO SUB 1210
1219 GO SUB 1211
1220 GO SUB 1212
1221 GO TO 1210
1222 GO SUB 1210
1223 GO TO 1210
1224 GO SUB 1210
1225 IF M="A" THEN 1226
1226 GO SUB 1210
1227 GO TO 1210
1228 GO SUB 1210
1229 GO TO 1210
1230 GO SUB 1210
1231 IF M="A" THEN 1232
1232 GO SUB 1210
1233 GO TO 1210
1234 LOCATE 3,0:PRINT "***** LISTADO *****"
1235 LOCATE 5,0:PRINT "NUMEROS CORTANTES":REPR:GOSUB 1210
1236 FOR I=1 TO 3
1237 PRINT
1238 LOCATE 1,0:PRINT "NUMO ";I;" MR=";R(I)
1239 NEXT I
1240 GO SUB 1210
1241 LOCATE 3,0:PRINT "***** LISTADO *****"
1242 LOCATE 5,0:PRINT "NUMEROS CORTANTES":REPR:GOSUB 1210
1243 FOR I=1 TO 3
1244 PRINT
1245 LOCATE 1,0:PRINT "NUMO ";I;" MR=";R(I)
1246 NEXT I
1247 GO SUB 1210

```



```

8750 GOSUB 7000
8760 GOSUB 6000
8770 GOSUB 6100
8780 IF (C=0) THEN GOTO 8790 IF (C=1) THEN GOTO 8800 IF (C=2) THEN GOTO 8810
8790 BRANCHLOCATE 10,0,PRINT SPACE(10),A(0)0000 8790
8800 BRANCHLOCATE 10,1,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8810 TRUNCATEVAL A(0),A(1),A(2),A(3),A(4),A(5),A(6),A(7),A(8),A(9)
8820 LOCATE 5,1,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8830 PRINT:GOTO 8750
8840 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8850 IF A(1) THEN GOTO 8860
8860 BRANCHLOCATE 10,1,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8870 IF (C=0) THEN GOTO 8880 IF (C=1) THEN GOTO 8890 IF (C=2) THEN GOTO 8900
8880 IF A(1) THEN GOTO 8890
8890 BRANCHLOCATE 10,1,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8900 IF A(1) THEN GOTO 8910
8910 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8920 IF A(1) THEN GOTO 8930
8930 BRANCHLOCATE 10,1,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8940 GOSUB 7000
8950 GOTO 8750
8960 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8970 PRINT:GOTO 8750
8980 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
8990 IF A(1) THEN GOTO 9000
9000 BRANCHLOCATE 10,1,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9010 IF A(1) THEN GOTO 9020
9020 BRANCHLOCATE 10,1,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9030 GOSUB 7000
9040 GOTO 8750
9050 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9060 GOSUB 6000
9070 GOSUB 6100
9080 GOSUB 6200
9090 GOSUB 6300
9100 IF (C=0) THEN GOTO 9110
9110 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9120 GOSUB 6000
9130 GOSUB 6100
9140 GOSUB 6200
9150 GOSUB 6300
9160 IF (C=0) THEN GOTO 9170
9170 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9180 GOSUB 6000
9190 GOSUB 6100
9200 GOSUB 6200
9210 IF (C=0) THEN GOTO 9220
9220 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9230 GOSUB 6000
9240 GOSUB 6100
9250 GOSUB 6200
9260 IF (C=0) THEN GOTO 9270
9270 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9280 GOSUB 6000
9290 GOSUB 6100
9300 GOSUB 6200
9310 IF (C=0) THEN GOTO 9320
9320 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9330 GOSUB 6000
9340 GOSUB 6100
9350 GOSUB 6200
9360 IF (C=0) THEN GOTO 9370
9370 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9380 GOSUB 6000
9390 GOSUB 6100
9400 GOSUB 6200
9410 IF (C=0) THEN GOTO 9420
9420 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9430 GOSUB 6000
9440 GOSUB 6100
9450 GOSUB 6200
9460 IF (C=0) THEN GOTO 9470
9470 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9480 GOSUB 6000
9490 GOSUB 6100
9500 GOSUB 6200
9510 IF (C=0) THEN GOTO 9520
9520 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9530 GOSUB 6000
9540 GOSUB 6100
9550 GOSUB 6200
9560 IF (C=0) THEN GOTO 9570
9570 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9580 GOSUB 6000
9590 GOSUB 6100
9600 GOSUB 6200
9610 IF (C=0) THEN GOTO 9620
9620 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9630 GOSUB 6000
9640 GOSUB 6100
9650 GOSUB 6200
9660 IF (C=0) THEN GOTO 9670
9670 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9680 GOSUB 6000
9690 GOSUB 6100
9700 GOSUB 6200
9710 IF (C=0) THEN GOTO 9720
9720 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9730 GOSUB 6000
9740 GOSUB 6100
9750 GOSUB 6200
9760 IF (C=0) THEN GOTO 9770
9770 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9780 GOSUB 6000
9790 GOSUB 6100
9800 GOSUB 6200
9810 IF (C=0) THEN GOTO 9820
9820 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9830 GOSUB 6000
9840 GOSUB 6100
9850 GOSUB 6200
9860 IF (C=0) THEN GOTO 9870
9870 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9880 GOSUB 6000
9890 GOSUB 6100
9900 GOSUB 6200
9910 IF (C=0) THEN GOTO 9920
9920 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9930 GOSUB 6000
9940 GOSUB 6100
9950 GOSUB 6200
9960 IF (C=0) THEN GOTO 9970
9970 LOCATE 5,15,PRINT "*****" BRANCHLOCATE 10,2,PRINT "*****"
9980 GOSUB 6000
9990 GOSUB 6100

```

```

800 PRINT "  DEL ADELANTE DE ESTE PROGRAMA, LISTE PUNTO, PUNTO, LISTE"
810 PRINT "  SIGUIENTES PUNTO"
820 GOSUB 1300
830 GOTO 8370
840 IF (M0<=0) AND (M1<=0) AND (M2<=0) AND (M3<=0) THEN 8900
850 GVAL GMSION 6 GOTO 110, 870, 8900
860 BEER:LOCATE 10, 11:PRINT SPACES (45):GOTO 8900
870 GOSUB 1400
880 LOCATE 7, 11:PRINT "MUCHAS GRACIAS":L0:GOTO 1470
890 IF M0=0 THEN 8900
900 PRINT "  ¿UNIDAD? " ; Y0 ; Y1 "UNIDAD"
910 PRINT "  ¿MÁS? " ; Y2 ; Y3 "UNIDAD"
920 FOR I=1 TO N:PRINT "  ¿VEZ? " ; Y4 ; Y5 "MOVIMIENTO "
930 PRINT:PRINT "  ¿DEBERIA CONTINUAR CON EL PROGRAMA O SI LE DA CONCORDIA "
940 GOSUB 1410
950 GOTO 8900
960 PRINT:PRINT:IN
970 LOCATE 5, 21:INPUT "PUNTO ";M5:GOSUB 1420
980 IF M5=1 THEN 8900
990 I=VAL (M5):IF (I=1) AND (I=2) AND (I=3) AND (I=4) THEN 8900
1000 IF I=20 THEN I=20
1010 BEER:LOCATE 5, 26:PRINT SPACES (45):GOTO 8900
1020 F=C$RLIN:LOCATE 5, 21:PRINT "X=" ; X(I) ; ",Y=" ; Y(I)
1030 F=C$RLIN:LOCATE 5, 20:PRINT "APROYO=" ; I:Y
1040 GOSUB 1050
1050 IF M5="0" THEN 8900
1060 CLR:LOCATE 0, 0:PRINT "  ***** COMPROBACIONES *****"
1070 LOCATE 1, 15:INPUT "CANTIDAD DE PUNTO POR CORRER ";M6:GOSUB 1080
1080 IF M6=1 THEN 8900
1090 I=VAL (M6):IF (I=0) AND (I<=N) AND (I>=1) THEN 6350
1100 IF I=20 THEN I=20
1110 BEER:LOCATE 1, 21:PRINT SPACES (45):GOTO 8900
1120 F=C$RLIN:LOCATE 1, 20:PRINT "APROYO ";:INPUT M7
1130 IF (M7="0") AND (M7="1") THEN 6350
1140 M7=VAL (M7):PRINT:GOTO 6320
1150 IF I=20 THEN I=20
1160 BEER:LOCATE 1, 20:PRINT SPACES (57):GOTO 6270
1170 NEXT I
1180 CLR:PRINT
1190 PRINT "  LAS COMPROBACIONES YA FUERON HECHAS. USTED TIENE LAS"
1200 PRINT "  SIGUIENTES PUNTOES:";GOSUB 1250
1210 LOCATE 11, 11:PRINT "¿- CONTINUAR EL PROGRAMA YA CORREGIDO"
1220 GOSUB 1260
1230 IF (M8<=0) AND (M9<=0) AND (M10<=0) AND (M11<=0) THEN 6400
1240 GVAL GMSION 6 GOTO 110, 870, 8900, 6410
1250 BEER:LOCATE 18, 11:PRINT SPACES (45):GOTO 6370
1260 FOR I=1 TO N:M
1270 FOR J=1 TO N:M
1280 L(I, J)=0
1290 NEXT J, I
