

881215

5
2ej

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



UNIVERSIDAD ANAHUAC
VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS ESTATICO DE SUPERESTRUCTURAS RETICULARES DE CONCRETO ARMADO CON CALCULADORAS PROGRAMABLES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
SERGIO CALVA HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
I. PROGRAMACION	4
I.1. Diagramas de flujo	7
I.2. Programación en la calculadora TI-59	10
I.2.1. Etiquetas	14
I.2.2. Entrada y salida de datos y resultados	15
I.2.3. Transferencias de control	17
I.2.4. Subprogramas	20
I.2.5. Iteraciones	21
I.2.6. Direccionamiento indirecto	23
II. DESCRIPCION DEL PROYECTO ARQUITECTONICO	25
II.1. Planta baja	26
II.2. Planta mezzanine	26
II.3. Planta tipo	26
II.4. Planta azotea	27
III. INTRODUCCION AL PROCESO DE DISEÑO ESTRUCTURAL	33
III.1. Selección del tipo de estructura (estructuración)	36
III.2. Estructuras de concreto armado	40
III.3. Modelo de análisis estructural	42
IV. ACCIONES QUE OBRAN EN LA ESTRUCTURA	44
IV.1. Acciones permanentes	45
IV.2. Acciones accidentales	46
IV.2.1 Sismo	49
IV.2.2 Viento	55

	PAG.
V.	DETERMINACION DE CARGAS PERMANENTES 61
V.1.	Cargas permanentes para análisis y diseño de la superestructura 85
V.2.	Cargas permanentes para la cimentación 87
V.3.	Tabla de Bajada de Cargas 92
VI.	DETERMINACION DE CARGAS ACCIDENTALES 100
VI.1.	Método de análisis sísmico estático 101
VI.1.1.	Hipótesis y desarrollo 103
VI.1.2.	Determinación de la fuerza cortante sísmica y su posición por entrepiso 114
VII.	ANALISIS DE LA SUPERESTRUCTURA 123
VII.1.	Análisis bajo acciones permanentes 129
VII.1.1.	Método de Cross 130
VII.2.	Análisis bajo acciones accidentales 143
VII.2.1.	Determinación de las rigideces de entrepiso 144
VII.2.2.	Distribución de cortante sísmico en marcos 156
VII.2.3.	Método del factor 175
	CONCLUSION 189
	BIBLIOGRAFIA 191

INTRODUCCION

En la actualidad, el avance logrado en el campo de la computación ha alcanzado niveles tales que han hecho de las computadoras una herramienta sumamente útil y casi indispensable en el desarrollo de ciencias tales como la Ingeniería, la Contabilidad, la Administración de empresas, etc.

Dentro de la Ingeniería Civil la aplicación de las computadoras ha permitido resolver una gran variedad de problemas con eficiencia y rapidez notables. De lo anterior se deriva la importancia que tiene para el ingeniero civil el adecuado manejo y aplicación de una de sus herramientas más útiles en el campo de análisis y diseño, que es la computadora.

Las calculadoras programables son computadoras portátiles de precio reducido en comparación con las computadoras convencionales y que pueden realizar un gran porcentaje de las funciones de éstas, de acuerdo a su tamaño y modelo. En esta Tesis se utiliza la calculadora programable Texas Instruments TI - 59. La compatibilidad de su lenguaje de programación con el de otras calculadoras programables hace que sea relativamente fácil adaptar y desarrollar en ellas los programas aquí expuestos.

El presente trabajo pretende adaptar un procedimiento de análisis estático de superestructuras reticulares de concreto armado a su desarrollo en calculadoras programables, dicho desarrollo

llo tendrá como lineamientos principales exactitud, rapidez y - simplicidad de aplicación.

Con objeto de ilustrar el empleo de los programas propues-- tos, se toma como ejemplo el caso de una estructura de concreto armado formada a base de marcos reticulares regulares de 12 niveles.

OBJETIVOS

- Revisar las principales características de programación de la calculadora que se utilizará.
- Hacer mención de diversos conceptos fundamentales dentro del análisis de una estructura.
- Exponer el procedimiento de análisis estático de superestructuras reticulares de concreto armado bajo acciones tanto permanentes como accidentales.
- Desarrollar programas para la aplicación de dicho procedimiento.
- Aplicar los programas al análisis de una estructura.
- Dar criterios generales de aplicación de los programas utilizados.

I. PROGRAMACION.

Aunque el término programación hace pensar en una técnica sofisticada destinada a aplicaciones muy complejas, la programación es solamente "lógica". Dicho de otra forma, un programa es una serie de instrucciones precisas que le indican a la computadora un procedimiento a seguir.

El lenguaje constituye el medio de transmitir instrucciones a la computadora. En la actualidad existe una gran diversidad de lenguajes que simplifican el proceso de la programación. La computadora efectúa rigurosamente las instrucciones que se le indican, y conforme a ello proporciona los resultados pedidos. Debido a lo anterior es importante dominar el lenguaje de programación empleado a fin de que la computadora realice precisamente el procedimiento que se desea.

Se pueden distinguir las siguientes etapas en el mecanismo de la programación:

- 1.- Definir el problema clara y completamente, identificar los datos, las fórmulas, las variables y los resultados deseados.

- 2.- Desarrollar el método de cálculo (algoritmo), que permite definir la secuencia de operaciones numéricas necesarias para el desarrollo de un cierto procedimiento.

3.- Desarrollar el diagrama de flujo, del cual se hablará más adelante y que no es sino un esquema que da una visión de conjunto del desarrollo del programa.

4.- Hacer la distribución de los espacios de memoria, asignando a cada uno de ellos un valor numérico, ya sea constante o variable durante el transcurso del programa.

5.- Traducir el diagrama de flujo a una secuencia de instrucciones en un lenguaje de programación comprensible por la computadora.

6.- Introducir el programa a la memoria de programación de la máquina.

7.- Comprobar el desarrollo del programa corrigiendo los posibles errores hasta que se logre el desarrollo deseado.

8.- Preservar el programa, grabándolo en alguna superficie magnética (discos, cintas o tarjetas).

9.- Redactar un modo de empleo, que contenga en forma detallada las instrucciones a seguir para la utilización del programa, así como sus características principales y posibles limitaciones.

Cabe hacer mención de que la programación es personal, ya que un procedimiento dado puede ser programado de múltiples for-

mas. Cada persona desarrolla su estilo a medida que adquiere experiencia, llegando así a dominar aún las técnicas más complejas.

I.1. DIAGRAMAS DE FLUJO

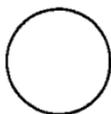
Un diagrama de flujo es una representación gráfica del proceso que se desea que la computadora realice. El diagrama de flujo permite además que dicho proceso sea fácilmente comprensible para quienes no estén familiarizados con dicho proceso.

El hecho de elaborar un diagrama de flujo permite tener una idea más clara acerca de la solución que se le da a los problemas y con ello se tiene la posibilidad de mejorar los procesos de solución.

Aunque un diagrama de flujo es en realidad una creación personal cuyo desarrollo puede ser tan simple o complejo como se desee, es necesario respetar ciertos criterios básicos en su elaboración que le permitan alcanzar los objetivos mencionados.

En cuanto a la estructura básica de los diagramas de flujo, se puede decir que el 90% de los diagramas de flujo usados en la resolución de problemas científicos, contables, administrativos, etc., tienen la estructura de la Fig. I.1.

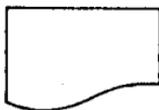
Los símbolos principales que integran un diagrama de flujo son los siguientes:



INICIO / TERMINACION: Su función consiste en marcar los puntos donde el proceso comienza y termina.



LECTURA DE DATOS: Para la computadora el hecho - de leer datos significa transferir información - desde dispositivos auxiliares tales como terminales de video, - lectoras de tarjetas, cintas magnéticas, etc., a la memoria de - la computadora, de acuerdo a los requerimientos del programa.



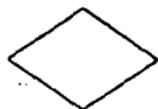
SALIDA DE INFORMACION: La computadora puede arro- jar resultados a través de dispositivos tales co- mo la visualización en una pantalla, impresión en papel, grabado en cinta magnética, etc.



PROCESO DE DATOS: Se llama proceso a la realiza- ción de algún cálculo, tal como alguna de las fun- ciones elementales, algebraicas, estadísticas, conversiones, -- etc., o también a la asignación de valores a variables o a memo- rias.



TRANSFERENCIAS DE CONTROL INCONDICIONALES: Su - función es la conexión entre los diversos símbo- los de un diagrama de flujo. Su representación mediante flechas indica la dirección y el sentido de recorrido del flujo.



TRANSFERENCIAS DE CONTROL CONDICIONALES: Al llegar a esta etapa, el flujo tiene dos o más opciones de recorrido, se puede decir que se trata de una "encrucijada en el camino". La elección de una de las opciones de recorrido dependerá de que se satisfaga alguna condición establecida.

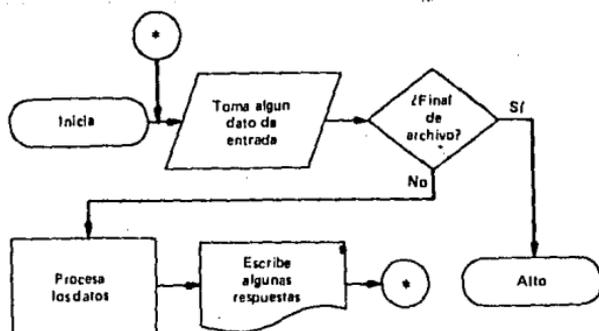


Fig. I. 1. DIAGRAMA DE FLUJO TIPICO

I.2. PROGRAMACION EN LA CALCULADORA TI - 59

La calculadora programable TI - 59 permite tener acceso a - las ventajas derivadas de la programación de computadoras. Su - estructura es similar a la de una computadora convencional, aun- que con limitaciones en cuanto a capacidad y velocidad. El mane- jo de operaciones y funciones algebraicas se realiza mediante el sistema AOS, que interpreta la introducción de números y funcio- nes con el siguiente orden de prioridad aplicado en el interior de cada nivel de paréntesis:

- 1.- Funciones con una variable (trigonométricas, logarítmicas, - etc.)
- 2.- Potencias y raíces enésimas.
- 3.- Multiplicaciones y divisiones.
- 4.- Sumas y restas.

Las operaciones se introducen en el mismo orden en que se - escriben en notación algebraica.

Se dispone de hasta 960 pasos de programa o 100 memorias; - cada paso de programa es ocupado normalmente por una tecla de - función.

Al programar la calculadora se introduce una secuencia de -

teclas en modo programación, al ejecutarse las instrucciones producen el mismo efecto que si se ejecutaran en el teclado. Las instrucciones del programa se memorizan en la memoria programa, el programa se puede usar cuantas veces se desee sin alterar las funciones normales de cálculo.

Las principales funciones de programación son las siguientes:

LRN - APRENDER.- El oprimir esta tecla da acceso al modo programación donde está la memoria programa. Presionando nuevamente LRN se regresa al modo de cálculo.

2nd CP - BORRAR EL PROGRAMA.- Utilizada esta función en modo de cálculo, borra la memoria programa, el registro T, y coloca al puntero en el paso 000. Usada como instrucción en un programa, sólo borra el registro T.

R/S - ARRANQUE/DETENCION.- Puede utilizarse como instrucción en el programa o externamente desde el teclado. Su efecto es detener la ejecución del programa, o lanzar su ejecución si éste se encuentra detenido.

