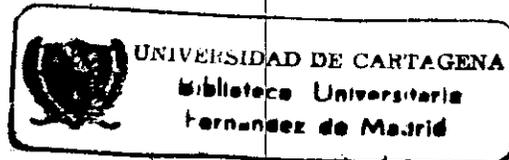


T  
624.17  
M971  
1

1

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



APLICACION DEL COMPUTADOR AL ANALISIS ESTRUCTURAL

"METODO DE KANI"

**SCIB**  
00019702-1v,

PRESENTADO POR:

**45600**  
PEDRO MUÑOZ ARIAS \* ALFREDO TENORIO TORRENTE \* HERIBERTO  
LOPEZ C. - PROYECTO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE INGENIEROS CIVILES . -

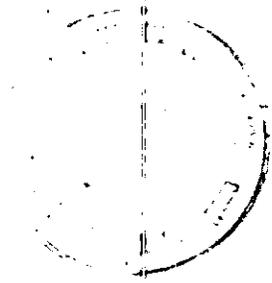
MARZO 1. 979

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

APLICACION DEL COMPUTADOR AL ANALISIS ESTRUCTURAL .-

"METODO DE KANI"



DIRECTORES DE TESIS :

ESTRUCTURAS  
JORGE E. CRUZ POMBO

MET. COMPUTACION  
FERNANDO ARAUJO P.

CALIFICADORES:

RESOLUCION N° 01

Abril 27 de 1979

El Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena, en uso de sus atribuciones y,

**C O N S I D E R A N D O :**

- a) Que es un deber de la Facultad resaltar los trabajos de investigación realizados por los estudiantes, cuando éstos muestren méritos excepcionales;
- b) Que ha sido presentado por los señores estudiantes PEDRO MUÑOZ ARIAS, ALFREDO TENORIO TORRENTE y HERIBERTO LOPEZ CASTILLA, el proyecto intitulado "PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA ANALISIS ESTRUCTURAL, METODO DE KANI";
- c) Que en este proyecto existe creatividad, empleo del método científico y aumento del conocimiento;
- d) Que es un trabajo de investigación de gran aplicabilidad y el primero de esta magnitud que se desarrolla en nuestra Facultad, con valiosas e importantes repercusiones;
- e) Que el Jurado Calificador solicitó laurear con los más altos méritos y calificaciones este proyecto.

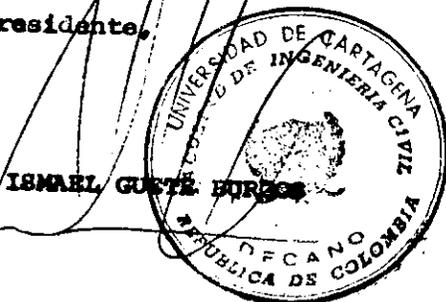
**R E S U E L V E :**

Artículo 1º: Laurear la Tesis de Grado presentada por los señores PEDRO MUÑOZ ARIAS, ALFREDO TENORIO TORRENTE y HERIBERTO LOPEZ CASTILLA, intitulado "PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA ANALISIS ESTRUCTURAL, METODO DE KANI".

Artículo 2º: Entregar copia de la presente Resolución a los señores PEDRO MUÑOZ ARIAS, ALFREDO TENORIO TORRENTE y HERIBERTO LOPEZ CASTILLA, en la ceremonia de grado.

Dada en Cartagena a veintisiete (27) días del mes de abril de mil novecientos setenta y nueve (1979).

El Presidente,



El Secretario,



INDICE DE CONTENIDO

- I DEDICATORIAS
- II AGRADECIMIENTOS
- III PREFACIO
- IV INTRODUCCION
- V MANUAL DEL USUARIO
- VI PRUEBAS Y CODIFICACIONES
- VII RECOMENDACIONES
- VIII BIBLIOGRAFIA

D E D I C A T O R I A S

PEDRO RICARDO:

A mis padres, cuyo esfuerzo incansable fue siempre un estímulo y una esperanza.

A mis hermanos.

A la memoria de tío Manuel, y a tía Mary que influyeron en mi formación como mis propios padres.

A mis demás seres queridos.

A mis amistades.



A L F R E D O:

A mis padres y hermanos.

A mi querida esposa Lucy

A mi abuela Josefa y mi tía Chepo.

y A mis buenos amigos.



H E R I B E R T O :

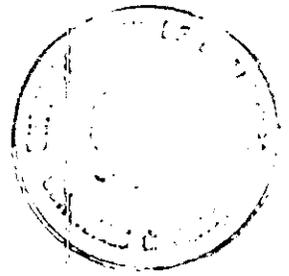
A mis padres, ejemplo de Responsabilidad y Amor.

A mis hermanos y amigos.

A mis seres queridos.

A Tia Yito, cuya vida me ha ofrecido sin condiciones.

A G R A D E C I M I E N T O S



Al Ing. Raúl Quintero L., Gerente de las EE.PP.MM. de Cartagena, por permitirnos el acceso al Departamento de Sistemas, y uso del Computador IBM-370, sin lo cual hubiera sido imposible la realización del proyecto.-

Al Ing. Ismael Guete B., Decano Facultad Ingeniería Civil, por mostrarnos la importancia en sacar adelante nuestro proyecto.

Al Prof. Leonidas Mouthon Jefe del Departamento de Sistemas de las EE.PP.MM. por sus valiosas recomendaciones y constante apoyo durante los períodos de prueba del montaje del programa.

A nuestros Directores de Tesis, Ing. Jorge E. Cruz P. y Fernando Araujo P.- Por haber encauzado concretamente los objetivos del proyecto, y haber estado siempre dispuestos a nuestras consultas.

A todo el grupo de Sistemas de la Empresas Públicas Municipales de Cartagena, que de una u otra manera nos prestaron su colaboración.

Al Ing. Lino Baena, quien nos indicó una muy buena bibliografía sobre el tema.

A todas las personas que desinteresadamente, hicieron posible la realización de este proyecto, y siempre tuvieron una voz de aliento, estímulo y constante apoyo.-



P R E F A C I O





Este es un proyecto que rompe la rutina establecida en la Facultad de Ingeniería Civil, en el campo de las Estructuras.

El estudiante común cumple con el requisito de presentar un proyecto Estructural que satisfaga los requisitos mínimos exigidos por la Facultad para alcanzar la nota aprobatoria. En el cual si bien tiene oportunidad de ampliar sus conocimientos en este campo no puede realizar una labor investigativa de positivo mérito, en parte porque la Universidad no le brinda los medios adecuados para su realización y en parte porque las presiones que sobre él gravitan, principalmente de tipo económico se lo impiden.

Es esta la razón por la que debe destacarse el presente trabajo. Sus autores, señores Pedro R. Muñoz Arias, Alfredo Tenorio Torrente y Heriberto López Castilla, prescindiendo de las razones anotadas anteriormente, no escatimaron esfuerzos al escoger un tema original, de bastante complejidad, que les demandaría una labor de estudio en investigación de bastante duración, y que redundará en provecho personal y por extensión en provecho de la Facultad.

También queremos destacar, junto a la tesonera labor de los citados estudiantes la atinada asesoría de los ingenieros Fernando Araujo P., y Leonidas Mouthon por mediación de éste último se obtuvo la valiosa colaboración de la sección de Computadoras de las Empresas Públicas Municipales de Cartagena, indispen-



UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD INGENIERIA CIVIL

PROYECTO MAYOR DE GRADO

14

ALFREDO TENORIO - PEDRO MUÑOZ - HERIBERTO LOPEZ

HOJA  
No.

sable durante el desarrollo del Proyecto.

Al presentar como ejemplo este Proyecto a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Civil, quiero felicitar muy cordialmente a sus autores.

INGENIERO JORGE E. CRUZ POMBO.-

I N T R O D U C C I O N





45600

Actualmente se presentan al Ingeniero Civil, en el área de Estructuras, muchos métodos de Análisis Estructural, aplicables, a todo tipo de estructura, dada su geometría, condiciones de apoyo y solicitaciones de carga.

Dado que un gran número de estructuras se le presentan al Analista como estáticamente indeterminadas, es necesario que de los muchos métodos sepa elegir el adecuado, de acuerdo al grado de complejidad de la estructura, ( Pórticos Rectangulares Regulares, Pórticos irregulares vanos incompletos, Reticulas interiores a sistema de Reticulas continuas, etc.) y a la necesidad de suministrar datos para el diseño que en términos de tiempo es uno de los factores mas importantes para todo ingeniero u oficina de Ingenieros encargados de Consultoría en Proyectos Estructurales.