1300 ON N GOTO 950, 970, 1000
1310 RETURN

```

```

600 LOCATE 1,10:PRINT "MATEMÁTICA: CÁLCULO DE MATRIZ INVERSA (2000)";
610 IF A=0 THEN GOTO 620
620 M(I,3)=VAL (M(I,1)+M(I,2)) AT THEN 6500
630 GOTO 6540
640 IF B=0 THEN GOTO 6500
650 REPEAT LOCATE 1,10:PRINT "SPACE" (40);GOTO 6480
660 M(J,3)=M(I,3)
670 RETURN
680 LOCATE 8,10:PRINT "1- ANÁLISIS DE PROGRAMAS"
690 LOCATE 10,10:PRINT "2- FINALIZAR PROGRAMAS"
700 LOCATE 12,10:PRINT "3- CORRIGIR ERRORES"
710 FOR I=1 TO 3
720 LOCATE I,10:PRINT CHR# (106); LOCATE 11,10:PRINT CHR# (106)
730 NEXT I
740 FOR B=1 TO 3
750 LOCATE B,10:PRINT CHR# (106); LOCATE 1,10:PRINT CHR# (106)
760 NEXT B
770 LOCATE 6,10:PRINT CHR# (106); LOCATE 1,10:PRINT CHR# (107)
780 LOCATE 10,10:PRINT CHR# (106); LOCATE 11,10:PRINT CHR# (108)
790 RETURN
800 LOCATE 13,10:INPUT "QUE ORDEN ELEGIÓSTE ";M$
810 RETURN
820 CLS: LOCATE 1,10:PRINT "***** LISTADO *****"
830 LOCATE 5,10:INPUT "LISTADO UNITARIO(0) O TOTAL(1) ";M#
840 IF (M#="0") OR (M#="1") THEN 8700
850 REPEAT LOCATE 5,10:PRINT "SPACE" (20);GOTO 8710
860 B=VAL (M#)
870 FOR I=1 TO N
880 FOR J=1 TO N
890 IF (M(I,3) > 0) OR (M(I,3) < 0) THEN 8900
900 ON G GOTO 8200,8300
910 NEXT J,I
920 RETURN
930 REPEAT: LOCATE 1,10:PRINT "1-";I;",";J;")=";M(I,J)
940 RETURN
950 PRINT: REPEAT: LOCATE 5,10:PRINT "M(";I;",";J;")=";M(I,J)
960 PRINT "SPACE" (10);"M(";3;",";I;")=";M(I,I)
970 RETURN
980 PRINT: REPEAT:
990 LOCATE 1,10:INPUT "DESEAR LISTAR ALGO MAS (S/N) ";M$
1000 IF M$="S" THEN 8200
1010 IF M$="N" THEN GOTO 970
1020 IF B=0 THEN GOTO 970
1030 REPEAT: LOCATE 5,10:PRINT "SPACE" (27);GOTO 980
1040 RETURN

```

```

700  IF END THEN 700
710  PRINT "MAY 19 1964 11 00 AM"
720  REPEAT UNTIL END OF LINE
730  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
740  IF END THEN 700
750  REPEAT UNTIL END OF LINE
760  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
770  IF END THEN 700
780  REPEAT UNTIL END OF LINE
790  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
800  IF END THEN 700
810  REPEAT UNTIL END OF LINE
820  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
830  IF END THEN 700
840  REPEAT UNTIL END OF LINE
850  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
860  IF END THEN 700
870  REPEAT UNTIL END OF LINE
880  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
890  IF END THEN 700
900  REPEAT UNTIL END OF LINE
910  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
920  IF END THEN 700
930  REPEAT UNTIL END OF LINE
940  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
950  IF END THEN 700
960  REPEAT UNTIL END OF LINE
970  LOCATE 5, 15 PRINT "MAY 19 11 00 AM"
980  IF END THEN 700
990  REPEAT UNTIL END OF LINE

```

```

7000  DO I=1,N
7010  DO J=1,N
7020  DO K=1,N
7030  IF L(I),J,0 THEN GO TO 7040
7040  IF B(I),J,0 THEN GO TO 7050
7050  IWRITE (UNIT=UNIT, J=J) = LEN (I) + LEN (J)
7060  PRINT (UNIT=UNIT, J=J) " " ; I ; " " ; USING "#####.###"; L(I), J, B(I), J, B(I), J
7070  GO TO 7010
7080  GO TO 7010
7090  PRINT (UNIT=UNIT, J=J)
7100  GO TO 7010
7110  IF A(I),J,0 THEN GO TO 7120
7120  IF B(I),J,0 THEN GO TO 7130
7130  PRINT (UNIT=UNIT, J=J)
7140  GO TO 7010
7150  IWRITE (UNIT=UNIT, J=J) = LEN (I)
7160  PRINT (UNIT=UNIT, J=J) " " ; USING "#####.###"; X(I), Y(I), P(I), Q(I)
7170  A(I),I,0 THEN GO TO 7180
7180  PRINT (UNIT=UNIT, J=J)
7190  GO TO 7010
7200  GO TO 7010
7210  RETURN
7220  PRINT
7230  IN ENCL. GO TO 7000
7240  PRINT:PRINT "          NOMBRE DE LA ESTRUCTURA: " ; I
7250  PRINT:PRINT "          MOMENTO DE          MOMENTO DE"
7260  PRINT "  BARRA 1-6  LONGITUD  ENERGIA  ENP. (G, E)  ENP. (G, E)"
7270  PRINT "  -----"
7280  PRINT
7290  RETURN
7300  PRINT:PRINT "          NOMBRE DE LA ESTRUCTURA: " ; I
7310  PRINT:PRINT "          NUDE 1-150          Y          Y          MOMENTO PUNTO 1-150"
DE PUNTO"
7320  PRINT "  -----"
7330  PRINT
7340  A-A-I
7350  RETURN
7360  DO I=1,N
7370  DO J=1,N
7380  DO K=1,N
7390  IF L(I),J,0 THEN GO TO 7400
7400  IF B(I),J,0 THEN GO TO 7410
7410  IWRITE (UNIT=UNIT, J=J) = LEN (I) + LEN (J)
7420  PRINT (UNIT=UNIT, J=J) " " ; I ; " " ; USING "#####.###"; L(I), J, B(I), J, B(I), J
7430  GO TO 7360
7440  GO TO 7360
7450  PRINT (UNIT=UNIT, J=J)
7460  GO TO 7360
7470  IF A(I),J,0 THEN GO TO 7480
7480  IF B(I),J,0 THEN GO TO 7490
7490  PRINT (UNIT=UNIT, J=J)
7500  GO TO 7360
7510  RETURN

```

CAPITULO 5

APLICACION DEL PROGRAMA EN CASOS CONCRETOS

A) GENERALIDADES

65

Hasta ahora sólo nos hemos referido al funcionamiento interno del programa, sin tomar en cuenta que será el uso externo lo que más frecuentemente se necesitará consultar, es por eso que en esta parte hacemos referencia al uso de este paso a paso para aclarar las dudas que tenga el usuario.

En este capítulo presentamos doce ejemplos de problemas que se resolvieron por medio del "Método de Kani" en el computador para facilitar el entendimiento del programa, y los cuales cumplen con todas las especificaciones requeridas.

La mayor parte de éstos son marcos con desplazamiento lateral, ya que es el caso que más comúnmente encontraremos en la realidad y el de más difícil resolución cuando éste se efectúa a mano.

También se resuelven algunos marcos sin desplazamiento lateral y vigas continuas para que la explicación sea un poco más general, pero siempre recordando que este método fue hecho especialmente para las estructuras con desplazamiento lateral y de varios pisos.

B) USO DEL PROGRAMA

Cualquier ingeniero que tenga mínimas nociones de lo que es el análisis estructural podrá usar el programa, ya que el computador solo necesitará de los datos mínimos para poder llevar a cabo el cálculo de la estructura en cuestión, ahorrando tiempo y evitando los frecuentes errores debidos al enorme manejo de datos.

Para el uso del programa lo hemos dividido en 25 partes esenciales las cuales explicaremos a continuación:

1- PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA:

Aparecerá en la pantalla la portada del programa y sólo tenemos que tocar alguna tecla para iniciar con lo que es la lectura de datos.

2- ELECCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA:

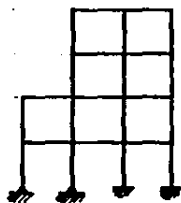
El programa se limitará a la resolución de tres tipos de estructura y que son los siguientes:

- 1.-Marco rígido con desplazamiento lateral: en este tipo de estructura el desplazamiento se permitirá en todos los pisos de ésta.
- 2.-Marco rígido sin desplazamiento lateral: ninguno de los nodos de la estructura podrá tener movimientos laterales. Puede ser idéntico a la anterior pero con el movimiento lateral restringido.
- 3.-Viga continua.