RST - RESET.- Sus principales efectos son colocar el puntero en el paso 000, borrar las direcciones de vuelta de los sub-

programas, y poner las banderas en posición baja.

2nd Pause - PAUSA.- Utilizada como instrucción en el programa, mantiene el contenido del registro de visualización visualizado durante alrededor de 1/2 seg.

Al presionar 2nd Op 16 se visualiza el estado de la partición de la memoria. Es decir, se indican, separados por un punto decimal, el número de pasos de programa y el número de memorias disponibles. Para modificar la partición de la memoria; introducir el número de grupos de 10 memorias deseado, y oprimir 2nd Op 17, las memorias restantes se transforman en pasos de programa.

Cada paso de programa es ocupado normalmente por una tecla de función, una dirección, o un número. El puntero es un indicador de posición en la memoria programa.

Para efectos de registro en la memoria programa, las teclas están codificadas como sigue:

- 1.- Las teclas numéricas están codificadas con su mismo valor.
- 2.- Las funciones primeras están representadas de acuerdo a su posición en el teclado. El número de decimales indica el número de columna, de izquierda a derecha.

3.- Las funciones segundas están codificadas de la misma manera que las funciones primeras, añadiendo 5 al número de columna sin cambiar el número de línea.

4.- Al utilizar la tecla Ind junto con otra instrucción, ambas ocupan un sólo paso de programa, y un sólo código especial.

La introducción de un programa se realiza una vez que se cuenta con la secuencia completa de instrucciones. Se pone a la calculadora en modo programación y se oprimen todas las teclas que integran la secuencia de instrucciones del programa, al terminar, se regresa al modo de cálculo. Hay que cuidar que el número de pasos de programa y el número de memorias, no sobrepasen las capacidades correspondientes.

Una vez introducido el programa, puede ser leído o revisado paso a paso oprimiendo LRN y a continuación las siguientes instrucciones:

SST - AVANCE PASO A PASO.- Su función es avanzar el puntero un paso de programa.

BST - RETROCESO PASO A PASO.- Su función es retroceder el puntero un paso de programa.

El empleo de estas funciones no afecta la instrucción memorizada.

Si se desea sustituir una instrucción por otra, el introducir una instrucción cualquiera en un lugar del programa, sustituye inmediatamente la instrucción original.

Para suprimir una instrucción, presionar 2nd Del, dicha instrucción se borra y las siguientes se recorren para ocupar el sitio vacío.

Presionando 2nd Ins es posible insertar una instrucción, se crea un espacio libre recorriendo la instrucción que indica el puntero y las siguientes un paso hacia adelante.

I.2.1 ETIQUETAS

2nd Lbl - ETIQUETA.- Las etiquetas son puntos de referencia en el programa, permiten localizar secciones de éste. Las secuencias identificadas se pueden ejecutar aisladamente o siguiendo un orden determinado. Hay dos clases de etiquetas: Teclas-utilizador y etiquetas ordinarias.

Las teclas-utilizador son las siguientes: A - E y 2nd A' - 2nd E'. El hecho de oprimir estas teclas en modo de cálculo sitúa al puntero en el lugar del programa donde está la etiqueta, y automáticamente se inicia la ejecución del programa a partir de la instrucción siguiente a la tecla utilizador. Lo mismo su-

cede si la etiqueta aparece durante el desarrollo de un programa.

Se pueden usar como etiquetas ordinarias todas las teclas - excepto las siguientes: 2nd, LRN, Ins, Del, SST, BST, Ind y las cifras 0 a 9. Su función es similar a la de las teclas-utilizador, excepto que, para colocar al puntero en el lugar donde está la etiqueta, hay que oprimir GTO ETIQUETA, y además R/S para lanzar la ejecución del programa; en vez de lo anterior puede oprimirse simplemente SBR ETIQUETA.

Si al término de la secuencia ejecutada se quiere detener - el desarrollo del programa, hay que colocar la instrucción R/S. Si se desea garantizar el retorno a la dirección de partida, en caso de usarse la secuencia como subprograma, hay que colocar en vez de R/S la instrucción INV SBR.

I.2.2. ENTRADA Y SALIDA DE DATOS Y RESULTADOS

Introducción de datos: Previamente a la introducción de datos, se requiere que el programa aún no haya empezado su ejecución, o bien que ésta se encuentre detenida, lo cual se logra - con una instrucción R/S o INV SBR.

Si se usan las teclas utilizador, el valor se introduce en

el registro de visualización y a continuación se presiona la tecla utilizador que corresponda, con lo que el programa tomará el dato introducido y se ejecutará a partir de la instrucción --- siguiente.

Al usar la tecla R/S el valor se introduce igualmente en el registro de visualización, al presionar dicha tecla, el programa se desarrolla a partir de la instrucción siguiente a la que se encuentre el puntero con el valor introducido.

También pueden introducirse valores directamente a las memorias, una vez que se ejecute el programa, pueden ser llamados estos valores. De la misma forma, un valor puede introducirse al registro T para ser utilizado después por el programa.

Salida de resultados: Se realiza a través del registro de visualización, de la impresora opcional, o de tarjetas magnéticas.

La instrucción R/S en cualquier parte del programa provoca la detención de su ejecución, apareciendo en la visualización el último valor obtenido en el proceso.

La instrucción Pause provoca la aparición momentánea en la visualización del último valor obtenido en el proceso, sin inte-

rrumpir el desarrollo del programa.

La instrucción Prt causa la impresión del último valor obtenido, el desarrollo del programa no se interrumpe.

La instrucción Write detiene la ejecución del programa y requiere de la introducción de una tarjeta magnética para grabar el contenido de grupos de memorias en ella.

I.2.3. TRANSFERENCIAS DE CONTROL

La importancia de las instrucciones de transferencia de control radica en que permiten controlar el orden de ejecución del programa. Su función es conectar distintas partes del programa. Son de dos tipos: Transferencias incondicionales y transferencias condicionales.

La transferencia incondicional traslada el puntero y el orden de ejecución del programa a un lugar específico, independientemente de los valores que se manejen. La instrucción RST traslada el puntero al paso 000. La instrucción GTO N o mm traslada el puntero al sitio identificado por la etiqueta N; o al paso de programa mm. No se interrumpe la ejecución del programa. En modo de cálculo se realiza la transferencia, pero no se lanza la

ejecución del programa. Mediante la instrucción SBR N, donde N es una etiqueta cualquiera, en modo programación se transfiere - la ejecución al subprograma N, memorizando la posición de partida para regresar a ella una vez terminado el subprograma; en modo de cálculo, se transfiere la ejecución al subprograma, pero - no se realiza su ejecución.

Las transferencias condicionales permiten la toma de deci-- siones en el programa, están definidas por tres tipos de instruc-- ciones:

- 1.- Comparación entre el registro de visualización y el regis-- tro T, $x = t$, $x \geq t$.
- 2.- Comprobación del contenido de las memorias 0 a 9, Dsz.
- 3.- Comprobación del estado de las banderas, If flg.

1.- En el registro T se almacena un número que se puede - comparar posteriormente con el registro de visualización. Las - instrucciones referentes a este tipo de transferencia condicio-- nal son:

$x \geq t$.- Intercambia el contenido del registro de visualiza-- ción (x) y el del registro T.

2nd $x = t$ N o nnn.- Pregunta si el valor del registro x es igual al del registro T.

INV 2nd $x = t$ N o nnn.- Pregunta si ambos registros son diferentes.

2nd $x \geq t$ N o nnn.- Pregunta si el valor del registro x es mayor o igual del registro T .

INV 2nd $x \geq t$ N o nnn.- Pregunta si el valor del registro x es menor que el del registro T .

Si la respuesta es afirmativa, la ejecución se transfiere a la etiqueta o al paso de programa indicado. En caso contrario - se salta la dirección de transferencia y prosigue la ejecución.

2.- La instrucción Dsz se utiliza para controlar iteraciones como se verá más adelante.

3.- Las banderas son conmutadores que pueden estar en posición alta o baja. Esta posición se puede comprobar y controlar para tomar decisiones. Las instrucciones relacionadas con las banderas son:

2nd St flg y .- Levanta la bandera y ($y = 0$ a 9).

INV 2nd St flg y .- Baja la bandera y .

2nd If flg y , N o nnn.- Pregunta si la bandera y está levantada.

INV 2nd If flg y , N o nnn.- Pregunta si la bandera y está

bajada.

Si la respuesta es afirmativa, hay una transferencia a la etiqueta N o al paso de programa nnn. Si no, la transferencia es ignorada, y prosigue la ejecución en la instrucción siguiente.

Las banderas se pueden levantar o bajar en el transcurso del programa con el fin de señalar o indicar ciertas situaciones; posteriormente, al comprobar el estado de una bandera cualquiera, hay una toma de decisión en cuanto a la dirección de la ejecución del programa. La función de las banderas es similar a la del registro T, en un caso se comparan valores numéricos, y en el otro se comprueba la posición alta o baja de la bandera.

En modo programación, todas las banderas se bajan con la instrucción RST o 2nd CP, en modo de cálculo, con RST; presionar 2nd CP provoca además el borrado de la memoria programa.

I.2.4. SUBPROGRAMAS

Un subprograma es una secuencia de instrucciones que puede ser ejecutada cuantas veces se desee desde cualquier punto del programa. Evita la necesidad de introducir en varios puntos del programa el mismo grupo de instrucciones. Un subprograma es en sí un programa que es utilizado por el programa principal.

Para utilizar un subprograma se utiliza la instrucción SBR N o nnn; donde N o nnn son la etiqueta o el paso de programa correspondientes al inicio del grupo de instrucciones que forman el subprograma. Durante el desarrollo del programa, al encontrar la instrucción mencionada, la ejecución se transfiere al sitio identificado por la etiqueta N o al paso nnn, aquí la ejecución continúa hasta encontrar la instrucción INV SBR, con lo cual la ejecución regresa al paso siguiente del punto donde se transfirió el control al subprograma; si no se encuentra ninguna instrucción INV SBR, el programa prosigue su ejecución normal.

Un subprograma puede a su vez llamar a otro, y éste a otro y así sucesivamente; se pueden tener hasta 6 niveles de subprograma además del programa principal.

La instrucción RST tiene el efecto de anular el regreso de la ejecución al punto de partida. El uso de la instrucción de sencadena la ejecución de los cálculos en espera desde el programa principal.

I.2.5. ITERACIONES

Se llama iteración a la repetición de un grupo de instrucciones un número n de veces. Para ello es necesario proporcionar un medio de conexión entre el final y el principio de la --

secuencia de instrucciones. Hay dos tipos de iteraciones, incondicionales y condicionales.

Iteraciones incondicionales.- Un método para crear una iteración incondicional es colocar la instrucción RST al final de la secuencia de instrucciones, con lo cual la ejecución se transfiere al paso 000 realizando nuevamente la secuencia. Otro método consiste en utilizar la instrucción GTO N, o nnn, así la ejecución se transfiere a la etiqueta N o al paso nnn, recorriendo nuevamente el grupo de instrucciones.

Iteraciones condicionales.- En este caso el número de iteraciones depende de que se cumpla o no cierta condición, lo cual se logra mediante los tres tipos de transferencias de control condicionales. Para crear la iteración, la transferencia se realiza a algún punto anterior a la instrucción de transferencia. De esta manera, se realiza una secuencia de instrucciones dada, al final de la cual el control se transfiere ya sea al inicio de dicha secuencia, formando una iteración, o bien a otro sitio del programa.