Dentro de la variedad de Sistemas estructurales, se presentan: los pórticos bidimensionales, que dada su geometría se clasifican en rectangulares regulares e irregulares, pórticos a dos aguas, pórticos en dientes de sierra, Arcos, etc. La armazón estructural de edificios es básicamente un conjunto de pórticos bidimensionales colocados adecuadamente formando una unión rígida que proporciona al conjunto una estabilidad adecuada.

Teniendo en cuenta la concepción de muchos proyectos de Edificios, de mediana altura cuya armazón estructural presenta pórticos regulares, y de forma rectangular, creemos importante dedicar el siguiente estudio, a pórticos con las anteriores características y que abarcaría un gran número de estructuras de las mas variadas formas.



El siguiente estudio como se puede notar, será la aplicación de un método de Análisis Estructural indeterminados a Pórticos Rectangulares Regulares.

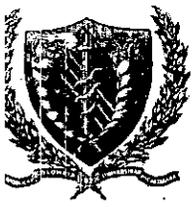
Desde el punto de vista académico, es notoria la importancia que se le da a uno de estos métodos, al igual que por parte de un gran número de Analistas de Estructuras, este Método es el de "K A N I", que debido a sus características y ventajas hemos escogido para el presente estudio.

Para concluir, el objetivo del siguiente estudio es iniciar una línea de Proyectos de Ingeniería, con aplicación directa del computador como elemento de procesamiento automático de Datos. Como es natural el siguiente estudio será enfocado teniendo en cuenta lo anterior.

El Método de "K a n i", es un método de aproximaciones sucesivas, que proporciona resultados con el grado de aproximación deseado por el Analista.

Presenta en relación con los otros métodos las siguientes ventajas:

- 1.- Este método considera la hipótesis de Nudos desplazables, realizando un cálculo correctivo en cada nudo, pasando luego de éste a otro cualquiera, hasta lograr la estabilidad del nudo, lo cual produce ahorro de tiempo y probabilidad de que se cometan pocos errores.



2.- Por ser un método correctivo, puede llamarse con "eliminación automática de los errores", debido a que dicho error desaparece al producirse sucesivas iteraciones.

3.- La comprobación de los resultados (que se obtiene por suma de unos pocos valores) puede hacerse en cualquier nudo y en cualquier momento, sin que sea necesario para alguien que revisa los cálculos conocer en detalle los cálculos que han llevado al resultado definitivo.

4.- Para el caso de que deban variarse los tipos de carga o sección de las barras posteriormente a un cálculo y anotar los cambios a partir de ese momento.

5.- Todo lo dicho anteriormente para las estructuras de varios pisos, puede también aplicarse al caso de tratarse de vigas continuas con apoyos elásticamente empotrados.

En el siguiente estudio que será la aplicación del computador al Análisis Estructural, mas exactamente al método de "K a n i" para estructuras estáticamente indeterminadas, las ventajas están representadas en ahorro de tiempo de cálculo y mas exactitud en los resultados.

Es importante anotar que la concepción y realización de este proyecto, se debe

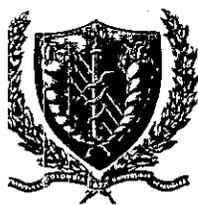


en gran parte a un entrenamiento previo en la tarea de programación, y a la suerte de poder usar uno de los últimos modelos de computador de la tercera generación (circuitos integrados) IBM 370. Se utilizó un sistema novedoso en la entrega del paquete del programa y los Datos (Grabación en Diskett), que facilita la tarea de suministrar información al computador, esto a la vez que elimina el proceso engorroso de manejo de tarjetas, proporciona una gran seguridad al programador, que no debe pensar en la tarea dispendiosa de la perforación de tarjetas.

Al llegar al final de nuestro trabajo, pensamos, que es impresionante la forma como durante los cinco años de nuestra carrera el avance de la tecnología en la fabricación de calculadoras científicas, nos ha proporcionados, desde los modelos mas elementales, hasta las muy poderosas y eficaces calculadoras programables. Estas valiosas armas, serán para el ingeniero de nuestra época, la base para que esté en capacidad de estudiar muchas alternativas técnicas de un determinado problema de ingeniería, y realizar cálculos que sin estas máquinas resultarían largos y tediosos.

Queremos dejar constancia, que bien pudo haberse realizado un programa de computador sobre alguna otra área de la carrera, pero era necesario comenzar por algo dejar el camino abierto para que se tome con gran interés la programación de computadores y aplicarlos eficientemente a los problemas de la carrera.

M A N U A L D E L U S U A R I O



## PRELIMINARES

Antes de entrar a considerar las especificaciones técnicas del Programa, es necesario advertir, que el logro de resultados satisfactorios al hacer uso del mismo, depende de la observación cuidadosa de todas las recomendaciones e instrucciones que se darán en este Manual del Usuario.

El Programa ha sido probado exitosamente en un computador IBM 370, consistiendo la prueba en el análisis estructural de tres entramados regulares de diferente configuración geométrica, presentándose en ellos todas las condiciones que se pueden estudiar con el Programa.

Cada estructura de prueba se podrá observar detalladamente al final de este Manual, en donde se presentan los resultados obtenidos usando calculadora corriente, además de los listados de resultados del procesamiento de los mismos datos usando el Programa.

En cuanto a los objetivos iniciales del Programa, una vez éstos fueron logrados, creímos conveniente ampliarlo y de esa manera, obtener resultados y considerar otras condiciones que le dan al Programa una mayor utilidad. Inicialmente solo se obtenían como resultados finales los momentos totales en los miembros estructurales. Ahora se obtienen también las reacciones finales de



cada miembro, y se consideran, además de las condiciones que se explican en el capítulo Capacidad del Programa, aplicación de cargas sísmicas y momentos externos en los nudos, de las cuales hablaremos detalladamente al final del Manual, ya que éstas modificaciones fueron hechas casi contra la fecha de presentación de este trabajo.



### CAPACIDAD DEL PROGRAMA

En esta sección nos referimos a la información o datos que pueden ser procesados al usar el Programa, información esta que podemos agrupar según cuatro condiciones que a continuación se expresan:

#### 1.- CONDICIONES GEOMETRICAS:

La concepción del Programa permite el análisis de entramados regulares de varios pisos, permitiéndose configuración escalonada del contorno de la estructura a uno o ambos lados de la misma, y la posibilidad de considerar existencia de voladizos.

Para la consideración de esta última condición, se dispone en el Programa de un comando o variable (IVDIZO), a la cual se asignará un valor para indicar presencia o ausencia de tal condición. Posteriormente, en la Lista de Variables, los valores que toman cada una de las variables que establecen condiciones en estudio serán claramente definidos.

En cuanto a la sección de los miembros estructurales que constituyen el entramado, el Programa está limitado a elementos de sección constante sin importar su forma, lo cual representa gran ventaja debido a la variedad de secciones que pueden presentarse, debiendo por lo tanto, trabajar con iner-



cias relativas de las mismas.

## 2.- CONDICIONES DE CARGA.

Se pueden considerar tanto cargas horizontales distribuidas (cargas de viento), como cargas verticales. Estas últimas podrán ser uniformemente distribuidas y/o puntuales, y estar aplicadas en vigas y voladizos. Pero, si bien se acepta cualquier número de cargas puntuales verticales, la carga vertical uniformemente distribuida deberá ser constante a lo largo de la viga o voladizo adscrito a ella.

Es importante hacer notar, que la manera sencilla de definir la ubicación de las cargas aplicadas a la estructura - como veremos mas adelante-, facilita el análisis de varias alternativas de carga para una misma estructura, y aun para estructuras diferentes, en una sola ejecución del Programa.

Para ilustrar lo anterior, supóngase que tenemos un entramado de cinco pisos, y queremos analizar su comportamiento al aplicarle separadamente dos sistemas de carga diferentes. Estos dos sistemas podrían ser, por ejemplo, primero: solamente efectos de carga de viento, y segundo: carga puntual única aplicada sobre la primera viga a la izquierda, en el cuarto piso.



### 3.- CONDICIONES EN EL PRIMER ENTREPISO

Las longitudes de las columnas y las condiciones de apoyo de las mismas, son los dos aspectos que debemos considerar en el primer entrepiso.