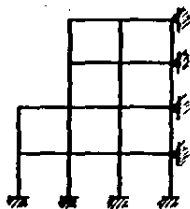
No se contempla la resolución de ningún caso que no entre dentro de los tres tipos anteriores.

El computador te pedirá que elijas una de las tres opciones anteriores y después te preguntará el nombre de la estructura que vas a resolver (máximo de 8 caracteres de largo) y se te darán varias especificaciones que debes cumplir la estructura en caso de que las ignores o no las recuerdes, en caso de ser negativa tu respuesta pasaremos a la parte 4.

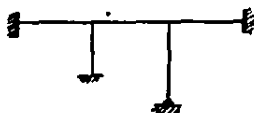
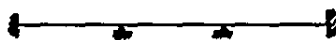
Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



3- ESPECIFICACIONES:

El computador te mostrará en la pantalla 20 requisitos que deben cumplir las estructuras que se van a resolver por medio de este programa. La estructura tiene que cumplir todos los requisitos anteriores, ya que en caso contrario el computador señalará un error, o nos dará resultados erróneos lo cual será culpa del usuario.

Una vez revisados los requisitos podemos continuar con la siguiente parte con solo oprimir alguna tecla.

4- LECTURA DE LOS APOYOS:

El computador leerá el número de apoyos que nosotros le señalemos y los numerará automáticamente comenzando por el número uno. Los datos que se leerán son la ubicación y el tipo de cada uno de los apoyos y que se darán como a continuación se explica:

-Ubicación: Esta se dará tomando como referencia un eje cartesiano "X" horizontal y un eje cartesiano "Y" vertical los cuales pueden tener origen en el lugar que más nos convenga para facilitar su lectura. Estos mismos ejes servirán de referencia para la ubicación de todos los nudos de la estructura. Las coordenadas pueden ser en números negativos.

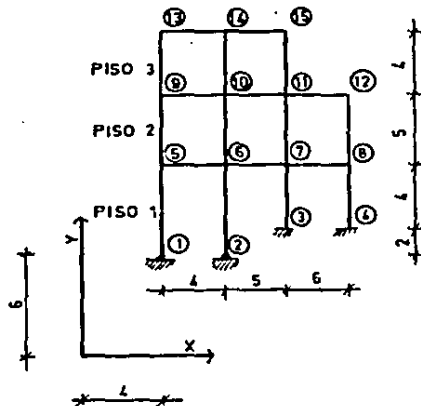
-Tipo de Apoyo: El computador solo aceptará dos tipos de apoyo que son el empotramiento (clave 3) y el apoyo de tipo simple (clave 2).

El computador brincaré automáticamente al paso 4 en caso de que la estructura sea del tipo 3.

5- LECTURA DE LOS NUDOS:

El computador leerá el número de nudos que nosotros le señalemos y los numerará automáticamente comenzando por el siguiente número del último apoyo numerado. En el caso de los nudos sólo se pedirá su ubicación, ya que sólo se considerarán nudos del tipo rígido.

Para la ubicación de éstos se tomará como referencia los mismos ejes establecidos anteriormente.



NUDO	X	Y	APOYO
1	4	6	2
2	8	6	2
3	12	8	3
4	17	8	3
5	4	12	
6	8	12	
7	12	12	
8	17	12	
9	4	17	
10	8	17	
11	12	17	
12	17	17	
13	4	21	
14	8	21	
15	12	21	

6- RELACIONADO Y DIAGNÓSTICO DE NUDOS Y APOYOS:

Esta parte del programa realiza una función muy importante, ya que revisa si los datos que le dimos en coordenadas son lógicos por medio de una serie de diagnósticos, y en caso de que lo sean relaciona los nudos por medio de barras y calcula las longitudes de estas.

-Relacionado de nudos y apoyos: Por medio de las coordenadas se calcula la longitud de cada barra y se obtienen los nudos en los extremos de éstas. Para las estructuras del tipo 1 y 2 el programa no considerará que existen barras entre los apoyos.

-Diagnóstico de coordenadas: El computador revisa las coordenadas que se le dieron, las longitudes que se calcularon y se comparan todos los datos entre sí por medio de 7 diagnósticos de los cuales 5 son para las estructuras del tipo 1 y 2 (A,B,C,D,E), y 2 para las del tipo 3 (F,G).

A--Detecta si dos uniones tienen la misma coordenada. O sea que dos nudos, o dos apoyos, o un nudo y un apoyo tengan la misma ubicación.

B--Detecta si algún nudo está desfasado con respecto a todos los apoyos, o sea que no esté alineado con ningún apoyo.

C--Detecta si algún nudo está por encima de la estructura aunque esté alineado con algún apoyo, o si existe un piso con más columnas que su inmediato inferior.

D--Verifica que no haya ningún apoyo fuera de alineamiento con respecto a los nudos.

E--Verifica que todas las columnas de un piso tengan la misma altura, excepto en el piso inferior.

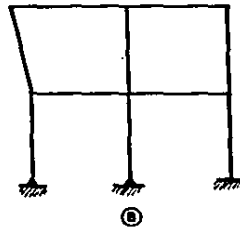
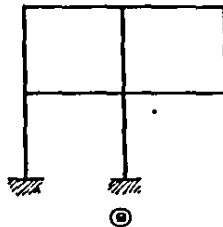
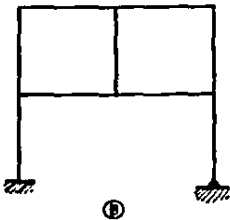
F--Detecta algún apoyo fuera de nivel con respecto a los demás.

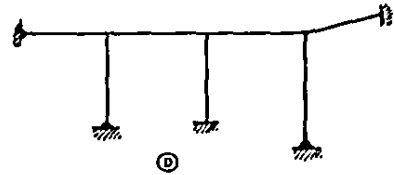
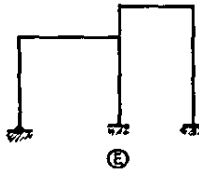
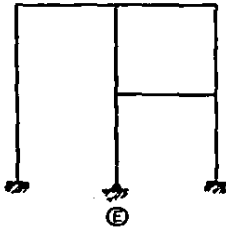
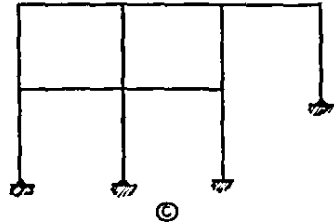
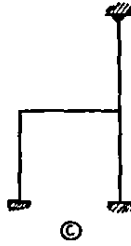
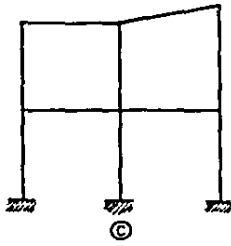
G--Detecta si existe algún apoyo intermedio que se haya leído como empotramiento lo cual es ilógico.

Existen ciertos casos especiales que el computador no detectará pero que darán como resultado cifras erróneas.

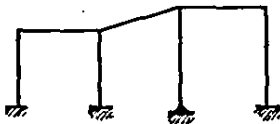
Si el computador detecta en alguno de los diagnósticos algún dato erróneo entonces automáticamente nos llevará al paso 16.

CASOS DETECTADOS POR LOS DIAGNÓSTICOS

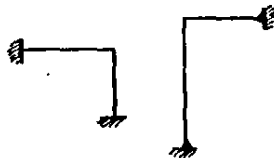
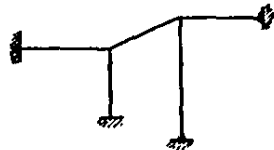




CASOS ESPECIALES



ASI LOS INTERPRETA
EL COMPUTADOR



7- LECTURA DE INERCIAS:

El computador te pedirá automáticamente la inercia de cada barra señalándote los extremos de ésta y cuando termine te pasará al paso 8.

El computador no aceptará inercias menores o iguales a cero.

8- LECTURA DE MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO:

Las cargas más importantes para la estructura son los momentos de empotramiento, los cuales se calculan por medio de fórmulas ya deducidas en manuales para el caso de vigas doblemente empotradas, el valor de éste, depende de las cargas actuantes sobre la barra y de su longitud.

El computador te pedirá los momentos de empotramiento actuantes en los extremos de las barras por medio de dos tipos de lectura que son la unitaria y la total. Cada una de las cuales tiene sus ventajas y desventajas que se explican a continuación:

-Lectura Unitaria: El computador se concretará a leer nada más las barras que estén cargadas y a las demás les asignará un valor igual a cero. Este proceso de lectura es adecuado cuando tenemos estructuras con muchas barras y pocas cargas.

El computador comienza pidiéndote el número de barras cargadas y después repite el siguiente proceso tantas veces como barras cargadas tengamos:

- Lectura del Nudo A
- Lectura del Nudo B
- Lectura del Momento(A,B)
- Lectura del Momento(B,A)

Se debe señalar que el programa ignorará los datos que se dieron en el caso de que no exista barra entre los nudos leídos, y repetirá la lectura de éstos.