Otra forma de realizar una iteración condicional es mediante la instrucción Dsz - DECREMENTO Y SALTO EN CERO; esta instrucción tiene las funciones de un contador de iteraciones y de una transferencia condicional.

Esta instrucción se utiliza en la forma 2nd Dsz X, N o nnn. Su efecto es restar una unidad al valor absoluto del contenido de la memoria X, a continuación comprueba el valor del contenido de esta memoria, si es diferente de cero transfiere el control a la etiqueta N o al paso nnn, si es igual a cero se salta la instrucción de transferencia. Si el valor absoluto del contenido de la memoria X está comprendido entre cero y uno, el valor se decrementa a cero. X puede ser cualquier memoria de 0 a 9.

De esta manera se pueden realizar n iteraciones, donde n es el valor absoluto del contenido de la memoria X.

I.2.6. DIRECCIONAMIENTO INDIRECTO

El principio del direccionamiento indirecto es llamar el contenido de la memoria XX y usarlo como dirección de transferencia o como número de la memoria a utilizar, en vez de la memoria XX. El direccionamiento indirecto es aplicable a las siguientes funciones:

- Almacenamiento indirecto en memoria.- STO 2nd Ind XX
- Llamada indirecta de memoria.- RCL 2nd Ind XX
- Cambio indirecto del reg. de visualización.- 2nd Exc 2nd Ind XX
- Suma indirecta en memoria.- SUM 2nd Ind XX
- Resta indirecta en memoria.- INV SUM 2nd Ind XX
- Multiplicación indirecta en memoria.- 2nd Prd 2nd Ind XX

División indirecta en memoria.- 2nd INV Prd 2nd Ind XX

Transferencia incondicional indirecta.- GTO 2nd Ind XX

Subprograma indirecto.- SBR 2nd Ind XX

Transferencias incondicionales indirectas.-

2nd x = t 2nd Ind XX

INV 2nd x=t 2nd Ind XX

2nd x≠t 2nd Ind XX

INV 2nd x≠t 2nd Ind XX

Decimal indirecto.- 2nd Fix 2nd Ind XX

Levantar una bandera indirectamente.- 2nd St flg 2nd Ind XX

Bajar una bandera indirectamente.- INV 2nd St flg 2nd Ind XX

Transferencia condicional Dsz con memorias y direcciones in

directas.- 2nd Dsz 2nd Ind XX, N o nnn

2nd Dsz X 2nd Ind XX

2nd Dsz 2nd Ind XX 2nd Ind yy

INV 2nd Dsz 2nd Ind XX, N o nnn

INV 2nd Dsz X 2nd Ind XX

INV 2nd Dsz 2nd Ind XX 2nd Ind yy

Comprobar si una bandera está levantada con número de bande-
ra indirecto y con dirección de transferencia in-

directa.- 2nd If flg 2nd Ind XX, N o nnn

2nd If flg X 2nd Ind yy

2nd If flg 2nd Ind XX 2nd Ind yy

Comprobar si una bandera está bajada con número de bandera
indirecto y con dirección de transferencia indi--

recta.-INV 2nd If flg 2nd Ind XX, N o nnn

INV 2nd If flg X 2nd Ind XX

INV 2nd If flg 2nd Ind XX 2nd Ind yy

II. DESCRIPCION DEL PROYECTO ARQUITECTONICO

La estructura que se analizará está localizada en la Av. Insurgentes Sur No. 1811 Col. Guadalupe Inn, México D.F. El lote-ocupado es de forma rectangular teniendo 30.0 m. de frente y - 60.0 m. de fondo. El edificio tiene acceso tanto por la Av. In-surgentes como por la calle Esperanza Oteo, paralela a la Av. Insurgentes y que limita a la manzana en que se encuentra el lote junto con las calles Juventino Rosas y Ernesto Elorduy, perpendiculares a la Av. Insurgentes tal como se muestra en el croquis - de localización, Fig. VI.1.

El edificio consta de planta baja, cuatro niveles de mezza-nine, siete plantas tipo superiores, y planta de azotea. Su altura total a partir del nivel de banqueta es de 39.75 m. Hasta el cuarto nivel inclusive, el edificio tiene un área en planta - de 1650.0 m², y a partir del quinto nivel el área se reduce a - 828.0 m² formando una torre.

Hay tres elevadores y una escalera de servicio que comuni--can a todos los niveles. La zona de sanitarios se encuentra lo-calizada una en cada entrepiso, alternándose una de hombres y - una de mujeres.

La estructura está formada de marcos regulares de concreto-armado cuyos claros son de 8.0 y 8.5 m. con alturas de entrepiso

de 4.75 y 2.75 m.; las columnas son rectangulares de sección variable con su dimensión mayor perpendicular a la mayor dimensión en planta del edificio; y las losas son aligeradas con casetones de poliestireno.

II.1. PLANTA BAJA

En la planta baja está la zona de acceso al edificio, el acceso al estacionamiento a través de rampas y una zona comercial. El área que ocupa es de 55 X 30 m. y su altura de entrepiso es de 4.75 m.

II.2. PLANTA MEZZANINE

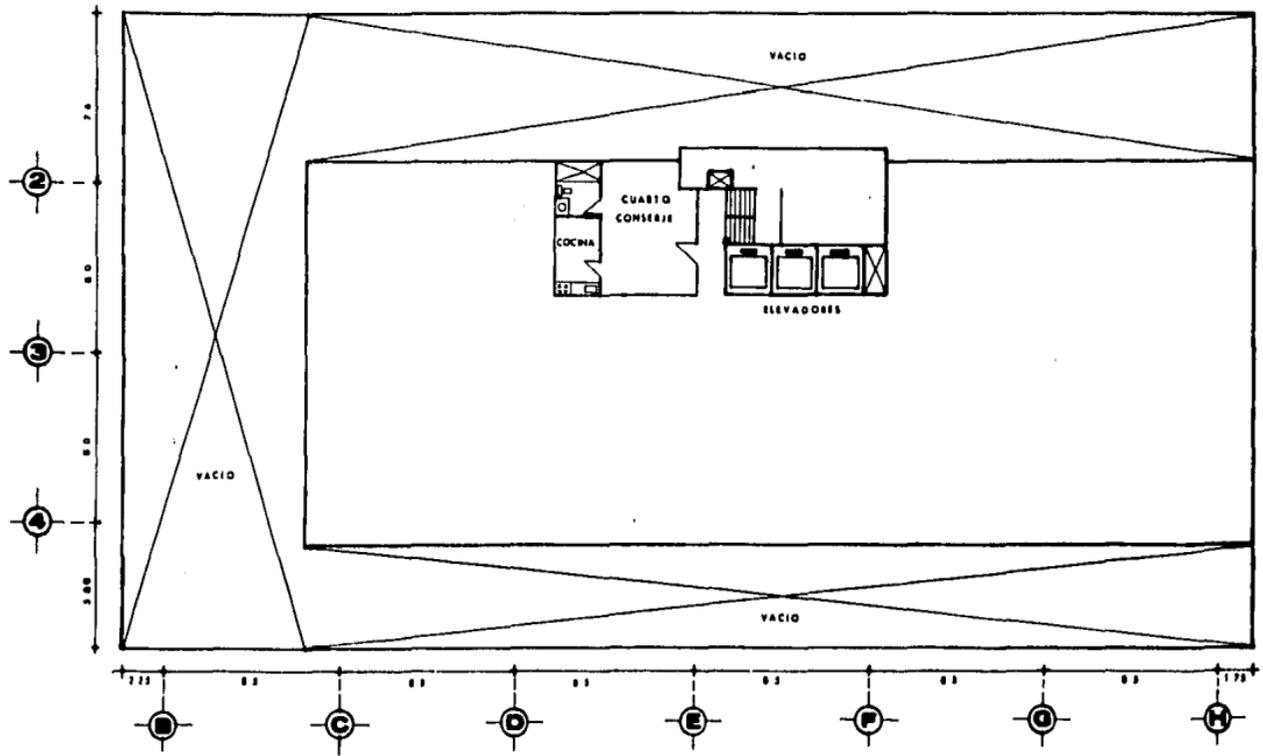
La planta mezzanine está destinada a ser zona de estacionamiento con una capacidad de 59 vehículos. Su área es de 55 y 30 m. y su altura de entrepiso es de 2.75 m.

II.3. PLANTA TIPO

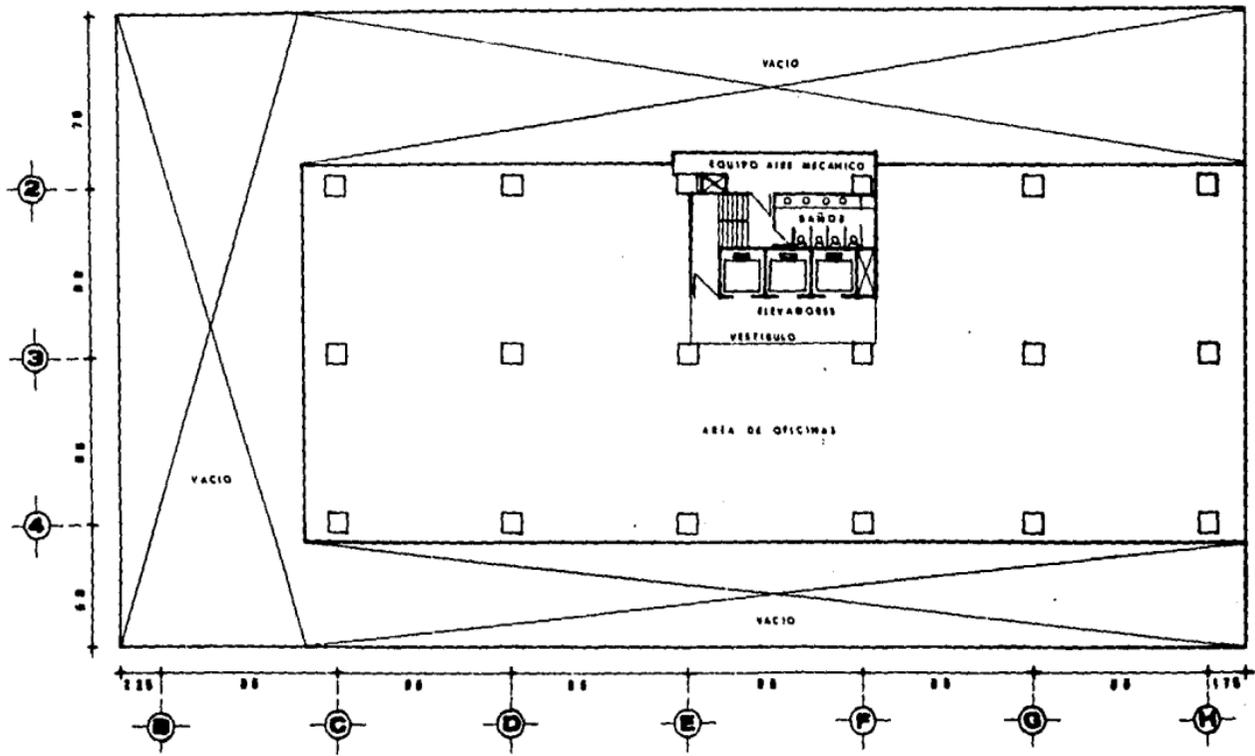
La planta tipo se utilizará como zona de oficinas en condominio, además de las zonas de vestíbulo, elevadores, escaleras y sanitarios, está la zona donde se aloja el equipo de aire mecánico. Esta planta ocupa un área de 18 X 46 m. Su altura de entrepiso es de 2.75 m.