En el primer aspecto se consideran las dos posibilidades que se pueden presentar: todas las columnas son de igual longitud, o presentan alturas diferentes.

En cuanto a las condiciones de apoyo, el Programa acepta los tres casos posibles:

- Todas las columnas empotradas
- Todas articuladas , o
- Unas articuladas y otras empotradas

### 4.- CONDICION DE EQUILIBRIO DE MOMENTOS EN UN NUDO

El chequeo de cierre de los momentos en un nudo, se establece comparando la variación valor nuevo-valor anterior de las influencias por giro y por desplazamiento, con  $\epsilon$ , una variable cuyo valor es el error de cierre o aproximación. Una vez que se ha logrado el balanceo de momentos en todos los nudos de la estructura, el proceso iterativo cesa.

El valor de la aproximación se entregará como dato de entrada, y estará determinado por el grado de exactitud que se desee en los resultados. Para -



$\epsilon = 0.01$  Ton-Mt., se obtienen resultados prácticos y confiables para diseño estructural, manteniendo un número de iteraciones realmente bajo para lograr el equilibrio y necesitándose, por lo tanto, menos tiempo para la ejecución del Programa.

Con el fin de evitar que el proceso caiga en un "loop" prolongado, se estableció una variable llamada NIT, a la cual se le asigna un valor que indica el número máximo de iteraciones. Debe entenderse que no se llegará al número máximo de iteraciones, a menos que se precise de un mayor número de ciclos para equilibrar el entramado, ya que como explicamos anteriormente, al lograrse el equilibrio, no se continúa el proceso.

Si el valor asignado a la variable NIT no fuera suficiente para esperar el equilibrio de la estructura antes que el número de iteraciones alcance ese valor, los resultados obtenidos se identificarían claramente en el listado de salida como "parciales por no presentarse balanceo total de momentos".

#### ALCANCE DEL PROGRAMA

Al hablar de alcance del Programa, pensamos en el máximo número de vigas y columnas que pueden ser analizados. Pues bien, esto realmente depende de la capacidad del computador utilizado.

El dimensionamiento del Programa que nos ocupa, permite analizar un máximo



de 25 pisos y 20 filas de columnas, lo cual cubre la mayoría de los casos que se presentan. Bastaría ampliar la dimensión fijada en el Programa si se deseara analizar un entramado de mayores proporciones, y la capacidad del computador que fuera a ser utilizado lo permitiera.

#### NOTACION EMPLEADA

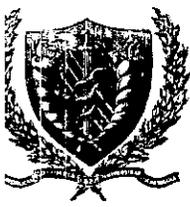
Definiremos a continuación cada una de las variables y arreglos usados en el Programa. Se incluyen en la lista de variables los valores que toman cada una de aquellas que implican una determinada condición a considerar, por lo tanto, se recomienda gran cuidado al asignar cada uno de éstos.



NOTACION.

LISTA DE VARIABLES

- I Contador de número de niveles de la estructura, a partir de la línea de apoyos hacia arriba.
- J Contador de número de líneas de columnas de la estructura, de izquierda a derecha.
- IMAX Número máximo de niveles de la estructura incluyendo la línea de apoyos, de abajo hacia arriba.
- JMAX Número máximo de líneas de columnas de la estructura, de izquierda a derecha.
- NALTCG Número de alternativas de carga para una estructura.
- IVDIZO Condición de existencia de voladizos en la estructura.  
IVDIZO = 1, No hay voladizos en la estructura  
IVDIZO = 2, Si hay voladizos en la estructura
- IALTIG Condición de alturas en el primer entrepiso.  
IALTIG = 1, Todas las columnas son de igual altura  
IALTIG = 2, Las columnas tienen alturas diferentes
- ICAPIG Condición de apoyo en las bases de columnas del primer entrepiso



ICAPIG = 1, Todas están empotradas

ICAPIG = 2, Hay algunas empotradas y articuladas

ICAPIG = 3, Todas están articuladas

ISISMO Condición de existencia de fuerzas de Sismo

ISISMO = 1, Si hay fuerzas de sismo

ISISMO = 2, No hay fuerzas de sismo

CINC Inercias relativa de una columna

VINC Inercia relativa de una viga

RRN Rigidez relativa de la columna sobre el nudo

RRO Rigideces relativas de las vigas, a la izquierda y a la derecha res  
RRE pectivamente de un nudo.

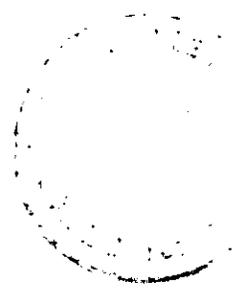
NW Número máximo de cargas uniformes distribuidas en los vanos de  
la estructura.

NP Número máximo de cargas puntuales en los vanos.

W Carga uniforme distribuida sobre un vano.

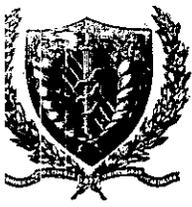
P Carga puntual aplicada en un vano.

A Distancia desde el extremo izquierdo de la viga a la carga puntual  
aplicada.

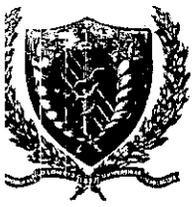




B	Distancia desde el extremo derecho de la viga a la carga puntual aplicada.
NWV	Número máximo de cargas uniformes distribuidas en los voladizos.
NPV	Número máximo de cargas puntuales en los voladizos.
WV	Carga uniforme distribuida sobre un voladizo.
PV	Carga puntual aplicada en un voladizo.
D	Distancia desde la carga puntual al nudo.
IWHORZ	Condición de existencia o no de fuerza uniforme distribuida verticalmente. IWHORZ = 1, Actúan fuerzas horizontales IWHORZ = 2, No actúan fuerzas horizontales
NMAX	Número máximo de nudos a considerar, incluye ficticios y no se tienen en cuenta las bases de las columnas como nudos, para completar un rectángulo que tenga como base la primera línea de nudos y como altura la de la estructura. Los ficticios se usan para completar si es necesario.
EPSLON	Grado de aproximación considerado para el equilibrio de un nudo. usar 0.01 ton-mt.



II	Número de entrepisos de la estructura.
J1	Número de luces de la estructura.
CAPY1	Variable que se le da el valor 0 si las columnas del primer entrepiso están todas empotradas.
CAPY2	Variable que se le da el valor 1 si las columnas del primer entrepiso están todas articuladas.
SRRC1	Sumatoria de las rigideces relativas de las columnas del primer entrepiso.
SRRC	Sumatoria de las rigideces relativas de las columnas de un entrepiso diferente al primero.
SRRN	Sumatoria de las rigideces relativas de los miembros concurrentes en un nudo.
WH	Carga horizontal uniforme distribuida.
Q	Fuerza cortante en un entrepiso.
HVDZ	Longitud del voladizo
LOCVZ	Localización del voladizo LOCVZ = 1, A la izquierda de la estructura LOCVZ = 2, A la derecha de la estructura



SUMIDZ Variable que almacena, la sumatoria del momento de piso y de las influencias de giro en los extremos de las columnas de un entrepiso.

SUMA Variable que almacena, la sumatoria del momento de sujeción del nudo, las influencias de giro en los extremos lejanos de las barras que surgen al nudo y las influencias por desplazamiento de las barras de abajo del nudo si ellas existieran.

SUMM Momentos finales en los extremos de un miembro.

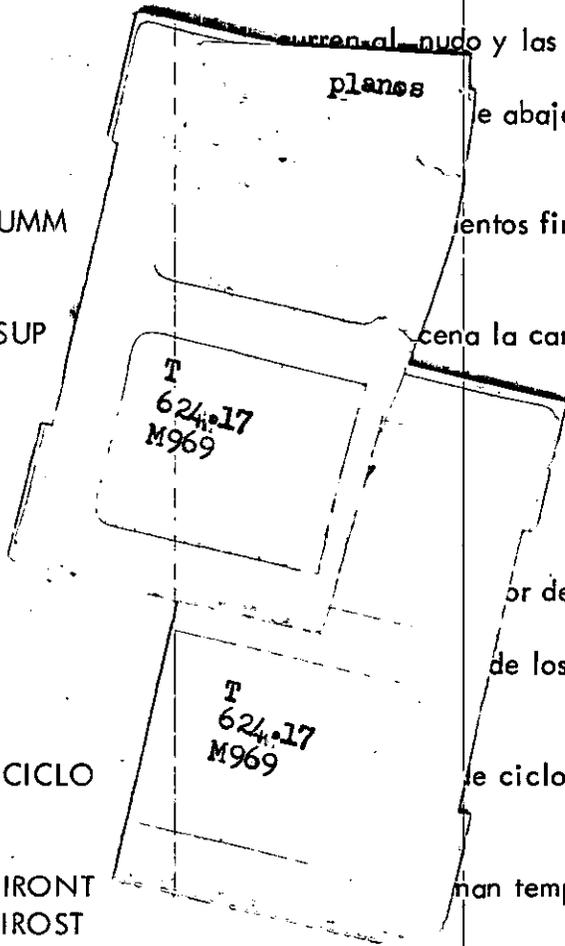
RSUP Almacena la carga de la columna del entrepiso superior a la carga de la columna del entrepiso inferior.