-Lectura Total: En ésta el computador pedirá automáticamente el momento en cada extremo de todas las barras de la estructura, incluyendo las que no están cargadas. Este tipo de lectura es adecuado cuando la estructura es pequeña, o cuando es grande y tiene muchas cargas.

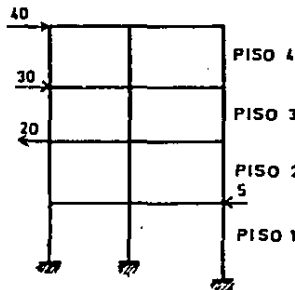
Terminada la lectura el computador pasará automáticamente al paso 9, o al paso 10 si la estructura es del tipo 2 o 3.

9-LECTURA DE FUERZAS CORTANTES:

Las fuerzas cortantes son el resultado de la suma de todas las cargas laterales actuantes por encima de un piso dado. Estas cargas se obtienen de la siguiente manera:

- Se calculan las reacciones de empotramiento perfecto con las cargas actuantes para cada columna.
- Todas las reacciones calculadas se dibujan como cargas puntuales actuando lateralmente sobre los nudos.
- Para calcular la fuerza cortante en un piso dado sumaremos todas las cargas laterales actuando de ese piso hacia arriba y se designarán como QF . Se tomarán como positivas a las fuerzas que van de izquierda a derecha.

El proceso de lectura lo hará automáticamente el computador para todos los pisos y después brincará al paso 10.



H4-40	QR4-40.
H3-30	QR3-70
H2-20	QR2-50
H1-5	QR1-45

10- LECTURA DE MOMENTOS PUROS:

La lectura de momentos puros es exclusiva para el caso de nudos, ya que si existen momentos puros entre dos nudos, éstos se darán por medio de sus respectivos momentos de empotramiento perfecto.

Los momentos puros se darán al computador con signo positivo en el caso de que giren en sentido horario. Las vigas en voladizo se darán al computador como momentos puros ignorando que también son barras.

El computador comenzará pidiendo la cantidad de nudos que tengan un momento puro, ya que lo más común es que no tengamos este tipo de cargas y su valor sea cero facilitando que pasemos al paso siguiente rápidamente. En caso de que si tengamos cargas de este tipo el computador realizará el siguiente proceso de lectura tantas veces como momentos puros tengamos:

-Número del nudo con momento puro.

-Valor del momento puro en ese nudo.

El computador no aceptará nudos inexistentes, ni momentos puros en empotramientos. En la lectura del número total de nudos con momentos puros tampoco aceptará cantidades mayores al número total de nudos ni menores a cero.

Al finalizar el proceso de lectura automáticamente pasará al paso 11, pero si la estructura es del tipo T brincaré al paso 12.

11- CHEQUEO:

En estructuras grandes es muy fácil cometer errores al momento de la lectura de los datos, es por eso que se crea de mucho problema al que tuviéramos que comenzar el programa de nuevo en el caso de que hubiéramos cometido algún error en la entrada de las cargas; para resolver este problema el programa incluye una subrutina de correcciones que pone a disposición del usuario en esta parte del programa junto con otras opciones como se explicará a continuación.

Esta parte del programa tiene como función el detenerse antes de continuar con el cálculo de la estructura para preguntarle al usuario lo siguiente: 1)-Si quiere continuar con el cálculo.

0)-Si desea corregir o revisar alguna de las cargas.

2)-Si quiere salirse del programa.

3)-Si quiere imprimir los datos de entrada.

La opción "1" te mandará automáticamente al paso 12, la opción "0" te mandará al paso 21, la opción "2" al paso 16 que es el fin del programa, y la opción "3" al 25.

12- PROCESO ITERATIVO:

Esta parte es la más importante del programa, ya que es donde se resuelve la estructura y la que nos ahorrará muchas horas de trabajo. En unos minutos tendrá listos los resultados, que si fueran hechos a mano nos tomarían días para obtenerlos.

El computador comenzará por preguntarnos el número máximo de iteraciones que deseamos que este efectue y cuyo límite es la misma capacidad del computador, en seguida nos preguntará la aproximación con que queremos los resultados (1 a 7 decimales).

Una vez tecleada la aproximación el computador iniciará el cálculo de la estructura y mostrará el mensaje "CALCULANDO" en la pantalla cada vez que termine una iteración punto con un sonido beep.

El proceso de cálculo puede terminar de dos maneras diferentes que se explicarán a continuación:

-Por convergencia: Los datos del proceso iterativo ya no varían y no tiene caso seguir con más iteraciones. El computador te mostrará el número de la iteración en que se quedó y después te pedirá que oprimas cualquier tecla para mostrarle los resultados.

-Por llegar a la máxima iteración: El computador llegó a la última iteración y los datos aun no convergen. En este caso tu tendrás la oportunidad de recoger si continúas con más iteraciones o si deseas ver los resultados. Si escoges ver los resultados solo tendrás que oprimir alguna tecla para que te muestren los resultados en la pantalla; pero si elegiste continuar entonces tendrás que darle el número de iteraciones extras que quieras que lleve a cabo.

13- PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS:

El computador presentará en pantalla los momentos resultantes en los extremos de las barras por grupos, comenzando por todos los momentos que están en el apoyo uno, y siguiendo nudo por nudo hasta finalizar con el de número mayor.

14- IMPRESIÓN DE RESULTADOS:

Se nos preguntará si queremos imprimir los resultados en papel, y si la respuesta es negativa entonces pasaremos a la parte 15. Si aceptamos imprimir en papel y la impresora está apagada o no está conectada provocará que el computador muestre un mensaje referente a esto, pero nos dará la oportunidad de volver a intentar la impresión. Una vez hecha ésta pasaremos a la parte siguiente.

15- OPCIONES FINALES:

Mostrará en la pantalla el menú de opciones que tiene el usuario antes de finalizar el programa y que son las siguientes:

- 1- Resolver otra estructura: Borra todos los datos leídos y calculados e inicia un nuevo proceso de cálculo en el paso 2.
- 2- Finalizar el programa: Nos manda al paso 16 donde nos saca del programa.
- 3- Ver los resultados de nuevo: Nos manda al paso 15, dándonos la oportunidad de ver los resultados en pantalla e imprimirlos de nuevo.

16- FIN:

Se borrará la pantalla y nos devolverá a la modalidad GNEASIC.

17- RESULTADO DEL DIAGNOSTICO Y OPCIONES:

En caso de que cualquiera de los diagnósticos hechos en el paso 6 resultare positivo el computador nos mandará hasta esta sección donde tenemos las siguientes opciones:

- 1- Inicializar el programa: Borra todos los datos leídos e inicia el programa de nuevo en el paso 2, en caso de que la mayoría de los datos que dimos al computador estén equivocados.
- 2- Finalizar el programa: Nos manda al paso 16 donde nos saca del programa.
- 3- Corregir errores: Esta opción nos da la oportunidad de buscar y corregir errores que los diagnósticos detectaron. Nos manda al paso 18.

18- LISTADO DE COORDENADAS:

En esta sección el computador nos muestra las coordenadas de las uniones para que las podamos checar en caso de que no sepamos en que parte se encuentra el error.

El listado se puede hacer de dos formas diferentes que se explican a continuación:

-Unitaria: Cuando el número de nudos es muy grande, no caben en la pantalla con un listado total, siendo más fácil hacerlo en forma unitaria. Este tipo de listado nos da las coordenadas de las uniones que nosotros le señalemos una por una.

Se nos pedirá el número del apoyo o nudo, y aparecerán en pantalla sus coordenadas y el tipo de éste. Nos preguntará si deseamos ver algún otro, en caso de que la respuesta sea negativa pasaremos al paso 19.

-Total: Se mostrará en pantalla el listado total de los nudos y apoyos con sus correspondientes coordenadas y tipos de éstos. Con sólo oprimir alguna tecla pasaremos al paso 19.

19- CORRECCIÓN DE COORDENADAS:

Una vez revisadas las coordenadas sabemos cuales son los nudos que debemos corregir y es en esta sección donde se llevará a cabo dicha corrección.

Se nos preguntará la cantidad de nudos con errores y el siguiente proceso se realizará tantas veces como nudos erróneos tengamos:

- Se leerá el número del nudo.
- Se leerán las nuevas coordenadas X y Y.
- En caso de que sea apoyo también se tendrá que dar el nuevo tipo de éste.

Terminado el proceso, continuará con el paso 20.

20- OPCIONES DESPUÉS DE LAS CORRECCIONES:

Los errores ya fueron corregidos en caso de que existieran, tenemos ahora que escoger entre las siguientes opciones:

- 1- Inicializar el programa: Volvemos a la parte 2.
- 2- Finalizar el programa: Nos saca del programa mandándonos al paso 16.
- 3- Corregir errores: Nos da opción a corregir errores que hubieramos omitido.