II.4. PLANTA AZOTEA

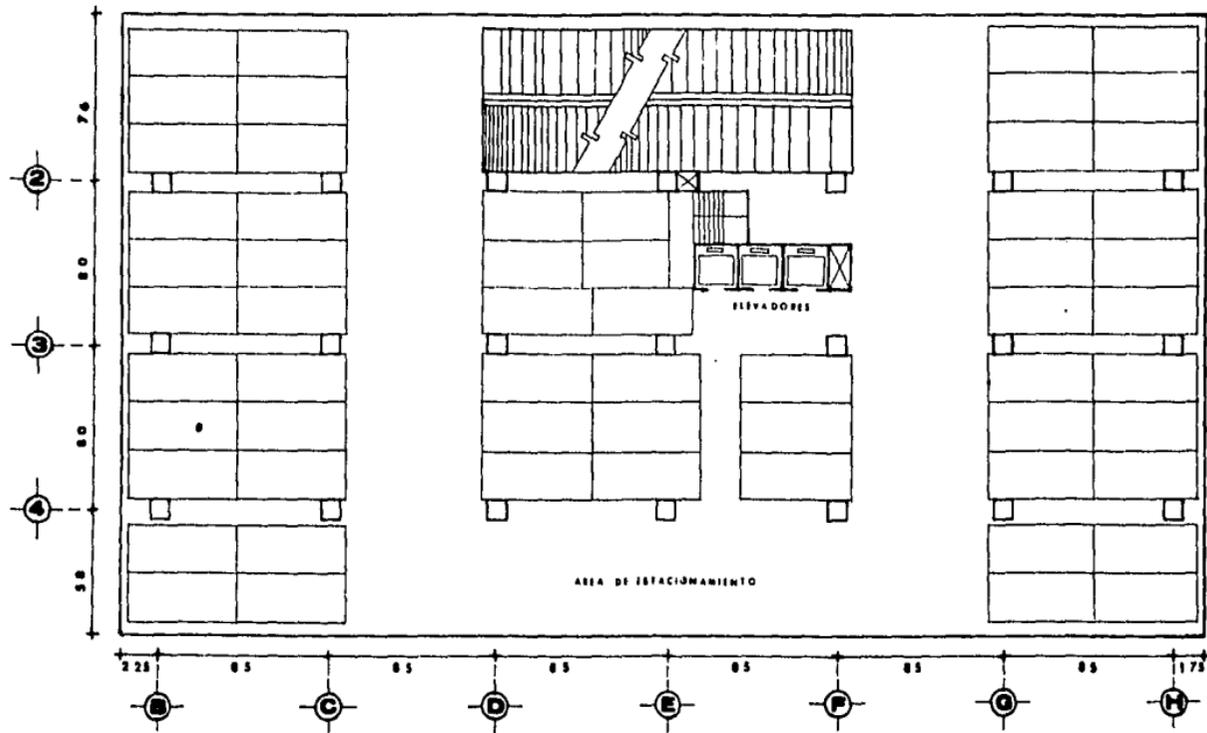
En la azotea se encuentra la habitación del conserje, el -
cuarto de máquinas y un tanque elevado de agua potable con capa-
cidad de 35,000 lts.



Planta Anexo

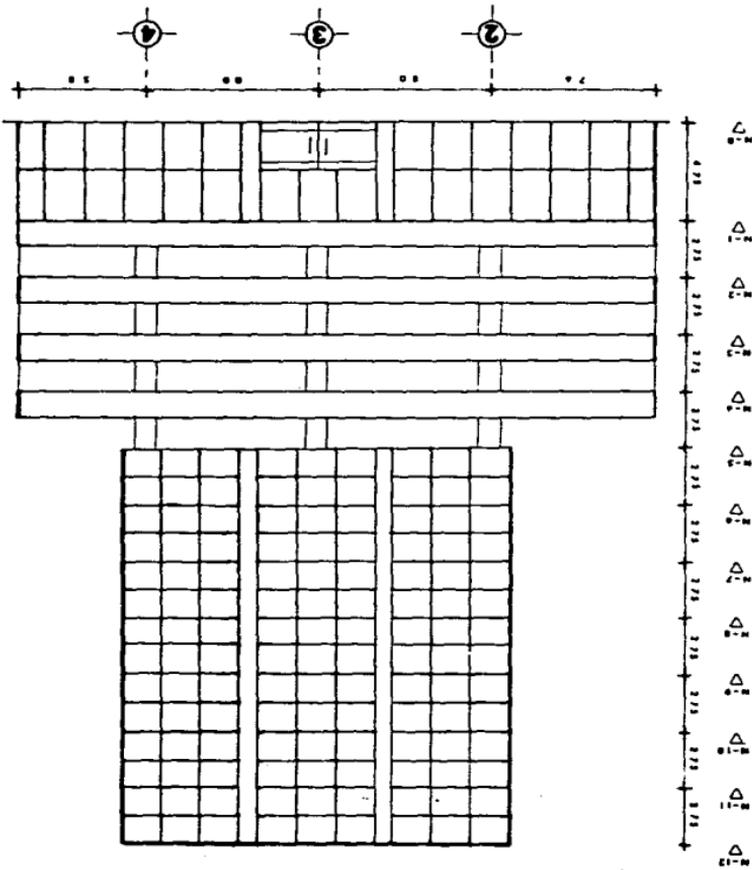


Planta Tipo



Planta Mezaxinio

Fachada Exp. Brea



III. INTRODUCCION AL PROCESO DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Se puede decir que una estructura es un conjunto de elementos unidos entre sí y sustentados de modo tal que puedan soportar en equilibrio estático las fuerzas exteriores que se le apliquen. Una estructura está destinada a satisfacer ciertas necesidades que pueden ser salvar un claro como en el caso de un puente, contener un empuje como en el caso de un muro de contención, proporcionar al hombre un sitio seguro de habitación y trabajo - como el caso de casas y edificios, etc. Toda estructura debe satisfacer las siguientes premisas fundamentales:

1.- Estabilidad.

- Los esfuerzos a que están sometidos los elementos de la estructura deben ser menores que los permisibles para el material de que se trate.
- La estructura no debe fallar por volteo.
- La estructura no debe sufrir deslizamientos.

2.- Comportamiento adecuado bajo condiciones de servicio.

No deben presentarse agrietamientos, deformaciones excesivas, vibraciones intensas ni desgaste durante la vida útil de la estructura.

3.- Economía.

4.- Estética.

El propósito del diseño estructural es obtener una estructura que satisfaga las necesidades y cumpla con las premisas fundamentales de manera razonable, ya que no se puede hablar de soluciones únicas u óptimas. Para lo anterior hace falta tener un conocimiento completo de las características y propiedades de los materiales de construcción, de la mecánica de materiales, del análisis estructural, etc. así como experiencia y buen juicio. El ingeniero debe tener una concepción clara de los valores estéticos que le permitan colaborar con el arquitecto en el desarrollo de la estructura.

Una vez fijadas las necesidades, requisitos y restricciones, se procede a elegir el tipo de estructura que solucionará el problema. Con fines de análisis estructural y diseño de elementos, tal estructura se idealiza dando lugar al Modelo de Análisis Estructural. Este modelo en una primera instancia está dado por el proyecto arquitectónico. Deben definirse la magnitud y posición de las acciones que actúan sobre la estructura, que siempre son dadas. Entonces, el ingeniero debe verificar la respuesta del propio modelo a las diversas combinaciones de acciones que se puedan presentar sobre la estructura, para ello, hace uso del análisis estructural y del diseño de los elementos estructurales. Esta respuesta (comportamiento estructural) debe de satisfacer razonablemente las premisas de estabilidad, comportamiento

adecuado bajo condiciones de servicio, economía y estética.

Si la respuesta no es satisfactoria, deberá modificarse el modelo y comprobar nuevamente su respuesta, repitiéndose este - procedimiento hasta que la respuesta sea la adecuada. Se establece así el ciclo de diseño estructural ilustrado en la Fig. - III.1.

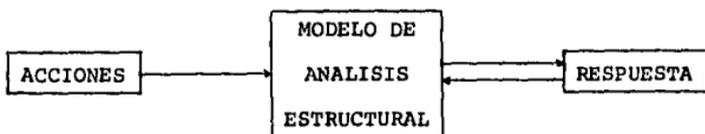


Fig. III.1. Modelo de análisis estructural.

III.1 SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURA (ESTRUCTURACION)

La forma estructural a elegir es la que mejor satisfaga las necesidades, objetivos, requisitos y limitaciones de un problema en particular. Además se deben tener en cuenta las características de mano de obra, materiales, equipo y procedimientos de construcción disponibles y apropiados. La elección del tipo de estructura tiene una influencia considerable en el costo final de la obra. En ocasiones la elección se ve restringida por deseos del cliente, preferencias del diseñador, o por algún precedente ya establecido.

A continuación se presenta una clasificación de las formas estructurales en función de las características de los esfuerzos predominantes a que están sometidas:

1.- Formas estructurales con esfuerzos uniformes.- El esfuerzo es uniforme en toda la profundidad o espesor del elemento. Se aprovechan mejor las características de resistencia del material, pero tienen limitaciones de fabricación y construcción. - Por ejemplo: Cables, arcos, membranas, etc.

2.- Formas estructurales con esfuerzos variables.- Los esfuerzos varían con la profundidad o espesor, normalmente desde un esfuerzo máximo de tensión hasta un esfuerzo máximo de compresión. Este tipo de formas es muy usado en puentes y edifi--

cios. Dada la relativa incapacidad para aprovechar toda la resistencia del material en las secciones de mayor esfuerzo, se eligen formas y dimensiones que utilicen eficazmente las propiedades del material. Por ejemplo: Vigas T o vigas I. Ejemplos de este tipo de formas son: vigas, pórticos rígidos, losas, placas, etc.

En función de sus dimensiones, hay tres tipos de elementos estructurales:

- Lineales.- Una dimensión es mayor que las otras dos. Por ejemplo: Vigas y columnas.
- Superficiales.- Dos dimensiones son mayores que las otras dos. Por ejemplo: Losas y cascarones.
- Macizos.- Las tres dimensiones son del mismo orden.

Por otro lado los elementos estructurales pueden ser de eje recto, como en el caso de columnas y losas, o de eje curvo, como en el caso de arcos y cascarones.

Para la construcción de edificios, en la actualidad es muy común el empleo de estructuras formadas a base de vigas continuas de eje recto en dos direcciones ortogonales, y de columnas, dando lugar así a las estructuras reticulares tridimensionales. Los elementos de este tipo de estructuras están sujetos principalmente a fuerzas axiales, momentos flexionantes y fuerzas cor-

tantes.