H Factor de las alturas de las columnas del primer entrepiso de los entrepisos siguientes.

NCICLO Numero de ciclos de iteración.

GIRONT Giront  
GIROST Girost  
GIROOT GIROOT  
GIROET Giroet  
Guardan temporalmente las últimas influencias de giro, arriba, abajo, a la izquierda y a la derecha respectivamente de un nudo, antes de hacer la prueba de equilibrio.

LEO Variable utilizada en la escritura simultánea de momentos finales y reacciones en los extremos de los miembros.



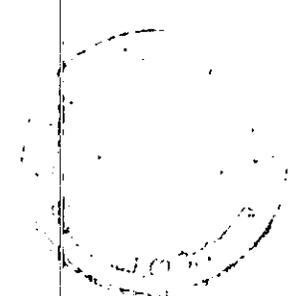


- NIT      Número máximo asumido de iteraciones.
- S      Constante que depende de la condición de apoyo.
- M      Constante que depende de la condición de apoyo.
- N      Variable que indica el número de nudos equilibrados.
- PSISMO      Fuerza sísmica.



LISTA DE ARREGLOS

- HCOL(I) Longitudes de las columnas en los entresijos superiores al primero.
- HVIG(J) Longitudes de las vigas de un vano.;
- HCOL(I) Altura de las columnas del primer entresijo en caso de ser iguales.;
- HCOL1(J) Alturas de las columnas del primer entresijo una por una en caso de ser desiguales.
- CAPY(J) Condición de apoyo de las columnas del primer entresijo.
- C(J) Factor de reducción, para columnas del primer entresijo.
- RRS(J) Rigidez relativa de la columna situada inmediatamente bajo un nudo.
- FDZ(I, J) Factor de desplazamiento de una columna.
- FGN(I, J) Factores de giro para los miembros colocados arriba, abajo, a la izquierda y a la derecha respectivamente de un nudo.  
FGO(I, J)  
FGS(I, J)  
FGE(I, J)
- EMSUJ(I, J) Momento de sujeción en un nudo.
- EMPISO(I) Momento de piso para un entresijo dado.





- PSUJ(I) Fuerza de sujeción en los diferentes piso.
- RN(I, J) Reacciones en los extremos de los miembros, arriba, abajo, a la  
RS(I, J) izquierda y a la derecha del nudo respectivamente,  
RO(I, J)  
RE(I, J)
- EMPN(I, J) Momentos en los extremos de los miembros (de empotramiento o fi  
EMPS(I, J) nales), arriba, abajo, a la izquierda, y a la derecha del nudo res  
EMPO(I, J) pectivamente .  
EMPE(I, J)
- GIRON(I, J) Influencias debida a giro en un nudo, arriba, abajo, a la izquier-  
GIROS(I, J) da y a la derecha respectivamente.  
GIROO(I, J)  
GIROE(I, J)
- DSPLZ(I, J) Influencias debida a desplazamiento en las columnas de un entrepiso.
- DSPLZT(I, J) Influencias temporal debida a desplazamiento.
- RTC(I, J) Carga total que recibe una columna.
- TITULO(I) Componentes del vector, que almacena las especificaciones de cam-  
po A, en registros que contienen la información sobre identificación  
de la estructura a estudiar.

M + C

u



### ENTRADA DE DATOS

Al llegar a este punto del Manual, el Usuario deberá tener ya una clara visión de las posibilidades que el Programa ofrece.

Estamos pues, dispuestos en este momento para clasificar la información que entregaremos al computador para obtener unos resultados que, calculados por nosotros mismos tomaría muchas horas o días, según las proporciones del análisis.

El orden que se debe observar en la entrega de datos, es el siguiente:

#### 1.- Identificación de la Estructura analizada.

Siempre se reservarán los diez primeros registros (o tarjetas) para esta información. Si no se llegaron a utilizar en su totalidad, los restantes deberán entregarse en blanco. Para mayor claridad sobre esto, dirijase a la codificación de las pruebas y a los listados de resultados. Entiéndase que la información de identificación será impresa tal y como se escriba en la codificación.

OBSERVACION: A partir de aquí, cada número de orden indica que todos los datos agrupados bajo él, se deben entregar en un solo registro o tarjeta.

#### 2.- IMAX, JMAX, NALTCG, IVDIZO, IALTIG, ICAPIG, NMAX, EPSLON, NIT. Format (716, F10.3, NIT).



3.- HVIG, de izquierda a derecha. Format (10F8.2)

4.- HCOL, del 2o. entrepiso hacia arriba. Format (10 F8.2)

5.- CAPY. Entregar:

0, si todas las columnas del primer entrepiso están empotradas.

1, Si todas están articuladas

0 o 1, Según la condición de apoyo de cada una de ellas, empezando por la izquierda.

Format (4012)

6.- Longitud de las columnas del primer entrepiso.

- Entregar la longitud común si son tidas iguales, o

- Longitud de cada una, empezando por la izquierda, si son desiguales.

Format (10F8.2)

7.- CINCI, de izquierda a derecha. (Format F12.2)

8.- A partir del segundo entrepiso, entregar dltemadamente una inercia relativa de columna, y uno de la viga inferior. Miembros no existentes tienen inercia nula, la cual deberá entregarse. Format (F12.2).

9.- Número de cargas uniformemente distribuídas, aplicadas sobre las vigas (NW). Si no hay, entregar NW = 0. Número total de cargas puntuales aplicadas sobre las vigas. Entregar NP = 0, si no hay.

IWHORZ e ISISMO. Format (418).



10.- I, J, W (nivel, vano, valor carga dist.)

Format (216, F8.2)

11.- I, J, P, A, B. (Nivel, vano, valor carga puntual, dist. a la izquierda,  
dist. a la derecha)

Format (216, 3F8.2).

12.- Número total de voladizos con carga distribuida uniformemente (NWV). NWV=

O si no hay. Format (218).

Número total de cargas puntuales aplicadas en voladizos (NPV). NPV = O

si no hay.

13.- I, J, LOCVZ, WV, HVDZ (nivel, eje, localización, carga, longitud). For

mat (316, 2 F8.2).

14.- I, J, LOCVZ, PV, D (Nivel, eje localización, carga puntual, distancia  
al nudo). Format (316, 2F8.2).

15.- WH (carga lateral distribuida uniformemente)

Format (F8.2).

16.- I, PSISMO (Nivel, carga sísmica). Format (16, F8.2).

Es buena idea estudiar la codificación de los datos de prueba, la cual se encuen-  
tra mas adelante.



S A L I D A.

Podemos dividirla en tres grupos perfectamente definidos así:

a) Datos de entrada.

- Identificación de la estructura analizada, con presentación en formato rectangular de 16 X 21, centrado en la página previa a la inicial de impresión de los datos sobre la geometría de la estructura. Tiene capacidad para ochenta caracteres por cada uno de los diez renglones que pueden componer el rectángulo.
- Datos para el análisis de la estructura. Se imprimen bajo encabezamientos que permiten establecer su naturaleza de manera clara.

b) Valores propios para análisis, como factores de giro, momentos de piso, etc. los cuales, al igual que los anteriores, poseen su encabezamiento de identificación.

c) Resultados para diseño.

- Influencias finales por giro y por desplazamiento.
- Momentos y reacciones finales en vigas y columnas.



PRUEBAS Y CODIFICACIONES



A continuación presentaremos las estructuras de prueba, que hemos utilizado para verificar la secuencia de instrucciones del programa, la estructura con el sistema de cargas, las características geométricas de ella, sus condiciones de apoyo y alturas de columnas; la estructura con las últimas influencias de giro en los nudos y sus últimas influencias por desplazamiento en las columnas la estructura con los momentos finales en los extremos de los miembros; la estructura con las reacciones finales en los extremos de los miembros y las cargas totales sobre las columnas.