- 4- Continuar el programa ya corregido: Una vez corregidos los errores podemos continuar en forma normal con el programa. Si elegimos esta opción el computador nos mandará al paso 6 donde las nuevas coordenadas serán analizadas una vez mas por los diagnósticos.

21- MENÚ DEL LISTADO DE CARGAS:

Terminada la lectura de las cargas y antes de iniciar el proceso iterativo tenemos la opción de checar y corregir errores. En esta sección nos limitaremos a escoger el tipo de carga que queremos listar y cuyas opciones son las siguientes:

- 1- Inercia de las barras.
- 2- Momentos de empotramiento.
- 3- Fuerzas cortantes por piso.
- 4- Momentos puros.
- 5- Ninguno.

La explicación de cada uno de ellos se da en el siguiente paso que son los listados.

22- LISTADO DE CARGAS:

Dependiendo de la opción que elegiste el listado será como a continuación se explica:

1- Inercia de las barras: El listado puede ser de dos formas diferentes:

-Unitario: Nos da sólo las inercias de las barras que le pidamos y para ésto debemos seguir los siguientes pasos:

-Lectura de los nudos A y B de los extremos de la barra.

-Presentación en la pantalla de la inercia I(A,B).

Cada que se presente la inercia de una barra el computador te preguntará si deseas otra.

-Total: Presentará en la pantalla el listado total de las barras de la estructura con sus inercias.

Una vez terminado el listado podemos escoger entre listar otras cargas (nos manda al paso 21) o no hacerlo (nos manda al paso 22).

2- Momentos de Empotramiento: El listado puede ser de dos formas:

-Unitario: Es similar al de las inercias sólo que en este caso presentará dos momentos por barra en lugar de una inercia.

-Total: Nos mostrará todos los momentos de empotramiento actuantes en la estructura incluyendo los que valen cero, por orden progresivo.

Una vez terminado el listado podemos escoger entre listar otras cargas (nos manda al paso 21) o no hacerlo (nos manda al paso 22).

3- Fuerzas cortantes: Nos da el listado de cada una de las fuerzas laterales que actúan por piso. Aquí también podemos escoger entre listar más cargas o no.

4- Momentos puros: Nos da los momentos puros de todos los nudos aun los que valen cero. Aquí también tenemos la opción de listar otras cargas o no hacerlo.

5- Ninguno: Al escoger esta opción pasaremos directamente al paso 23 sin listar cargas.

23- MENÚ DE CORRECCIÓN DE CARGAS:

Después de revisar los listados de cargas se procede a corregir los errores detectados. En esta sección nos limitaremos a escoger el tipo de carga que vamos a corregir y que son los mismos que se dieron en el menú de listado (Parte 21). Será en la siguiente sección donde se llevará a cabo la corrección.

24- CORRECCIÓN DE CARGAS:

Dependiendo de la opción elegida la corrección será como a continuación se explica:

1- Inercia de las barras: Permite la corrección de todas las inercias que queramos por medio del siguiente proceso: -lectura de los nudos A y B de los extremos de la barra.

-lectura de la nueva inercia.

-Respuesta a la pregunta de si quitamos porregio otro piso.

Terminado este proceso regresamos a la parte 07.

- 2- Momentos de empotramiento: Permite la generación de cualquiera de los momentos de empotramiento de las barras de la estructura con el siguiente proceso:
 - lectura de los datos A y B de las barras de la barra.
 - lectura de los nuevos momentos MA, MB y MRA, RB.
 - Respuesta a la pregunta de si queremos con regio otro piso.

Terminado este proceso regresamos a la parte 06.

- 3- Fuerzas contactas: Permite la generación de cualquiera de las fuerzas contactas actuantes en los pisos por medio del siguiente proceso:
 - lectura del número de piso donde actúa la fuerza por contacto.
 - lectura de la nueva fuerza.
 - Respuesta a la pregunta de si queremos con regio otro piso.

Terminado este proceso regresamos a la parte 03.

- 4- Momentos puros: Permite la generación de cualquiera de los momentos puros actuantes en las barras por medio del siguiente proceso:
 - lectura del número del nodo donde actúa el momento por contacto.
 - lectura del nuevo momento puro.
 - Respuesta a la pregunta de si queremos con regio otro piso.

Terminado este proceso regiamos a la parte 05.

- 5- Mensajes: Se listadas y corrigen todas las cargas podamos continuar con el funcionamiento normal del programa. Esta opción nos manda al paso 01.

Esta sección nos provee de una gran ayuda, pues es raro de que se hubiera cometido algún error en los datos que se ingresan al programa.

05- IMPRESION DE DATOS DE ENTRADA:

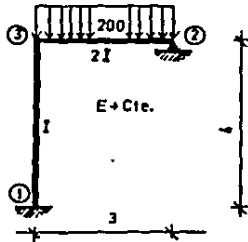
El computador genera un listado a la impresora para que nos imprima en dos tablas los datos de entrada. En la primera tabla nos presentará las barras, longitudes, superficies y los momentos de empotramiento de cada uno de los extremos de las barras. En la segunda tabla aparecerá los nodos con sus respectivas coordenadas y los momentos puros actuantes, también aparecerá los momentos de piso correspondientes. En esta segunda tabla aparecerán momentos de piso que no existen, pero se ignorarán ya que su valor siempre será cero.

Una vez terminado la impresión el computador volverá automáticamente a la parte 01.

C) EJEMPLOS RESUELTOS

Ya comprendido el funcionamiento interno por el usuario, puede proceder a probarlo con cualquiera de los doce ejemplos que se muestran a continuación, los cuales ya tienen acomodados los datos de forma que la lectura sea rápida.

Todos estos ejemplos fueron resueltos con una aproximación de 3 decimales y el proceso iterativo fue completo, o sea que los datos sí llegaron hasta la convergencia.

PROBLEMA 1


$$M = \frac{wL^2}{12} = \frac{200(3)^2}{12} = 150$$

TIPO DE ESTRUCTURA=2

COORDENADAS

Nudo	X	Y	Unión
1	0	0	3
2	3	4	2
3	0	4	

INERCIAS

$$I(1,3)=1$$

$$I(2,3)=2$$

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$M(1,3)=0$$

$$M(3,1)=0$$

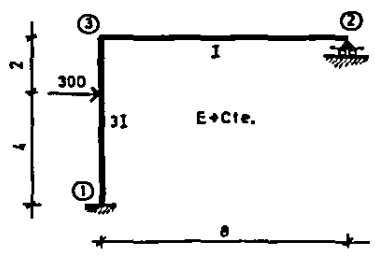
$$M(2,3)=150$$

$$M(3,2)=-150$$

MOMENTOS PUROS

Ninguno

PROBLEMA 2



$$M_{1-3} = \frac{300(4)(2)^2}{(6)^2} = -133$$

$$M_{3-1} = \frac{300(2)(4)^2}{(6)^2} = 267$$

$$R_{1-3} = 300\left(\frac{2}{6}\right)^2 \left(1 + 2\left(\frac{4}{6}\right)\right) = 78$$

$$R_{3-1} = 300\left(\frac{4}{6}\right)^2 \left(1 + 2\left(\frac{2}{6}\right)\right) = 222$$

TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nudo	X	Y	Unión
1	0	0	3
2	8	6	2
3	0	6	

INERCIAS

$I(1,3)=3$
$I(2,3)=1$

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- $M(1,3)=-133$
- $M(3,1)=267$
- $M(2,3)=0$
- $M(3,2)=0$

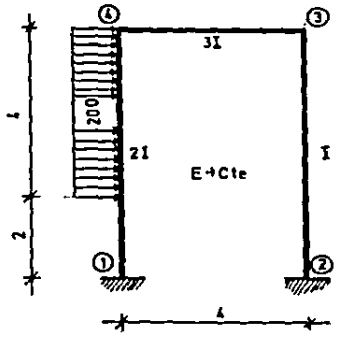
FUERZAS CORTANTES

Piso 1 $QR=222$

MOMENTOS PUROS

Ninguno

PROBLEMA 3



$$M_{1-4} = -\frac{200(4)}{12(6)^2/4} [(4)^3(4(6)-3(4)) - (0)^3(4(6)-3(0))] = -356$$

$$M_{4-1} = -\frac{200(4)}{12(6)^2/4} [(6)^3(4(6)-3(6)) - (2)^3(4(6)-3(2))] = 533$$

$$R_{1-4} = \frac{200(4)}{2(6)} (2(0)+4) + \left(\frac{356-533}{6}\right) = 237$$

$$R_{4-1} = \frac{200(4)}{2(6)} (2(2)+4) + \left(\frac{533-356}{6}\right) = 563$$

TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nudo	X	Y	Unión
1	0	0	3
2	4	0	3
3	4	6	
4	0	6	

INERCIAS

I(1,4)=2
I(2,3)=1
I(3,4)=3

FUERZAS CORTANTES

Piso 1 QR=563

MOMENTOS PUROS

Ninguno

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,4)=-356
- M(4,1)=533
- M(2,3)=0
- M(3,2)=0
- M(3,4)=0
- M(4,3)=0

RESPUESTAS

81

①

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
M(1 , 3)= 37.5

NUDO 2
M(2 , 3)= 0

NUDO 3
M(3 , 1)= 75.