Es muy frecuente que en los planos arquitectónicos se fije de antemano la posición de columnas y traveses así como sus dimensiones. Este es el caso del edificio que se analiza en esta tesis. El ingeniero debe tratar de adaptarse en lo posible al sistema estructural propuesto en los planos arquitectónicos, de acuerdo a las siguientes recomendaciones para la concepción estructural:

- Elementos primarios.- Columnas. El estudio de la posición de columnas se efectúa en la planta que más se repita. Debe buscarse que sea lo más uniforme posible entre claros, centro a centro, con objeto de que la estructura sea lo más simétrica posible en forma y en carga, ya que esto simplifica posteriormente el análisis y diseño de la propia estructura. Esta condición implica, además, el tener las cargas más uniformemente distribuidas sobre el terreno, y el poder prever, en general, un comportamiento más estable.

Se deben evitar hasta donde sea posible las dislocaciones de columnas de un nivel a otro. También deben limitarse en lo posible los paños fijos.

- Elementos secundarios. Traveses. Su posición queda definida por la localización de las columnas. La posición de las

trabes secundarias debe ser tal que las concentraciones que produzcan sean iguales y simétricas.

- Losas.- Tipos de losas de concreto armado y recomendaciones para su empleo:

- a) Losas macizas.- Para solución de marcos con trabes y columnas. Generalmente se usan para claros hasta de 4 o 5 m.
- b) Losas de placa (aligeradas).- Para claros comprendidos entre 6 y 10 m. El aligeramiento comúnmente es a base de cajones de fibra de vidrio, o de casetones de poliestireno.

Para claros mayores la solución estructural tendría que ser una estructura de acero con losas macizas de concreto armado, o presforzado, o estructuras curvas en concreto o acero.

Para edificios de más de 50 m. de altura puede ser conveniente introducir muros de cortante o contravientos.

Para el caso del edificio que se estudia en esta tesis, se adopta el tipo de estructuración propuesto en los planos arquitectónicos. Se trata de una estructura reticular formada a base de columnas, y losas de placa (no hay trabes secundarias), ya que los claros mayores son de 8 y 8.5 m.

El material elegido para la estructura es el concreto armado, debido principalmente a su economía, disponibilidad y facilidad

dad de empleo.

III.2. ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

Las estructuras de concreto armado reúnen características propias que las distinguen de estructuras de otros materiales.

Entre las características que presenta la construcción de estructuras de concreto armado, se tienen las siguientes:

- Versatilidad de forma.- El concreto se fabrica en estado plástico. Debido a su gran maleabilidad hay gran libertad en la elección de formas y dimensiones.
- Continuidad.- El efecto de continuidad logrado en los nudos y uniones de la estructura es más satisfactorio e implica menos problemas que en estructuras de acero.
- Durabilidad.- Con la protección adecuada al acero de refuerzo, la estructura tendrá una larga vida útil aún bajo condiciones adversas del medio ambiente.
- Resistencia al fuego.- Con la debida protección al acero de refuerzo, la estructura es altamente resistente al fuego.
- Costo.- El costo de construcción y mantenimiento de una

estructura de concreto armado es menor que el de una de acero.

- Disponibilidad de mano de obra y materiales.- Hay más disponibilidad y economía en la mano de obra y materiales necesarios para la construcción en concreto armado que para estructuras de acero.
- Rapidez de construcción.- Una estructura de concreto armado se terminará en menos tiempo que una de acero, tomando en cuenta la fabricación y montaje de los elementos.

Los elementos que conforman las estructuras de concreto armado pueden ser colados en el lugar, o prefabricados.

En las estructuras coladas en el lugar es necesario seguir una secuencia determinada, dando tiempo a que el concreto adquiera cierta resistencia después de colado. Además hace falta construir obras falsas muy elaboradas y transportar el concreto hasta su posición definitiva.

En el caso de elementos prefabricados se evitan la obra falsa y el transporte del concreto, pero hay que transportar los elementos hasta el sitio de la obra, montarlos y lograr continuidad en las conexiones. El uso de este tipo de elementos está restringido por motivos económicos y necesidad de un análisis especial.

El edificio estudiado en esta tesis corresponde al caso de una estructura de concreto armado colada en el lugar.

III.3. MODELO DE ANALISIS ESTRUCTURAL

Con el objeto de poder analizar y diseñar la estructura -- real mediante métodos matemáticos de análisis y diseño estructural, ésta se idealiza a través de un modelo. Un modelo es una representación de un objeto real que permite hacer predicciones -- acerca de su comportamiento. Para escoger la estructura idealizada se necesitan conocimientos técnicos y experiencia. En ocasiones es necesario probar con varios modelos hasta encontrar -- uno que se comporte satisfactoriamente.

Para el análisis de edificios como el de esta tesis, se considera que la estructura está formada por marcos planos en dos -- direcciones ortogonales, ésto permite analizar cada marco plano -- por separado, reduciendo el problema de tres a dos dimensiones. Por otro lado se suponen constantes las propiedades y características del concreto y el acero. También se idealiza el hecho de que las dimensiones de la estructura real son exactamente las -- teóricas. Otra idealización es considerar que las propiedades -- mecánicas de los elementos estructurales de cada marco están concentradas a lo largo de sus ejes, y que las fuerzas se aplican a dichos ejes. Asimismo se supone que hay una relación proporcional entre las fuerzas externas y los desplazamientos que sufre --

la estructura.

Una vez adoptado el modelo de análisis se procede a determinar las cargas que actuarán sobre él para así verificar su res--
puesta.

IV. ACCIONES QUE OBRAN EN LA ESTRUCTURA

Sobre la estructura de un edificio obran diversos tipos de acciones externas, de acuerdo a las características de dichas acciones, éstas se pueden clasificar en:

- a) Acciones permanentes: - cargas muertas
 - cargas vivas
- b) Acciones accidentales.

Las acciones externas provocan sobre los elementos que conforman la estructura una serie de acciones internas, que son las siguientes:

- a) Fuerza axial
- b) Fuerza cortante
- c) Momento Flexionante
- d) Torsión.

La estructura debe ser capaz de resistir satisfactoriamente las acciones internas debidas a todas las posibles combinaciones de acciones externas que puedan presentarse durante su vida útil.

No es posible predecir con exactitud la magnitud de todas las acciones que obrarán sobre la estructura. Si bien la incertidumbre es poca en cuanto al caso de cargas muertas, aumenta -

para el caso de cargas vivas y aún más para el caso de cargas ac
cidentales. Debido a lo anterior la determinación de la magni--
tud de las acciones se realiza en base a valores nominales prom
edio con una alta probabilidad de ocurrencia. También entran en-
juego la capacidad y la experiencia del ingeniero.

IV.1. ACCIONES PERMANENTES

Se llama acciones permanentes a aquellas que actúan durante la mayor parte de la vida de la estructura y cuya intensidad no varía considerablemente con el transcurso del tiempo. Para efectos del caso de esta tesis las acciones permanentes son fundamentalmente de carácter gravitacional y se pueden dividir en:

- a) Cargas muertas.
- b) Cargas vivas.

a) Cargas muertas: Son las que actúan en forma continua y con intensidad constante sobre la estructura. Incluyen el peso de elementos estructurales (columnas, trabes, losas), el peso de recubrimientos y acabados, y el peso de otros elementos, instala
ciones, o equipo que ocupe una posición fija y permanente en la estructura (elevadores, cisternas, tinacos, instalaciones hidráu
lica, sanitaria, eléctrica, de aire acondicionado, etc.).

- b) Cargas vivas: Son aquellas cuya posición o intensidad

no son constantes pero varían normalmente dentro de cierto rango, y que actúan sobre la estructura la mayor parte del tiempo. Las cargas vivas incluyen el peso de seres humanos, mobiliario, cancelería, maquinaria y equipo especial no fijo, materiales almacenados, vehículos en estacionamientos, etc. También deben considerarse, si son de importancia, las cargas vivas transitorias - que se originan durante la construcción, por ejemplo el peso de la mano de obra, materiales y equipo de construcción.

IV.2. ACCIONES ACCIDENTALES

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal define a las acciones accidentales de la siguiente manera: "Acciones Accidentales. Son las que no se deben al funcionamiento propio de la construcción y que pueden alcanzar valores significativos sólo en instantes de la vida de la estructura." (Cap. XXXII, Art. 209, apartado III). Las acciones accidentales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) Fuerzas de inercia debidas a sismos y fuerzas provinientes de deformaciones como consecuencia de lo anterior.
- b) Presiones de viento y fuerzas de inercia debidas a vibraciones causadas por la variación de tales presiones.

c) Otras. Entre ellas:

- 1.- Vibraciones provocadas por el funcionamiento de maquinaria y equipo.
- 2.- Deformaciones debidas a asentamientos, flujo plástico, cambios de temperatura y contracciones.
- 3.- Desgaste por abrasión y erosión.
- 4.- Corrosión y otras formas de intemperismo.
- 5.- Ataque bacteriológico y de insectos.
- 6.- Fuego.
- 7.- Explosiones.

Dadas las características del caso que se estudia en esta tesis se considerarán únicamente los efectos debidos a los fenómenos de sismo y viento, en primera instancia (aunque después se verá que uno de ellos predomina). Ambos efectos no deben ser confundidos aunque estos dos fenómenos se manifiestan en forma de acciones dinámicas, fundamentalmente horizontales, sobre la estructura. Por un lado, el viento actúa sobre un edificio de arriba hacia abajo, transmitiendo los esfuerzos a la cimentación. Por el otro, en contraposición, el sismo actúa en la base de la estructura, los esfuerzos se transmiten de abajo hacia arriba, a la superestructura. La fuerza de inercia es la que realmente actúa sobre los elementos estructurales.

Ambos efectos, sismo y viento, finalmente se convierten en fuerzas concentradas laterales aplicadas en los entresijos de cada marco.

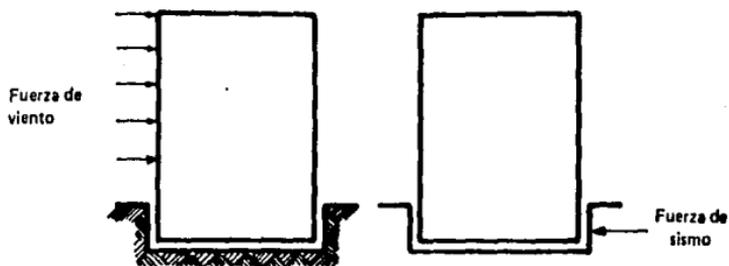


FIG. IV.1. APLICACION DE CARGAS DE VIENTO Y SISMO
(Manual de Diseño de Obras Civiles, -
CFE, 1969)

IV.2.1. SISMO

El fenómeno del sismo consiste en el movimiento o desplazamiento de una parte de la corteza terrestre. Los factores que pueden originar los sismos son los siguientes:

- Actividad volcánica.
- Explosiones.
- Colapso de techos de cavernas.
- Fenómenos tectónicos.

En la actualidad se menciona, como causa principal de los sismos, a los fenómenos tectónicos. Estos consisten en deslizamientos a lo largo de fallas geológicas. Tales deslizamientos se originan prácticamente en un punto de la corteza terrestre, a dicho punto se le llama "foco" del sismo. El "epifoco" es la proyección vertical del foco sobre la superficie terrestre.

La perturbación que origina el sismo se propaga en la corteza terrestre a través de varios tipos de ondas. Estas ondas son:

- a) De compresión y cortante, llamadas ondas de cuerpo. Pueden ser primarias o secundarias (P - S).
- b) Superficiales, llamadas ondas de Love y Raleigh (L - R).