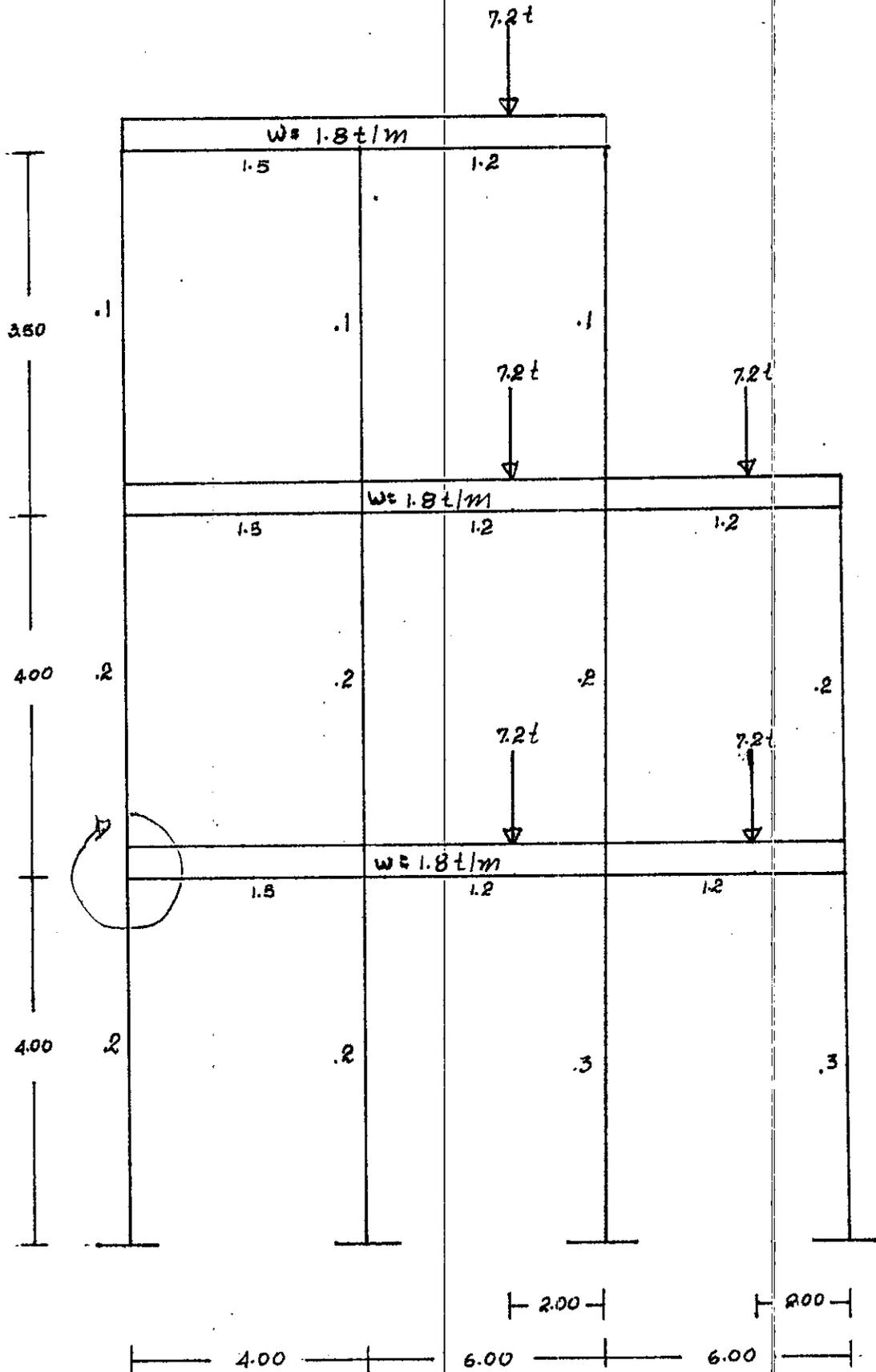
Los resultados de las dos primeras estructuras de prueba fueron tomados del libro "Cálculo de pórticos de varios pisos" de G.Kani, las otras dos pruebas fueron calculadas manualmente, y tienen la particularidad de presentar el mayor número de condiciones de prueba del programa.

Se presentan las hojas de codificación, con las tarjetas de control necesarias, al empezar a entregar el programa, al final del programa, y al final de los datos.

Estas tarjetas de control son muy particulares del tipo de computador que se esté usando.

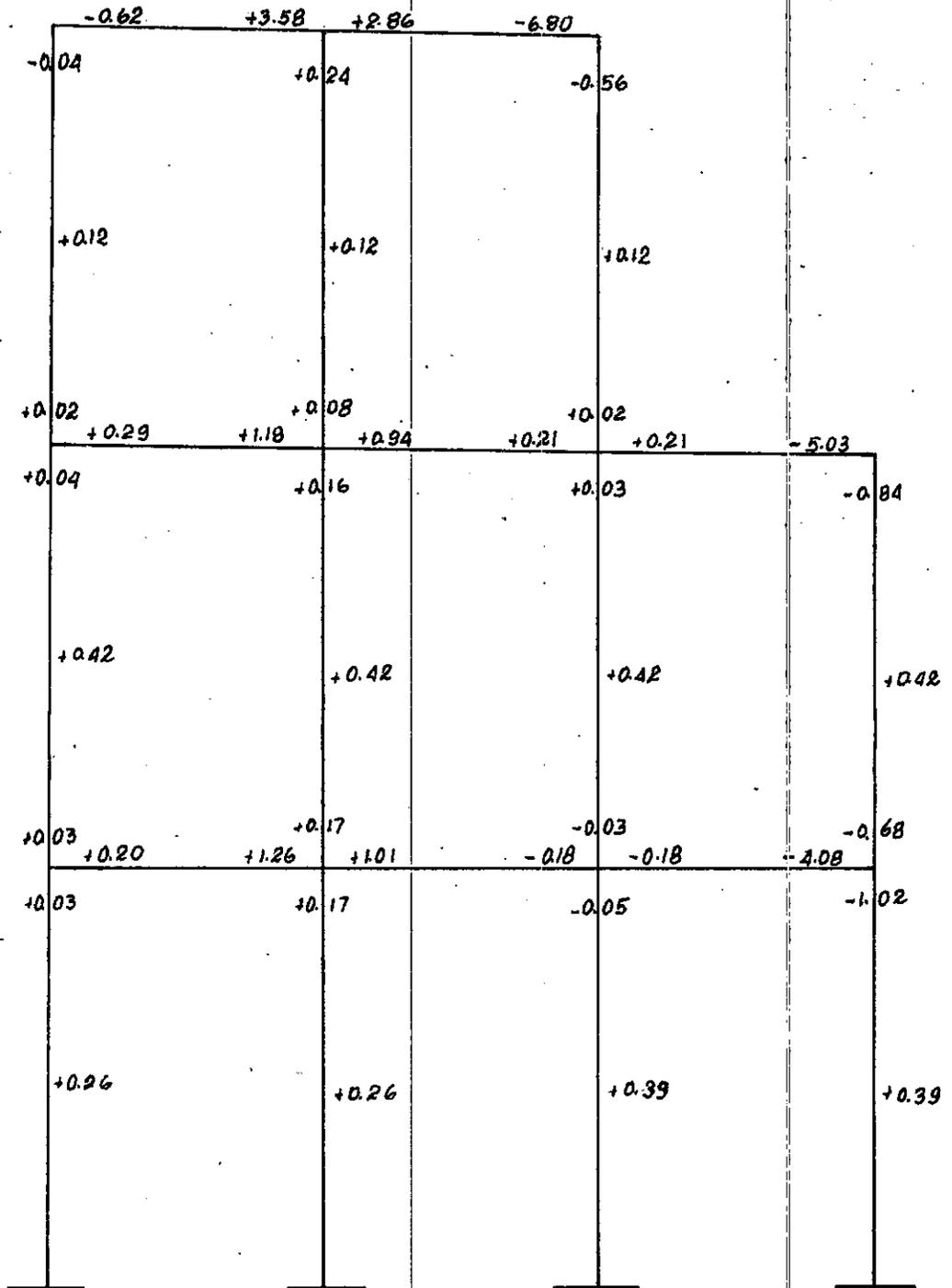


ESTRUCTURA DE PRUEBA Nº 1 - CARGAS -





INFLUENCIAS FINALES DE GIRO Y DESPLAZAMIENTO





MOMENTOS FINALES

	-0.06	+9.00	-9.67	+0.99	
+0.06		+0.68		-0.98	
+0.12	-0.63	+8.07	-6.49	-0.40	+1.93
+0.52		+0.91		+0.47	-1.94
+0.50	-0.79	+5.18	-6.70	+0.40	+3.41
+0.30		+0.60		+0.30	-1.64
+0.28		+0.43		+0.35	-0.62