M(3 , 2)= -75

②

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
M(1 , 3)= -1026.99

NUDO 2
M(2 , 3)= 0

NUDO 3
M(3 , 1)= -171
M(3 , 2)= 171

③

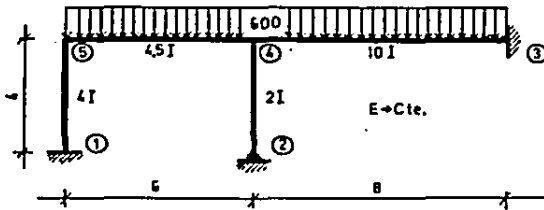
***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
M(1 , 4)= -1521.88

NUDO 2
M(2 , 3)= -584.28

NUDO 3
M(3 , 2)= -544.4
M(3 , 4)= 544.41

NUDO 4
M(4 , 1)= -550.44
M(4 , 3)= 550.44

PROBLEMA 4


$$M_{5-4} = \frac{-600(6)^2}{12} = -1800 \quad M_{4-5} = 1800$$

$$M_{4-3} = \frac{-600(8)^2}{12} = -3200 \quad M_{3-4} = 3200$$

TIPO DE ESTRUCTURA= 2

COORDENADAS

Nudo	X	Y	Unión
1	0	0	3
2	6	0	3
3	14	4	3
4	6	4	3
5	0	4	3

INERCIAS

$I(1,5) = 4$
$I(2,4) = 2$
$I(3,4) = 10$
$I(4,5) = 4.5$

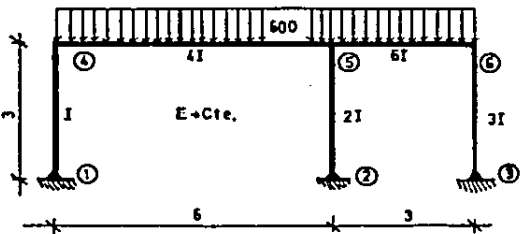
MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$M(1,5) = 0$
$M(5,1) = 0$
$M(2,4) = 0$
$M(4,2) = 0$
$M(3,4) = 3200$
$M(4,3) = -3200$
$M(4,5) = 1800$
$M(5,4) = -1800$

MOMENTOS Puros

Ninguno

PROBLEMA 5



$$M_{4-5} = \frac{600(6)^2}{12} = -1800 \quad M_{5-4} = 1800$$

$$M_{5-6} = \frac{-600(3)^2}{12} = -450 \quad M_{6-5} = 450$$

TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nudo	X	Y	Unión
1	0	0	2
2	6	0	2
3	9	0	2
4	0	3	
5	6	3	
6	9	3	

INERCIAS

I(1,4)=1
I(2,5)=2
I(3,6)=3
I(4,5)=4
I(5,6)=6

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,4)=0
- M(4,1)=0
- M(2,5)=0
- M(5,2)=0
- M(3,6)=0
- M(6,3)=0
- M(4,5)=-1800
- M(5,4)=1800
- M(5,6)=-450
- M(6,5)=450

FUERZAS CORTANTES

Piso 1 GR=0

MOMENTOS PUROS

Ninguno

RESPUESTAS

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
M(1 , 5)= 468.18

NUDO 2
M(2 , 4)= 0

NUDO 3
M(3 , 4)= 3482.39

NUDO 4
M(4 , 2)= 161.37
M(4 , 3)= -2635.22
M(4 , 5)= 2473.85

NUDO 5
M(5 , 1)= 936.36
M(5 , 4)= -936.36

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
M(1 , 4)= .01

NUDO 2
M(2 , 5)= 0

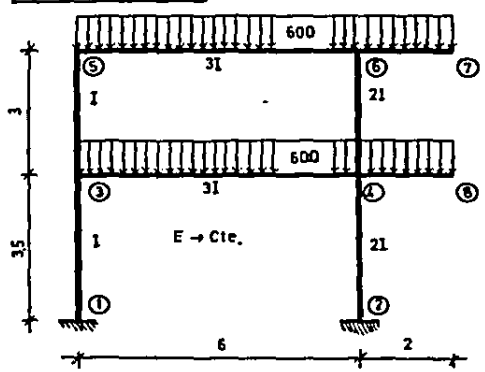
NUDO 3
M(3 , 6)= 0

NUDO 4
M(4 , 1)= 511.37
M(4 , 5)= -511.36

NUDO 5
M(5 , 2)= -450
M(5 , 4)= 2106.82
M(5 , 6)= -1656.82

NUDO 6
M(6 , 3)= -61.37
M(6 , 5)= 61.35

PROBLEMA 6



TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nudo	X	Y	Unión
1	0	0	3
2	6	0	3
3	0	3.5	
4	6	3.5	
5	0	6.5	
6	6	6.5	

INERCIAS

I(1,3)=1
I(2,4)=2
I(3,4)=3
I(3,5)=1
I(4,6)=2
I(5,6)=3

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,3)=0
- M(3,1)=0
- M(2,4)=0
- M(4,2)=0
- M(3,4)=-1800
- M(4,3)=1800
- M(3,5)=0
- M(5,3)=0
- M(4,6)=0
- M(6,4)=0
- M(5,6)=-1800
- M(6,5)=1800

FUERZAS CORTANTES

- Piso 1 QR=0
- Piso 2 QR=0

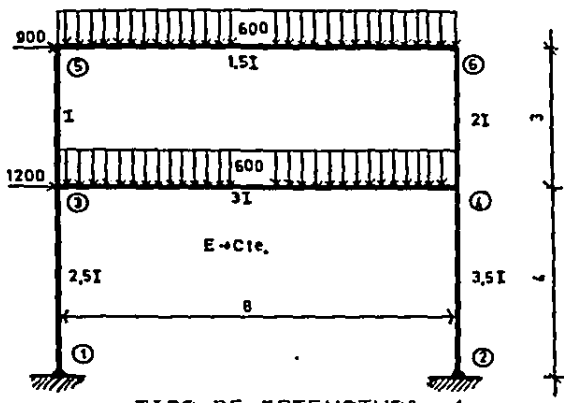
MOMENTOS PUROS

- Nudo 4 MP=1200
- Nudo 6 MP=1200

$$M_{6-5} = M_{4-3} = \frac{600(6)^2}{12} = 1800$$

$$M_{4-7} = M_{6-8} = \frac{600(2)^2}{2} = 1200$$

PROBLEMA 7



TIPO DE ESTRUCTURA= 1

$$M_{4,3} = \frac{600(8)^2}{12} = 3200$$

COORDENADAS

Nudo	X	Y	Unión
1	0	0	2
2	8	0	2
3	0	4	
4	8	4	
5	0	7	
6	8	7	

INERCIAS

I(1,3)=2.5
I(2,4)=3.5
I(3,4)=3
I(3,5)=1
I(4,6)=2
I(5,6)=1.5

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,3)=0
- M(3,1)=0
- M(2,4)=0
- M(4,2)=0
- M(3,4)=-3200
- M(4,3)=3200
- M(3,5)=0
- M(5,3)=0
- M(4,6)=0
- M(6,4)=0
- M(5,6)=-3200
- M(6,5)=3200

FUERZAS CORTANTES

- Piso 1 QR=2100
- Piso 2 QR=900

MOMENTOS PUROS

Ninguno

RESPUESTAS

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
 M(1 , 3)= 127.38

 NUDO 2
 M(2 , 4)= -221.87

 NUDO 3
 M(3 , 1)= 349.25
 M(3 , 4)= -1052.22
 M(3 , 5)= 702.95

 NUDO 4
 M(4 , 2)= -254.76
 M(4 , 3)= 2130.72
 M(4 , 6)= -675.98

 NUDO 5
 M(5 , 3)= 822.86
 M(5 , 6)= -822.86

 NUDO 6
 M(6 , 4)= -849.83
 M(6 , 5)= 2049.83

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
 M(1 , 3)= 0

 NUDO 2
 M(2 , 4)= -.01

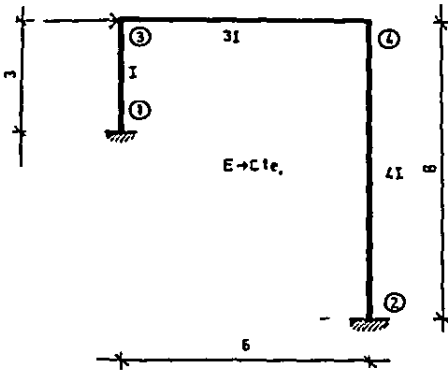
 NUDO 3
 M(3 , 1)= -2841.5
 M(3 , 4)= 1343.72
 M(3 , 5)= 1497.76

 NUDO 4
 M(4 , 2)= -5558.51
 M(4 , 3)= 7292.17
 M(4 , 6)= -1733.69

 NUDO 5
 M(5 , 3)= 1528.69
 M(5 , 6)= -1528.69

 NUDO 6
 M(6 , 4)= -3992.77
 M(6 , 5)= 3992.76

PROBLEMA 8



TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nudos	X	Y	Unión
1	0	0	3
2	6	-5	5
3	0	3	
4	6	3	

INERCIAS

$I(1,3)=1$
 $I(2,4)=4$
 $I(3,4)=3$

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$M(1,3)=0$
 $M(3,1)=0$
 $M(2,4)=0$
 $M(4,2)=0$
 $M(3,4)=0$
 $M(4,3)=0$

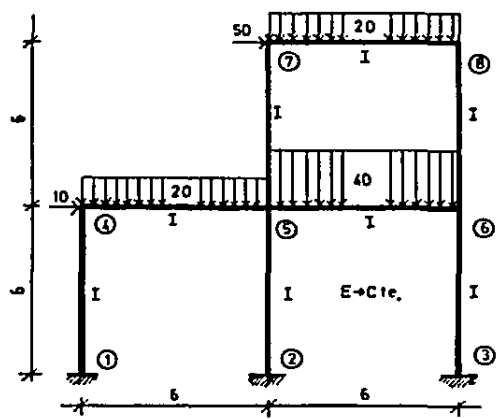
FUERZAS CORTANTES

Piso 1 QR=1200

MOMENTOS PUROS

Ninguno

PROBLEMA 9.