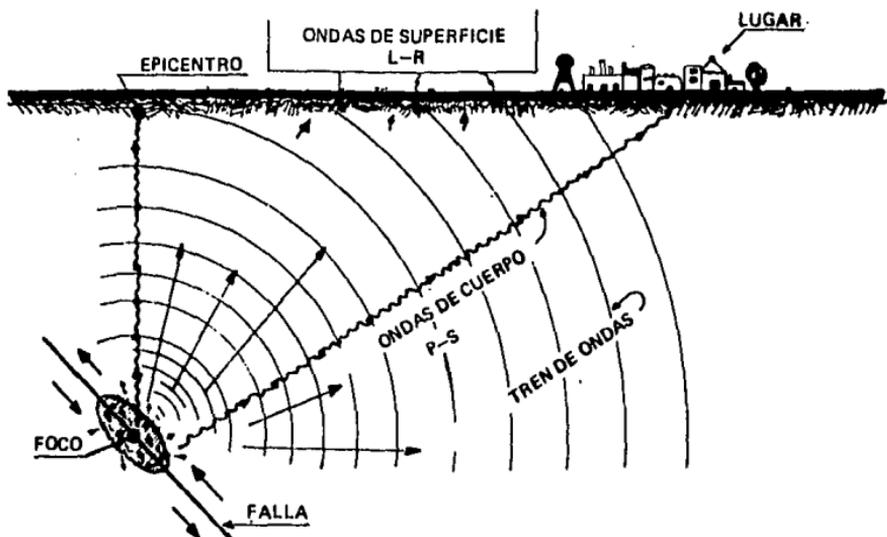


FIG. IV.2. ONDAS SISMICAS (Dinámica de Suelos y Estructuras, Rafael Colindres S., 1983)

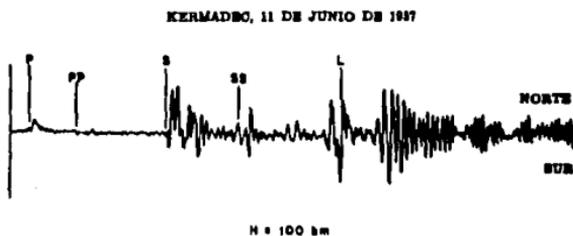


FIG. IV.3. ACELEROGRAMA TIPICO DE UN SISMO (Elementary Seismology, Richter, Freeman & Co., 1958)

Se considera, debido a la gran distancia a que se transmiten, que las ondas son planas y que todas las partículas se mueven paralelamente a la dirección de propagación en el caso de las ondas de compresión, y perpendicularmente en el caso de las ondas de cortante. En la Fig. IV.3 se muestran los principales tipos de ondas en un acelerograma (diagrama aceleración del terreno vs. tiempo de un sismo típico.

Utilizando los acelerogramas y con ayuda de registros de tiempos en que se detectan las señales en distintas estaciones, es posible hallar el epicentro y la profundidad focal.

Se llama magnitud de un sismo a una medida de la energía liberada, se mide generalmente con la escala de Richter, la cual se basa en la amplitud de traza de un sismógrafo tipo. La intensidad es una medida del poder de destrucción local del sismo. Casi todas las escalas con que se mide la intensidad son subjetivas, pero son de gran importancia en lugares donde no se cuenta con aparatos que midan la magnitud de un sismo. La más usada es la escala de Mercalli modificada.

A continuación se presenta una clasificación de los sismos de acuerdo a sus características:

TIPO 1.- Consisten prácticamente en una sola sacudida. Los movimientos ocurren a distancias cortas del epicentro en terreno

firme y se originan a poca profundidad.

TIPO 2.- Movimientos moderadamente largos, muy irregulares. Ocurren en terreno firme a distancias focales moderadas. Intensidades sensiblemente iguales en todas direcciones.

TIPO 3.- Movimientos del terreno de larga duración. Períodos dominantes de vibración. Resultan del filtrado de los sismos de tipos anteriores a través de suelos blandos. Caso de la Cd. de México. En la Fig. IV.4. se muestran registros de aceleración, velocidad y desplazamiento de un sismo típico en la Cd. de México.

TIPO 4.- Movimientos del terreno que producen deformaciones permanentes de gran escala. Pueden darse deslizamientos y licuación de suelos.

El movimiento del terreno debido a ondas sísmicas ocurre principalmente en direcciones paralelas al plano de la superficie terrestre, la componente vertical normalmente es despreciable, su importancia aumenta con la dureza del terreno y decrece con el cociente (distancia al epicentro) / (profundidad focal).

Durante un sismo la cimentación de un edificio sufre una aceleración determinada (fundamentalmente horizontal). Considerando a la estructura como un cuerpo rígido, la aceleración ho-

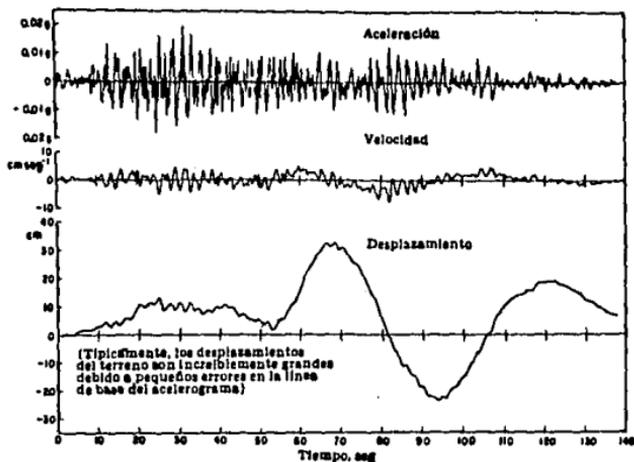


FIGURA IV.4. SISMO DE LA CIUDAD DE MEXICO DEL 6 DE JULIO DE 1964 (Fundamentos de Ingeniería Sísmica, Newmark, Rosenblueth, - 1978)

horizontal actuará en el mismo grado en toda ella. Así, de acuerdo a la Segunda Ley de Newton, la fuerza horizontal que actúa sobre cada parte de la estructura es igual a su masa multiplicada por la aceleración debida al sismo. Estas fuerzas no son sino efectos internos de inercia.

Bajo ciertas condiciones la consideración anterior es válida, aunque también juegan un papel importante la intensidad y magnitud del sismo, su forma de transmisión hasta la estructura, las propiedades dinámicas del edificio, su masa, la interacción suelo-estructura, deformaciones elásticas e inelásticas, etc.

Se puede decir que el efecto de un sismo sobre un edificio equivale a la aplicación cíclica reversible de cargas sobre la estructura.

Existe gran incertidumbre en la predicción de la duración, frecuencia e intensidad de una onda sísmica. Se habla, pues, de "máximos probables" para un cierto período de retorno. Estos son tomados en cuenta por los reglamentos de construcción para cada localidad en la evaluación de las fuerzas sísmicas que obran sobre una estructura. Sin embargo, en un momento dado se pueden rebasar todos los límites impuestos por los reglamentos para análisis y diseño, y presentarse la falla.

El Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E. señala: -

"Las sollicitaciones que se adopten para el diseño sísmico de una estructura deben ser función tanto de las características probables de los temblores que puedan ocurrir en el lugar, como del grado de seguridad aconsejable para la estructura." (Tomo 1, -- sec. 2.1.1, pág. 225).

En seguida se presenta un mapa de zonificación sísmica de la República Mexicana.

IV.2.2. VIENTO

El viento es el movimiento relativo del aire con respecto a la superficie terrestre, en cualquier dirección y con cualquier velocidad. El viento se origina debido a diferencias de presión atmosférica. Los factores principales que afectan su dirección y velocidad son: El efecto de Coriolis, la fuerza centrífuga terrestre, el rozamiento con el terreno, y el rozamiento con otras masas de aire de diferente densidad.

El viento ejerce una presión fundamentalmente lateral sobre la estructura. Su efecto es de importancia en edificios altos y/o esbeltos, torres de radio, puentes de claros grandes, hangares, etc.

Los factores que determinan la respuesta de la estructura -

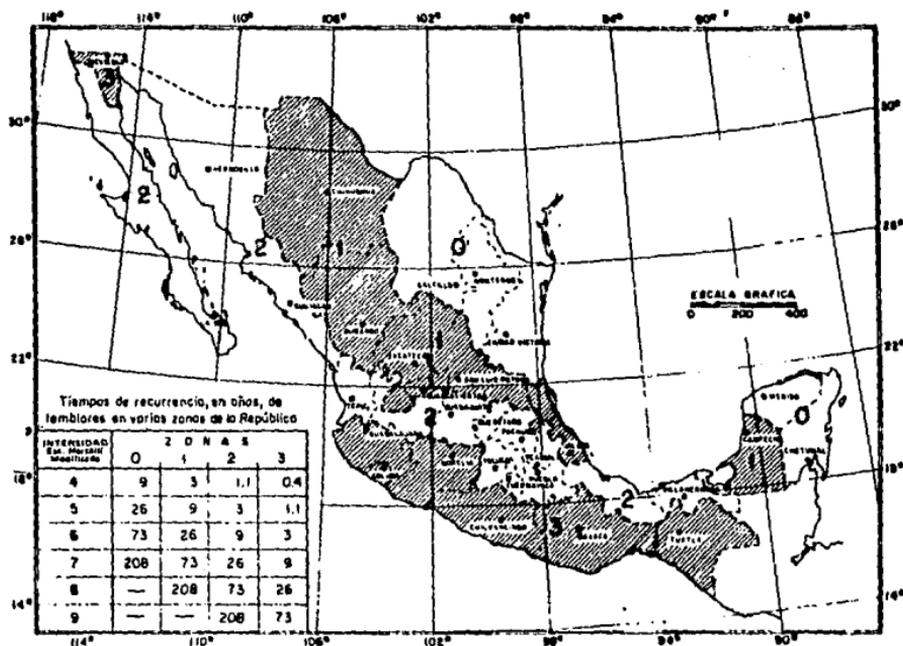


FIG. IV.5. ZONIFICACION SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA
(Manual de Diseño de Obras Civiles, C.F.E. 1969)

ante el efecto del viento son los siguientes:

a) Geometría de la estructura. La forma, posición y dimensiones de la superficie de contacto entre la estructura y el viento definen la distribución de presiones de viento sobre dicha superficie.

b) Propiedades dinámicas de la estructura. Las fluctuaciones en la velocidad del viento ocasionan vibraciones en la estructura. La respuesta de la estructura depende de su período y frecuencia naturales así como de su amortiguamiento.

c) Características aerodinámicas de la estructura. La forma de un cuerpo puede ocasionar perturbaciones en el flujo del aire generándose periódicamente vórtices que viajan a lo largo de la estela turbulenta, cuasando empujes dinámicos. Como ejemplo tenemos el caso de la incidencia del viento sobre un cuerpo cilíndrico; Fig. IV.6. El resultado es la generación de fuerzas periódicas alternantes en sentido transversal sobre el cuerpo.

d) Problemas de estabilidad aerodinámica. Se presenta inestabilidad aerodinámica cuando las fuerzas aerodinámicas en una dirección determinada crecen debido al desplazamiento de la estructura en la misma dirección. Este caso se da en líneas de transmisión cubiertas de hielo o en antenas parabólicas sujetas a viento oblicuo. Ocurren vibraciones acopladas cuando el vien-

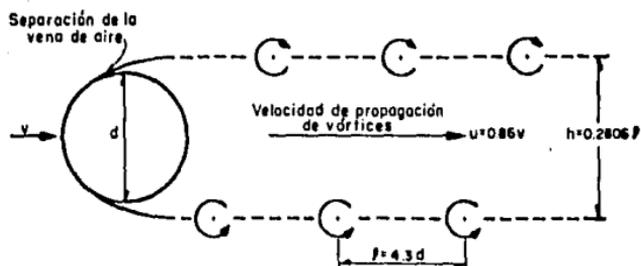


FIG. IV.6. VORTICES DE VON KARMAN (Manual de Diseño de Obras Civiles, C.F.E. 1969)

to incide con ángulos muy pequeños que dan lugar a vibraciones - excesivas. Este problema es característico de estructuras flexibles de grandes áreas planas, o muy baja curvatura, como puentes o cubiertas colgantes.