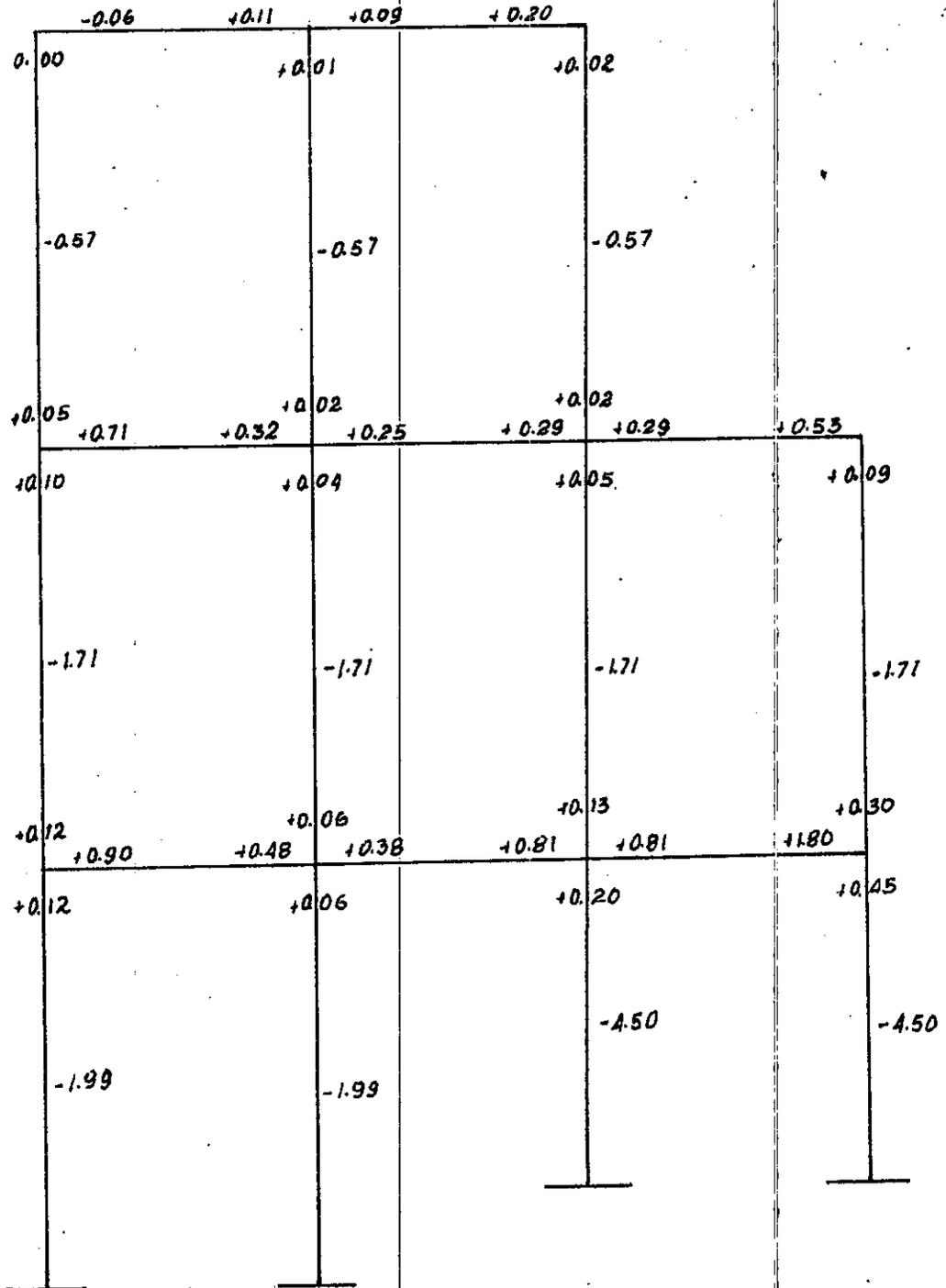
REACCIONES FINALES

	+1.36	+8.84	+9.25	+8.75	
+0.05		+0.34		-0.39	
P=1.36		P=15.09		P=8.75	
-0.05		-0.34		+0.39	
+2.49	+4.71	+6.69	+11.31	+9.60	+8.32
+0.26		+0.46		+0.22	-0.93
P=3.85		P=26.49		P=29.69	P=8.32
-0.26		-0.46		-0.22	+0.93
+2.50	+4.70	+6.85	+11.15	+9.42	+8.58
+0.15		+0.26		+0.16	-0.57
P=6.35		P=38.04		P=50.26	P=16.9
-0.15		-0.26		-0.16	+0.57