$$M = \frac{40(6)^2}{12} = 120$$

$$M = \frac{20(6)^2}{12} = 60$$

TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nodos	X	Y	Union
1	0	0	3
2	6	0	3
3	12	0	3
4	0	6	
5	6	6	
6	12	6	
7	6	12	
8	12	12	

INERCIAS

- I(1,4)=1
- I(2,5)=1
- I(3,6)=1
- I(4,5)=1
- I(5,6)=1
- I(5,7)=1
- I(6,8)=1
- I(7,8)=1

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,4)=0
- M(4,1)=0
- M(2,5)=0
- M(5,2)=0
- M(3,6)=0
- M(6,3)=0
- M(4,5)=-60
- M(5,4)=60
- M(5,6)=-120
- M(6,5)=120
- M(5,7)=0
- M(7,5)=0
- M(6,8)=0
- M(8,6)=0
- M(7,8)=-60
- M(8,7)=60

FUERZAS CORTANTES

- Piso 1 QR=60
- Piso 2 QR=50

MOMENTOS PURGOS

Ninguno

RESPUESTAS

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
 M(1 , 3)= -1642.4

 NUDO 2
 M(2 , 4)= -991.58

 NUDO 3
 M(3 , 1)= -1267.58
 M(3 , 4)= 1267.56

 NUDO 4
 M(4 , 2)= -848.47
 M(4 , 3)= 848.44

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
 M(1 , 4)= -63.93

 NUDO 2
 M(2 , 5)= -70.39

 NUDO 3
 M(3 , 6)= -82.21

 NUDO 4
 M(4 , 1)= -31.34
 M(4 , 5)= 31.33

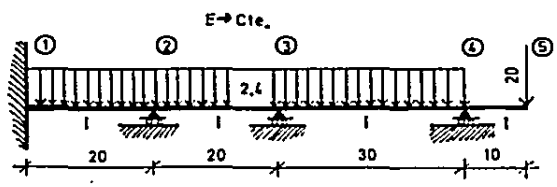
 NUDO 5
 M(5 , 2)= -44.25
 M(5 , 4)= 144.88
 M(5 , 6)= -53.4
 M(5 , 7)= -47.2

 NUDO 6
 M(6 , 3)= -67.89
 M(6 , 5)= 174.78
 M(6 , 8)= -106.9

 NUDO 7
 M(7 , 5)= -30.99
 M(7 , 8)= 30.98

 NUDO 8
 M(8 , 6)= -114.92
 M(8 , 7)= 114.93

PROBLEMA 10



$$M_{4-5} = 20(10) = 200$$

$$M_{2-1} = \frac{2.4(20)^2}{12} = 80$$

$$M_{4-3} = \frac{2.4(30)^2}{12} = 180$$

TIPO DE ESTRUCTURA=3

COORDENADAS

Nudos	X	Y	Unión
1	0	0	3
2	20	0	2
3	40	0	2
4	70	0	2

INERCIAS

I(1,2)=1
I(2,3)=1
I(3,4)=1

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,2)=-80
- M(2,1)=80
- M(2,3)=-80
- M(3,2)=80
- M(3,4)=-180
- M(4,3)=180

MOMENTOS PUROS

Nudo 4 MP=200

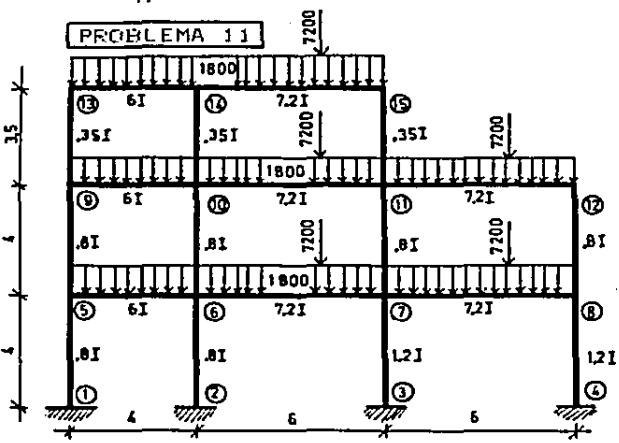
***** MÓMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
M(1 , 2)= -88.18

NUDO 2
M(2 , 1)= 63.64
M(2 , 3)= -63.63

NUDO 3
M(3 , 2)= 137.28
M(3 , 4)= -137.27

NUDO 4
M(4 , 3)= 200



TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nodos	X	Y	Union
1	0	0	3
2	4	0	3
3	10	0	3
4	16	0	3
5	0	4	3
6	4	4	3
7	10	4	3
8	16	4	3
9	0	8	3
10	4	8	3
11	10	8	3
12	16	8	3
13	0	11.5	3
14	4	11.5	3
15	10	11.5	3

FUERZAS CORTANTES

Piso 1 QR=0
 Piso 2 QR=0
 Piso 3 QR=0

MOMENTOS PUROS

Ninguno

$$M_{6-5} = \frac{1800(4)^2}{12} = 2400$$

$$M_{6-7} = \frac{1800(6)^2}{12} + \frac{7200(4)(2)^2}{(6)^2} = 8600$$

$$M_{7-6} = \frac{1800(6)^2}{12} + \frac{7200(2)(4)^2}{(6)^2} = 11800$$

INERCIAS

- I(1,5)=.8
- I(2,6)=.8
- I(3,7)=1.2
- I(4,8)=1.2
- I(5,6)=6
- I(5,9)=.8
- I(6,7)=7.2
- I(6,10)=.8
- I(7,8)=7.2
- I(7,11)=.8
- I(8,12)=.8
- I(9,10)=6
- I(9,13)=.35
- I(10,11)=7.2
- I(10,14)=.35
- I(11,12)=7.2
- I(11,15)=.35
- I(13,14)=6
- I(14,15)=7.2

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,5)=0
- M(5,1)=0
- M(2,6)=0
- M(6,2)=0
- M(7,3)=0
- M(3,7)=0
- M(4,8)=0
- M(8,4)=0
- M(5,6)=-2400
- M(6,5)=2400
- M(5,9)=0
- M(9,5)=0
- M(6,7)=-8600
- M(7,6)=11800
- M(6,10)=0
- M(10,6)=0
- M(7,8)=-8600
- M(8,7)=11800
- M(7,11)=0
- M(11,7)=0
- M(8,12)=0
- M(12,8)=0
- M(9,10)=-2400
- M(10,9)=2400
- M(9,13)=0
- M(13,9)=0
- M(10,11)=-8600
- M(11,10)=11800
- M(10,14)=0
- M(14,10)=0
- M(11,12)=-8600
- M(12,11)=11800

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$M(11,15)=0$ $M(14,13)=2400$
 $M(15,11)=0$ $M(14,15)=-8600$
 $M(13,14)=-2400$ $M(15,14)=11800$

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
 M(1 , 5) = 284.51

NUDO 2
 M(2 , 6) = 437.28

NUDO 3
 M(3 , 7) = 344.29

NUDO 4
 M(4 , 8) = -626.42

NUDO 5
 M(5 , 1) = 305.22
 M(5 , 6) = -788.26
 M(5 , 9) = 483.02

NUDO 6
 M(6 , 2) = 610.75
 M(6 , 5) = 5157.43
 M(6 , 7) = -6724.06
 M(6 , 10) = 955.87

NUDO 7
 M(7 , 3) = 292.85
 M(7 , 6) = 12429.39
 M(7 , 8) = -13099.97
 M(7 , 11) = 377.69

NUDO 8
 M(8 , 4) = -1648.54
 M(8 , 7) = 3417.24
 M(8 , 12) = -1768.69

NUDO 9
 M(9 , 5) = 476.84
 M(9 , 10) = -818.14
 M(9 , 13) = 341.29

NUDO 10
 M(10 , 6) = 964.26
 M(10 , 9) = 5236.89
 M(10 , 11) = -6302.42
 M(10 , 14) = 101.26

NUDO 11
 M(11 , 7) = 431.18
 M(11 , 10) = 13121.62
 M(11 , 12) = -13367.08
 M(11 , 15) = -185.75

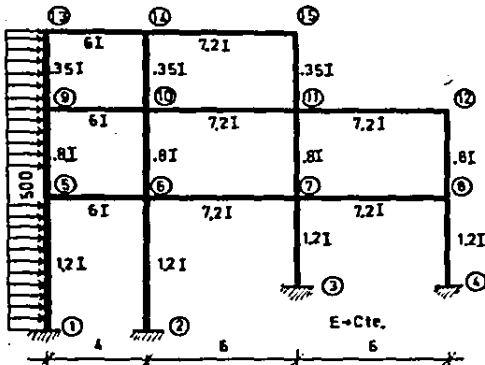
NUDO 12
 M(12 , 8) = -1920.19
 M(12 , 11) = 1920.18

NUDO 13
 M(13 , 9) = 511.78
 M(13 , 14) = -511.79

NUDO 14
M(14 , 10)= -219.29
M(14 , 13)= -1822.28
M(14 , 15)= -18358.45

NUDO 15
M(15 , 11)= -549.32
M(15 , 14)= 549.33

PROBLEMA 12



TIPO DE ESTRUCTURA= 1

COORDENADAS

Nodos	X	Y	Union
1	0	0	3
2	4	0	3
3	10	2	3
4	16	2	3
5	0	6	
6	4	6	
7	10	6	
8	16	6	
9	0	10	
10	4	10	
11	10	10	
12	16	10	
13	0	13.5	
14	4	13.5	
15	10	13.5	

FUERZAS CORTANTES

Piso 1	QR=5250
Piso 2	QR=2750
Piso 3	QR=875

MOMENTOS PUROS

Ninguno

$$M_{13-9} = \frac{500(3.5)^2}{12} \approx 510$$

$$M_{9-5} = \frac{500(4)^2}{12} \approx 667$$

$$M_{5-1} = \frac{500(6)^2}{12} \approx 1500$$

INERCIAS

- I(1,5)=1.2