Las características más importantes del viento que influyen en su efecto sobre una estructura son: Densidad, dirección y velocidad. Es difícil predecir con exactitud la velocidad máxima de un viento en un cierto período. La velocidad de diseño es - función de:

- Altura sobre la superficie del punto de la estructura - que se considera.
- Características topográficas del lugar.
- Tiempo de recurrencia de la intensidad de diseño, según el destino e importancia de la estructura.
- Localización geográfica.

La naturaleza de las presiones debidas a viento puede ser - estática o dinámica. De acuerdo a los criterios señalados por - el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (Cap. - XXXVII), se considerarán los efectos estáticos y/o dinámicos según las características de la estructura.

En una estructura reticular formada por marcos regulares la presión total debida al viento sobre una cara de la estructura -

se distribuye (según su ley de variación y el número y posición de marcos y entrepisos) resultando fuerzas laterales concentradas aplicadas en cada entrepiso de cada marco perpendicular a la cara de que se trate.

V. DETERMINACION DE CARGAS PERMANENTES

Como se ha mencionado, las cargas permanentes que obran sobre la superestructura están compuestas tanto de cargas muertas como de cargas vivas. Para obtener el valor de las cargas muertas, se evalúa el peso propio de todos y cada uno de los elementos que integran la estructura, tanto horizontales (losas, traveses, etc.) como verticales (columnas, muros, etc.). El peso de estos elementos se obtiene en función de los pesos volumétricos nominales de materiales constructivos proporcionados por el Reglamento de Construcciones para el D.F. en el Capítulo XXXV, Art. 223.

Con respecto a las cargas vivas (actúan únicamente sobre elementos horizontales) el mismo reglamento, en el capítulo XXXVI, Arts. 226 y 227, considera valores distintos de carga viva según el destino del piso o cubierta para cualquiera de los dos siguientes casos: a) Análisis y diseño; y b) Cimentación.

Para elementos horizontales el valor de cargas permanentes para análisis y diseño (C.P.A.D.) se compone de la suma de valores de carga muerta más carga viva para análisis y diseño ($CM + CVD$); en tanto que el valor de cargas permanentes para cimentación (CPC) se obtiene sumando los valores de carga muerta más carga viva para cimentación ($CM + CVC$).

Sobre las superficies verticales no actúan cargas vivas, - por lo tanto el valor de cargas permanentes correspondiente a - elementos verticales está dado solamente por el valor de carga - muerta de dichos elementos (CM).

Los valores anteriores, para el caso del edificio estudiado en esta tesis, se encuentran registrados en la siguiente lista - de especificaciones de carga para cada tipo de nivel y de acuerdo a las distintas zonas de carga en cada uno de ellos. La carga permanente de elementos horizontales está dada en Kg/M^2 ; y la - carga permanente de elementos verticales (excepto columnas) en - Kg/M . El peso propio de columnas se obtiene ya que se han definido sus secciones transversales, no es conveniente fijar éstas últimas sino hasta que se conozca la carga que soportará cada co-
lumna a través de la Tabla de Bajada de Cargas, Tabla V.1.

ESPECIFICACIONES DE CARGA.

PLANTA AZOTEA. ELEMENTOS HORIZONTALES.

CUBIERTA

CARGA MUERTA:	Losa c.a. h = 0.4 M	530	
	Firme h = 0.03 M	60	CM = 725 Kg/M ²
	Tezontle h = 0.06	80	
	Escobill/Impermeab	5	
	Enladrillado	50	
CARGA VIVA CIMENTACION:		15;	CM + CVC = 740 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO:		100;	CM + CVD = 830 Kg/M ²

HABITACION CONSERJE

CARGA MUERTA:	Losa c.a. h = 0.4 M	530	
	Firme h = 0.03 M	60	CM = 600 Kg/M ²
	Loseta vinílica	10	
CARGA VIVA CIMENTACION:		70;	CM + CVC = 670 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO:	120 + 420(49) ^{-1/2} =	180;	CM + CVD = 780 Kg/M ²

CUARTO DE MAQUINAS

CARGA MUERTA:	Losa h = 0.4 M	530	
	Firme h = 0.03 M	60	CM = 600 Kg/M ²
	Loseta vinílica	10	
CARGA VIVA CIMENTACION:	0.8 (1000) =	800;	CM + CVC = 1400 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO:		1000;	CM + CVD = 1600 Kg/M ²

ESCALERA

CARGA MUERTA:

$$CM = 930 \text{ Kg/M}^2$$

CARGA VIVA CIMENTACION:

$$40; CM + CVC = 970 \text{ Kg/M}^2$$

CARGA VIVA DISEÑO: $150 + 600(700)^{-1/2} = 170$; $CM + CVD = 1100 \text{ Kg/M}^2$

ESPECIFICACIONES DE CARGA.

PLANTA AZOTEA. ELEMENTOS VERTICALES.

MURO TIPO I:

CARGA MUERTA: Tabique e = 14 cm 210 Kg/M²

Yeso y pintura 5 CM = 265x2.35 = 620 Kg/M

Aplanado 50

MURO TIPO II

CARGA MUERTA: Tabique e = 14 cm 210 Kg/M²

Yeso y pintura 5 CM = 265x5.25 = 1400 Kg/M

Aplanado 50

MURO TIPO III

CARGA MUERTA: Concreto e = 20 cm 480 Kg/M² CM = 480x5.25 = 2520 Kg/M

TANQUE ELEVADO DE AGUA

CARGA MUERTA CM = 35 T

ELEVADORES (3)

CARGA MUERTA + CARGA DINAMICA: CM = 3 x 10 = 30 T

ESPECIFICACIONES DE CARGA.

PLANTA TIPO. ELEMENTOS HORIZONTALES.

AREA DE OFICINAS

CARGA MUERTA: Losa c.a. h = 0.4 M	530	
Firme h = 0.03 M	60	CM = 650 Kg/M ²
Loseta vinílica	10	
Cancelería	50	
CARGA VIVA CIMENTACION: 70		CM + CVC = 720 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO: 120 + 420(68) ^{-1/2}	= 170;	CM + CVD = 820 Kg/M ²

VESTIBULO

CARGA MUERTA:		CM = 650 Kg/M ²
CARGA VIVA CIMENTACION: 40		CM + CVC = 690 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO: 150 + 600(700) ^{-1/2}	= 170;	CM + CVD = 820 Kg/M ²

SANITARIOS

CARGA MUERTA: Losa c.a. h = 0.1 M	240	
Tezontle h = 0.3 M	420	CM = 770 Kg/M ²
Firme h = 0.03	60	
Terrazo	50	
CARGA VIVA CIMENTACION:	70;	CM + CVC = 840 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO:	250;	CM + CVD = 1020 Kg/M ²

ZONA DE EQUIPO DE AIRE MECANICO

CARGA MUERTA: $CM = 600 \text{ Kg/M}^2$
 CARGA VIVA CIMENTACION: $0.8 (1000) = 800$; $CM + CVC = 1400 \text{ Kg/M}^2$
 CARGA VIVA DISEÑO: 1000 ; $CM + CVD = 1600 \text{ Kg/M}^2$

ESCALERA

CARGA MUERTA: $CM = 930 \text{ Kg/M}^2$
 CARGA VIVA CIMENTACION: 40 ; $CM + CVC = 970 \text{ Kg/M}^2$
 CARGA VIVA DISEÑO: $150 + 600(700)^{-1/2} = 170$; $CM + CVD = 1100 \text{ Kg/M}^2$

ESPECIFICACIONES DE CARGA.

PLANTA TIPO. ELEMENTOS VERTICALES.

VENTANERIA

CARGA MUERTA: Vidrio e = 12 mm 37 Kg/M² CM = 57x2.35 = 130 Kg/M
 Marcos de Alum. 20

MURO TIPO I

CARGA MUERTA: Tabique e = 14 cm 210 Kg/M² CM = 220x2.35 = 520 Kg/M
 Yeso y pint. 2 c. 10

MURO TIPO II

CARGA MUERTA: Tabique e = 14 cm 210 Kg/M² CM = 235x2.35 = 550 Kg/M
 Yeso y pint. 1 c. 5
 Mosaico 30

MURO TIPO III

CARGA MUERTA: Tabique e = 14 cm 210 Kg/M² CM = 265x2.35 = 620 Kg/M
 Yeso y pint. 1 c. 5
 Aplanado 50

MURO ELEVADORES

CARGA MUERTA: Concreto e = 20 cm. 480 Kg/M² CM = 480x2.35 = 1128 Kg/M

ESPECIFICACIONES DE CARGA.

PIANTA MEZZANINE. ELEMENTOS HORIZONTALES.

ZONA ESTACIONAMIENTO

CARGA MUERTA: Losa c.a. h = 0.4 M	530	CM = 530 Kg/M ²
CARGA VIVA CIMENTACION:	40;	CM + CVC = 570 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO:	150;	CM + CVD = 680 Kg/M ²

RAMPA ESTACIONAMIENTO

CARGA MUERTA: Losa c.a. h = 0.1 M	240;	CM = 240 Kg/M ²
CARGA VIVA CIMENTACION:	40;	CM + CVC = 280 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO:	150;	CM + CVD = 430 Kg/M ²

ESCALERA

CARGA MUERTA:		CM = 930 Kg/M ²
CARGA VIVA CIMENTACION:	40;	CM + CVC = 970 Kg/M ²
CARGA VIVA DISEÑO:	150 + 600(1650) ^{-1/2} = 170;	CM + CVD = 1100 Kg/M ²

ESPECIFICACIONES DE CARGA.**PLANTA MEZZANINE. ELEMENTOS VERTICALES.****MURO COLINDANCIA**

CARGA MUERTA: Tabique e = 14 cm 210 Kg/M² CM = 310x2.35 = 730 Kg/M
Aplanado 2 c. 100

MURO FACHADA

CARGA MUERTA: Tabique e = 14 cm 210 Kg/M² CM = 310x1.25 = 390 Kg/M
Aplanado 2 c. 100

MURO ELEVADORES

CARGA MUERTA: Concreto e = 20 cm 480 Kg/M² CM = 480x2.35 = 1128 Kg/M

Con base en la magnitud, posición y distribución de cargas permanentes en cada planta del edificio, es necesario determinar la condición de carga sobre cada elemento estructural. Para ello se procede a canalizar las cargas permanentes (tanto para análisis y diseño como para cimentación) de la siguiente manera, suponiendo a todos los elementos como isostáticos:

- a) De losas a trabes.
- b) De trabes a columnas.
- c) De columnas a la cimentación.

a) La carga de una losa se distribuye entre las trabes que la soportan según su relación lado largo (L) a lado corto (B) - tal y como se ilustra en la Fig. V.1.