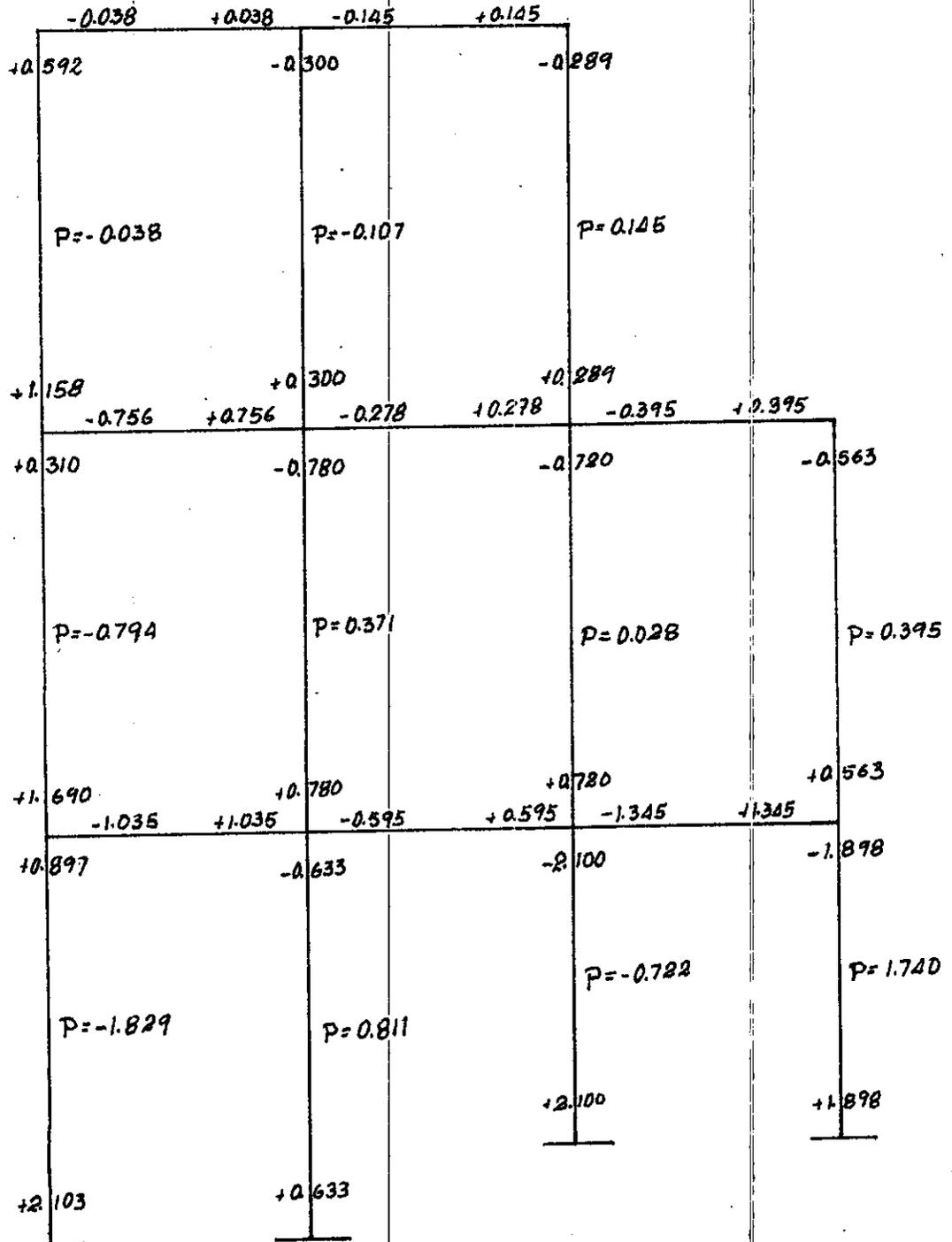
INFLUENCIAS FINALES DE GIRO Y DESPLAZAMIENTO







REACCIONES FINALES





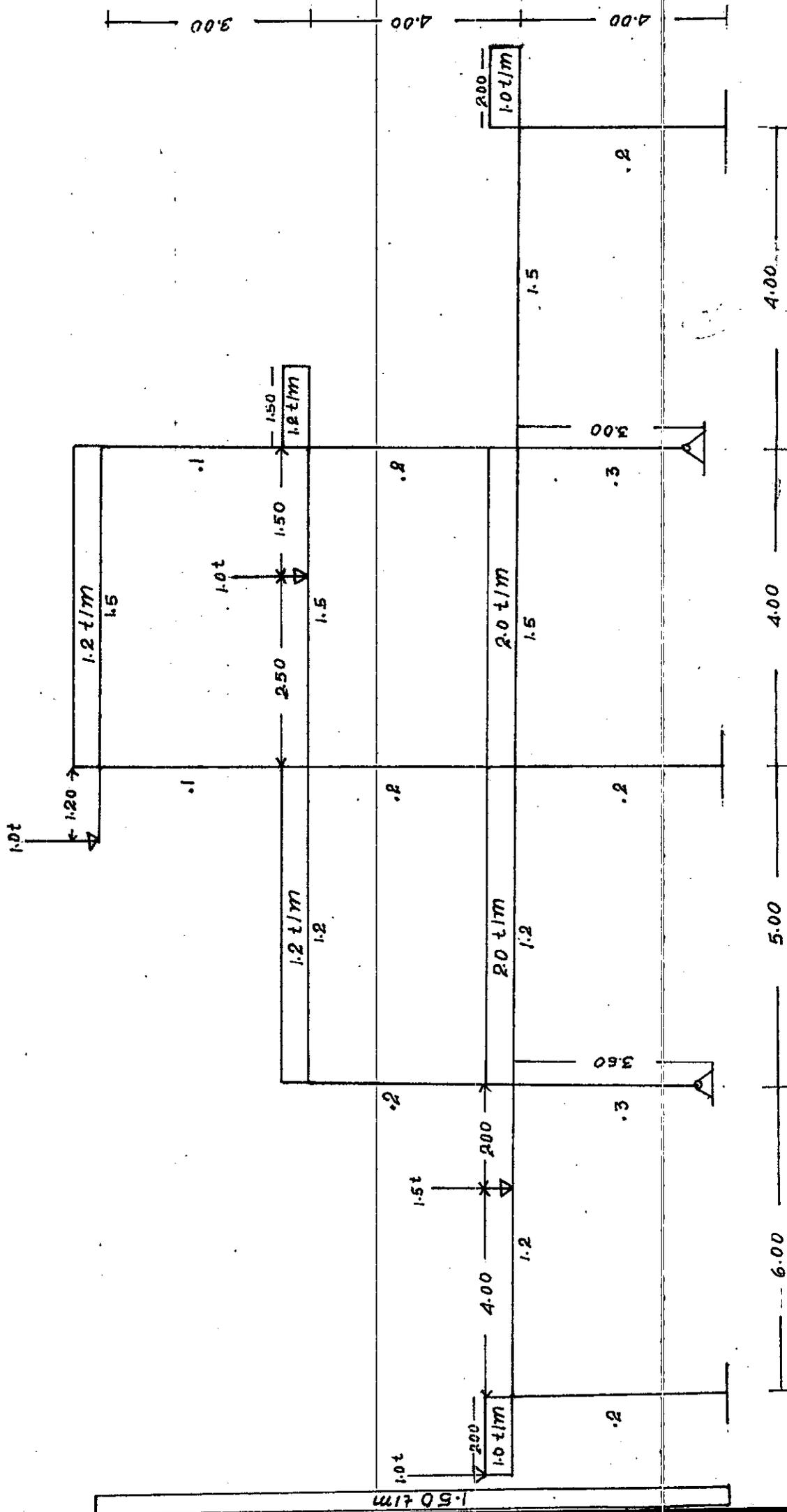
50

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD INGENIERIA CIVIL

PROYECTO MAYOR DE GRADO

ALFREDO TENORIO - PEDRO MUÑOZ - HERIBERTO LOPEZ

HOJA  
No.



ESTRUCTURA DE PRUEBA Nº 3 - PRIMERA ALTERNATIVA DE CARGA

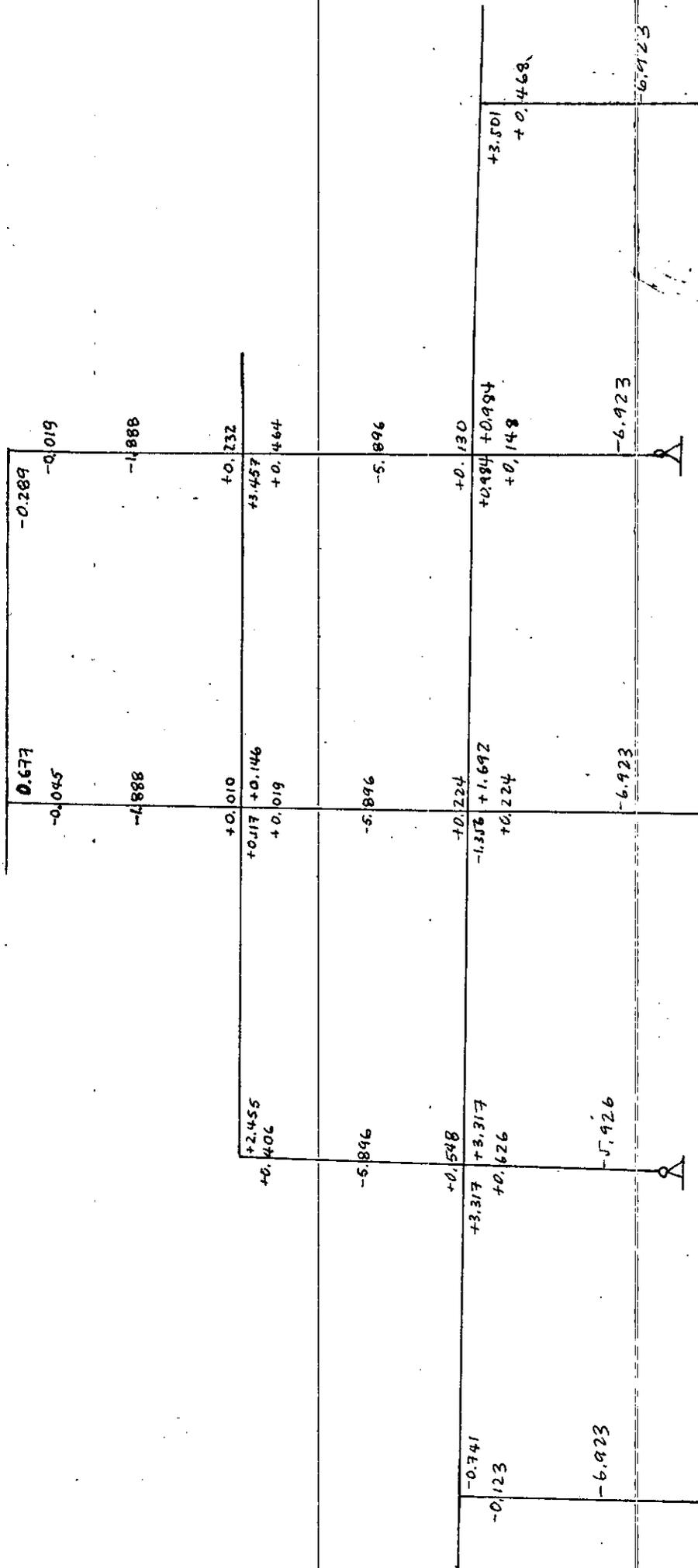


55509

ALFREDO TENORIO — PEDRO MUÑOZ — HERIBERTO LOPEZ

HOJA  
No.