- I(2,6)=1.2
- I(3,7)=1.2
- I(4,8)=1.2
- I(5,6)=6
- I(5,9)=.8
- I(6,7)=7.2
- I(6,10)=.8
- I(7,8)=7.2
- I(7,11)=.8
- I(8,12)=.8
- I(9,10)=6
- I(9,13)=.35
- I(10,11)=7.2
- I(10,14)=.35
- I(11,12)=7.2
- I(11,15)=.35
- I(13,14)=6
- I(14,15)=7.2

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

- M(1,5)=-1500
- M(5,1)=1500
- M(2,6)=0
- M(6,2)=0
- M(7,3)=0
- M(3,7)=0
- M(4,8)=0
- M(8,4)=0
- M(5,6)=0
- M(6,5)=0
- M(5,9)=-667
- M(9,5)=667
- M(6,7)=0
- M(7,6)=0
- M(6,10)=0
- M(10,6)=0
- M(7,8)=0
- M(8,7)=0
- M(7,11)=0
- M(11,7)=0
- M(8,12)=0
- M(12,8)=0
- M(9,10)=0
- M(10,9)=0
- M(9,13)=-510
- M(13,9)=510
- M(10,11)=0
- M(11,10)=0
- M(10,14)=0
- M(14,10)=0
- M(11,12)=0
- M(12,11)=0

MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO

$$\begin{array}{ll} M(11,15)=0 & M(14,13)=0 \\ M(15,11)=0 & M(14,15)=0 \\ M(13,14)=0 & M(15,14)=0 \end{array}$$

***** MOMENTOS EN LOS EXTREMOS *****

NUDO 1
 M(1 , 5) = -3382.88

 NUDO 2
 M(2 , 6) = -1941.71

 NUDO 3
 M(3 , 7) = -4308.59

 NUDO 4
 M(4 , 8) = -4039.82

 NUDO 5
 M(5 , 1) = -261
 M(5 , 6) = 2301.05
 M(5 , 9) = -2040.05

 NUDO 6
 M(6 , 2) = -1878.66
 M(6 , 5) = 1859.83
 M(6 , 7) = 1565.09
 M(6 , 10) = -1546.27

 NUDO 7
 M(7 , 3) = -4106.47
 M(7 , 6) = 1995.28
 M(7 , 8) = 3500.54
 M(7 , 11) = -1389.34

 NUDO 8
 M(8 , 4) = -3568.93
 M(8 , 7) = 4575.63
 M(8 , 12) = -1006.7

 NUDO 9
 M(9 , 5) = -733.01
 M(9 , 10) = 1718.97
 M(9 , 13) = -985.96

 NUDO 10
 M(10 , 6) = -1569.96
 M(10 , 9) = 1302.24
 M(10 , 11) = 789.64
 M(10 , 14) = -521.92

 NUDO 11
 M(11 , 7) = -1471.2
 M(11 , 10) = 870.86
 M(11 , 12) = 1097.77
 M(11 , 15) = -497.43

 NUDO 12
 M(12 , 8) = -1243.46
 M(12 , 11) = 1243.46

NUDO 13
MC 13 , 9)= -16.25
MC 13 , 14)= 16.25

NUDO 14
MC 14 , 10)= -534.83
MC 14 , 13)= 160.14
MC 14 , 15)= 374.7

NUDO 15
MC 15 , 11)= -506.17
MC 15 , 14)= 506.15

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

A) CONCLUSIONES

Al método de Gaspar Kani se le ha considerado a veces como un método aproximado, pero ya vimos que puede ser tan exacto como los métodos que calculan un sólo resultado final; dependiendo esto, del número de iteraciones que realizamos.

Tiene la enorme ventaja de ser correctivo, o sea, que si cometemos alguna equivocación, ésta se enmendará en las siguientes iteraciones, ya que partimos de datos supuestos. Si acaso, se piensa que el proceso iterativo es un tanto laborioso, éste quedará eliminado con el uso del computador, que ha venido a ser una de las herramientas más valiosas con que el hombre pueda haber contado, y mucho más útil para la rama de la Ingeniería Civil.

Este método resulta ideal para el cálculo de pórticos de varios pisos, debido a la sencillez de su procedimiento. Una vez visto el funcionamiento de nuestro programa, vemos también que además de sencillo el proceso iterativo se vuelve rapidísimo.

Depende pues el futuro de la Ingeniería del aprovechamiento que se le dé a las computadoras, no sólo en el campo del Análisis Estructural, sino también en todas las ramas en que sea factible su uso. De ahora en adelante será indispensable una mayor preparación en lo que a programación se refiere, pues las computadoras se tornan cada vez más indispensables en nuestra vida profesional.

Espero que el presente trabajo sirva como medio de consulta para aquellos que quieran profundizar en el análisis de pórticos de varios pisos y que los programas aquí desarrollados sean útiles para muchos ingenieros, los cuales están a su disposición en el momento que los requieran.

Quiero terminar recordando las palabras de un hombre que revolucionó la ciencia en sus tiempos, Sir Isaac Newton, quien refiriéndose a los conocimientos que él había llegado a tener dijo:

"Si he podido ver un poco más lejos que otros, ha sido por que estoy parado sobre hombros de gigantes".

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- (1) IBM PC (y compatibles).
Introducción al sistema operativo, programación y aplicaciones en basic.
Larry Joel Goldstein/ Martin Goldstein: Prentice Hall, 1986.
- (2) Iniciación al Basic del IBM/PC.
Eddie Adams:Mc.Graw Hill, 1985.
- (3) Introducción a las computadoras y al proceso de datos.
Daniel D.Benice:Prentice Hall, 1973.
- (4) Mecánica de materiales.
F.R.Shanley:Mc.Graw Hill, 1965.
- (5) Teoría elemental de estructuras
Yuan-yu Hsieh:Prentice Hall, 1970.
- (6) Cálculo de pórticos de varios pisos.
Gaspar Kani:Editorial Reverte S.A., 1981.
- (7) Indeterminate Structural Analysis.
Sterling Kinney J.:The A.W. Series in Civil Engineering.
- (8) Análisis Estructural.
Rodolfo Luthe G.:Representaciones y servicios de Ingeniería.
- (9) Análisis Estructural.
Jack C. McCormac:Harla, 1983.
- (10) Estructuras Hiperestáticas.
Apuntes tomados de la clase del Ing. Heberto Castillo, 1960.