INFLUENCIAS FINALES DE GIRO Y DE DESPLAZAMIENTO







53

REACCIONES FINALES

+1.00	+2.109	+2.691	
+1.046	+1.046	-1.046	
	P=3.109	P=2.691	
+3.457	+3.457	+1.046	
+4.093	-2.386	+3.386	+1.800
-2.766	-2.766	-2.503	
	P=1.457	P=5.266	P=7.877
+0.768	+2.766	+2.503	
+2.379	+2.804	+6.007	+3.364
+2.196	+1.993	-2.209	-3.111
-1.335	-3.294		
	P=1.457	P=15.063	P=10.520
+0.768		+2.209	
+2.379			
+2.196			
-1.335			
	P=2.105		P=5.364
+6.074	+3.294		+3.111









56

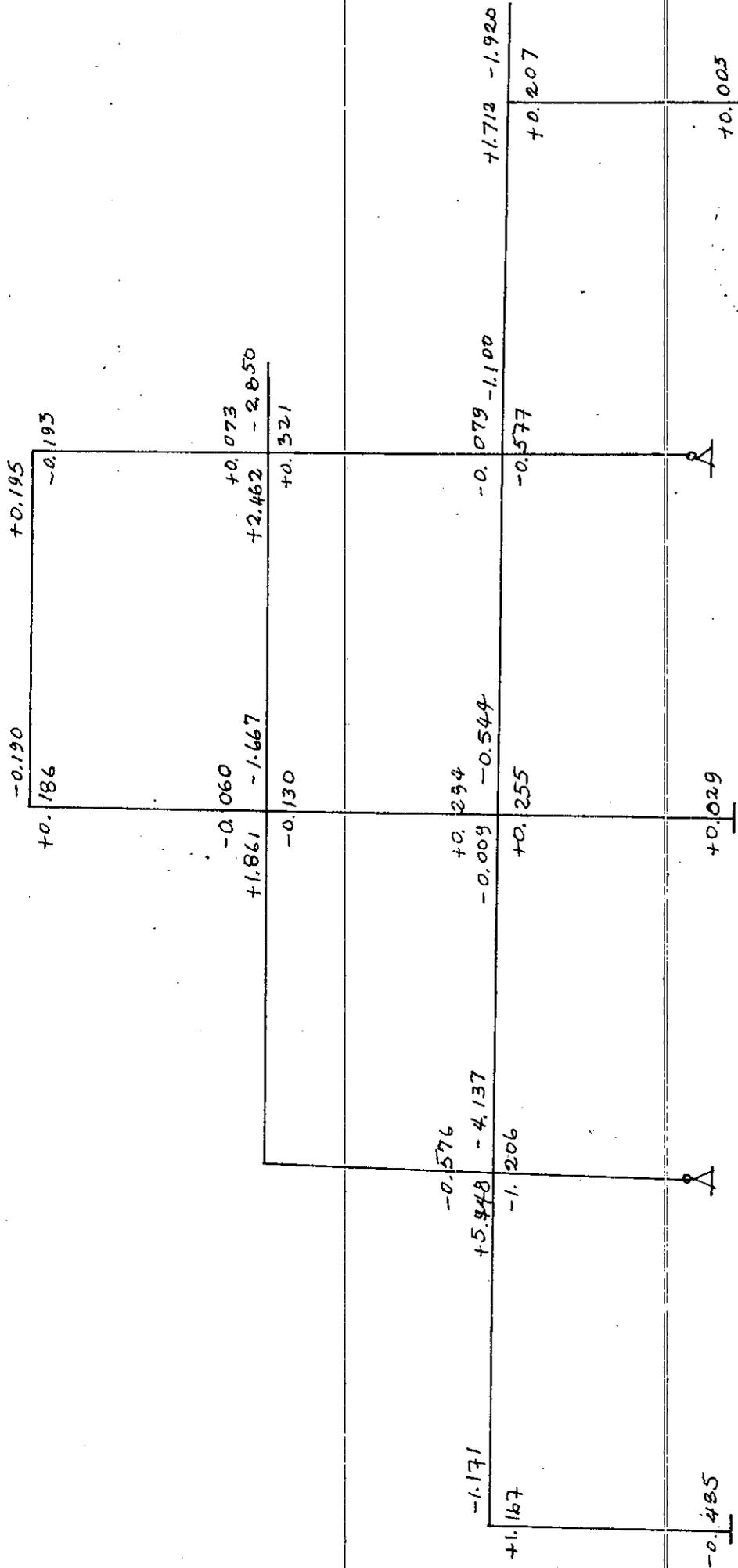
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD INGENIERIA CIVIL

PROYECTO MAYOR DE GRADO

ALFREDO TENORIO - PEDRO MUÑOZ - HERIBERTO LOPEZ

HOJA  
No.

**MOMENTOS FINALES**





STATEMENT NUMBER	PROGRAMMER	DATE	PUNCHING INSTRUCTIONS	GRAPHIC PUNCH	PAGE	OF	CARD ELECTRO NUMBER	IDENTIFICATION SEQUENCE
1	KANI -	MARZO / 79.						
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								
69								
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76								
77								
78								
79								
80								

PROGRAM - KANI -

PROGRAMMER MUÑOZ - LOPEZ - TENORIO

DATE MARZO / 79.

PUNCHING INSTRUCTIONS

GRAPHIC PUNCH

PAGE

OF

CARD ELECTRO NUMBER

FORTRAN STATEMENT

IDENTIFICATION SEQUENCE

// JOB ETUC  
 // OPTI ON LINK  
 // EXEC F FORTRAN  
 TARJETAS DE CONTROL AL INICIO DEL PROGRAMA.  
 TARJETAS DE CONTROL AL FINAL DEL PROGRAMA  
 Y AL INICIO DE ENTREGA DE DATOS

P R O G R A M A

TARJETAS DE CONTROL AL FINAL DEL PROGRAMA  
 Y AL INICIO DE ENTREGA DE DATOS

/\*  
 // EXEC LNKEDT  
 // EXEC















R E C O M E N D A C I O N E S



Al hacerse uso de este programa deben observarse cuidadosamente las reglas del Manual del Usuario.

Es muy importante que el lector sepa que el Programa puede depurarse u optimizarse.

Por último ya que hemos abierto el camino, y dado una pauta para que se realicen programas de computador, queremos plantear una posible consideración para aprovechar este Programa y utilizarlo dentro de un gran Programa, para Análisis y Diseño Estructural completo.

Se trata de tomar los resultados finales (Reacciones y Momentos en los miembros) de "KANI", y hacerlos los datos de entrada, para un programa que incluiría el diseño completo de todos los miembros, teniendo en cuenta las normas de algún Código de Construcción.



B I B L I O G R A F I A

CALCULO DE PORTICOS DE VARIOS PISOS

G. K A N I

Editorial Reverte, S.A. Buenos Aires, 1975

RESISTENCIA DE MATERIALES

FERDINAND L. SINGER

Harper & Row Publishers, Inc.

Harla, S.A. de C.V. México, 1975

NUMERICAL AND MATRIX METHODS IN STRUCTURAL MECHANICS

WITH APLICATIONS TO COMPUTERS

PING CHUN WANG

John Wiley & Sons. Inc. New York, 1966

Referencia - U. Nacional 624.171

Biblioteca Ingeniería Civil G 333 c 1965

COMPUTER METHODS IN SOLID MECHANICS

JOSEPH J. GENNARO

The McMillan Company, New York, 1965

Referencia - U. Nacional 625.168

Biblioteca Ingeniería Civil G 246 n 1965



STATICALLY INDETERMINATE STRUCTURES

CHU - KIA WANG, Ph.D.

McGraw - Hill Kogakusha, Ltd.

1.952

BASIC STRUCTURAL ANALYSIS

KURT H. GERSTLE

Prentice Hall, Inc.

Englewood Cliffs, New Jersey

1.974

METODOS DE COMPUTACION EN INGENIERIA CIVIL

STEVEN J. FENVES

Editorial Limusa - Wiley, S.A. México

1.972

FORTAN IV

ELLIOT I. ORGANICK

Fondo Educativo Interamericano, S.A.

1.972

FORTAN IV

DANIEL D. MCKRAKEN

Editorial Limusa - Wiley, S.A. México

1.965