La carga total que pasa a cada trabe (W , Kg) se obtiene multiplicando el área tributaria (A , M^2) por la carga uniformemente distribuida sobre la superficie de la losa (w , Kg/M^2). Para fines de diseño se considera que la carga W actúa uniformemente distribuida a lo largo de la trabe.

La carga de elementos verticales tales como muros, y las cargas que se consideran concentradas en un solo punto (P , Kg) - se transmiten a las trabes principales por medio de trabes secundarias. La carga de muros, dada en Kg/M se transforma en una carga concentrada actuando en el centroide del muro, Fig. V.2.

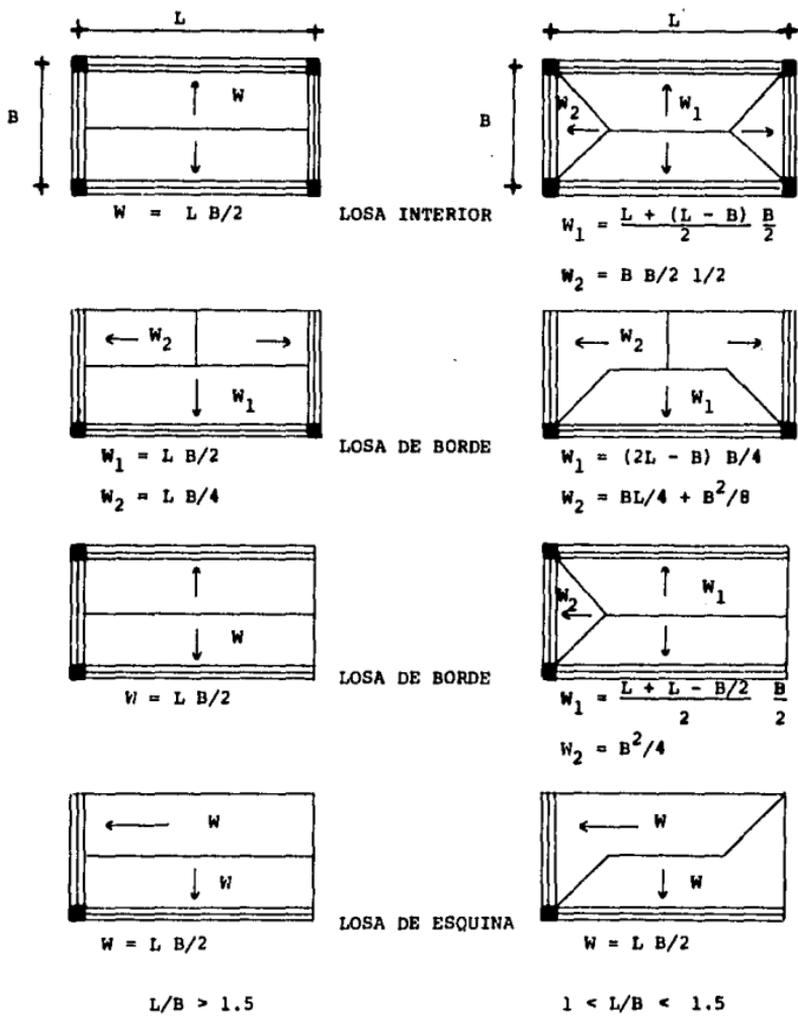


FIG. V.1. CANALIZACION DE CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDAS DE LOSAS A TRABES.

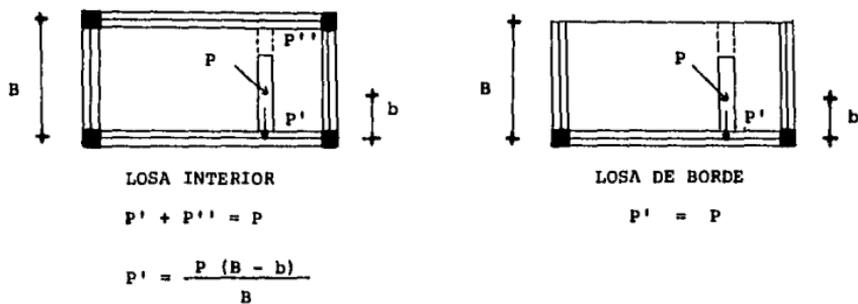


FIG. V.2. CANALIZACION DE CARGAS CONCENTRADAS DE LOSAS A TRABES.

Los valores de carga que actúan sobre las trabes, obtenidos según se indica, se utilizan para el análisis de marcos sujetos a acciones permanentes.

b) A partir de la condición de carga en cada trabe (considerando también su peso propio), se obtienen isostáticamente las reacciones en cada uno de sus apoyos (columnas); así cada columna recibe carga hasta de 4 trabes en cada entrepiso.

A continuación, se suma la carga transmitida a cada columna por todos los niveles, con este valor se fija la sección de ante proyecto de la columna y su peso propio.

c) Las columnas transmiten el peso total del edificio a la cimentación, la cual a su vez lo transmite al terreno.

En seguida se presenta el programa denominado: "Determinación de cargas permanentes", utilizado con el objeto de sistema tizar la realización de las etapas (a) y (b). Los resultados ob tenidos del programa se registran en los planos de bajada de car gas, y de ahí, las cargas por columna se vacían en la Tabla de Bajada de Cargas; los valores de los momentos de empotramiento - en los extremos de las trabes, se utilizan en el planteamiento - de los marcos sometidos a acciones permanentes.

DESCRIPCION DEL PROGRAMA

El programa analiza una trabe que forme parte de la estructura reticular de un edificio, sometida a la carga que le transmiten las losas que sustenta. Los datos que se introducen al programa son de geometría y de carga. Ver Fig. V.3.

Se llama marcos exteriores a los que limitan la estructura. Las cargas concentradas corresponden a maquinaria o equipo especial, tinacos, cajas fuertes, y todo elemento de peso considerable actuando sobre un área reducida. En el caso de muros se obtiene su peso total y se considera como una carga concentrada actuando en el centroide del muro. Las cargas concentradas se consideran soportadas por trabes equivalentes en la misma dirección de las trabes de la estructura.

W es la carga total que actúa sobre la trabe, en T . Se llama P' a la fracción de una carga P que se transmite a la trabe que se analiza. Los valores de las reacciones en las columnas y de los momentos de empotramiento se obtienen con las fórmulas V.3.c. Para obtener los valores W es necesario referirse a la Fig. V.1. En el caso de los valores P' , la Fig. V.2.

Para definir la posición de las cargas concentradas se adopta un sistema de ejes X (eje long. de la trabe), Y (perp. a X), cuyo origen es el extremo izquierdo de la trabe. Los valores P'

obran sobre el eje long. de la trabe a una distancia x_1 desde su extremo izquierdo.

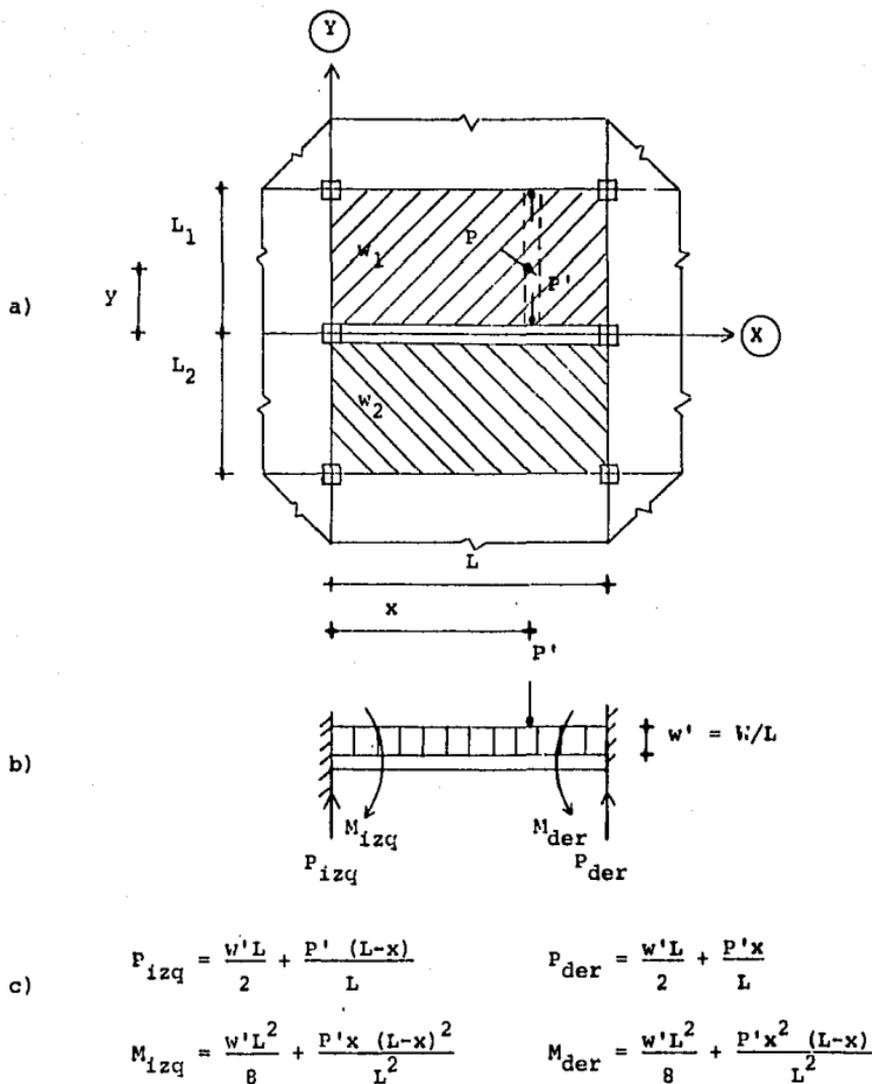


FIG. V.3

INSTRUCCIONES DE USO

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.- Introducción del valor $L(M)$	0	A	0
L (M)	L	R/S	L
2.- Introducción de los valores L_1, L_2 . Si la trabe forma parte de un marco exterior, introducir el claro externo con signo negativo	0	B	1
L_1 (M)	L_1	R/S	2
L_2 (M)	L_2	R/S	L_2
3.- Introducción de los valores de carga w_1, w_2 .	0	C	1
w_1 (Kg/M^2)	w_1	R/S	2
w_2 (Kg/M^2)	w_2	R/S	w_2
4. Introducción del valor y - coord. de posición de cargas concentradas que influyan en la trabe en estudio.			
n 4.	0	D	1
P_1 (KG)	P_1	R/S	P_1
x_1 (M)	x_1	R/S	x_1
y_1 (M)	y_1	R/S	y_1
:	:	:	:
P_n	P_n	R/S	P_n
x_n	x_n	R/S	x_n
y_n	y_n	R/S	y_n
Introducir "0" como valor de P para finalizar o bien si - no hay cargas de este tipo.	0	R/S	0

5.- Obtención del valor w' , Kg/M
Ejecutar (5a), (5b), o (5c)
Según el caso.

a) Trabe empotrada en su extre
mo derecho y libre en el -
otro.

0 A' w'

b) Trabe empotrada en ambos -
extremos.

0 B' w'

c) Trabe empotrada en su extre
mo izquierdo y libre en el
otro.

0 C' w'

6.- Obtención de los valores P' ,
Kg.

w' R/S P'_1

: : :

P'_{n-1} R/S P'_n

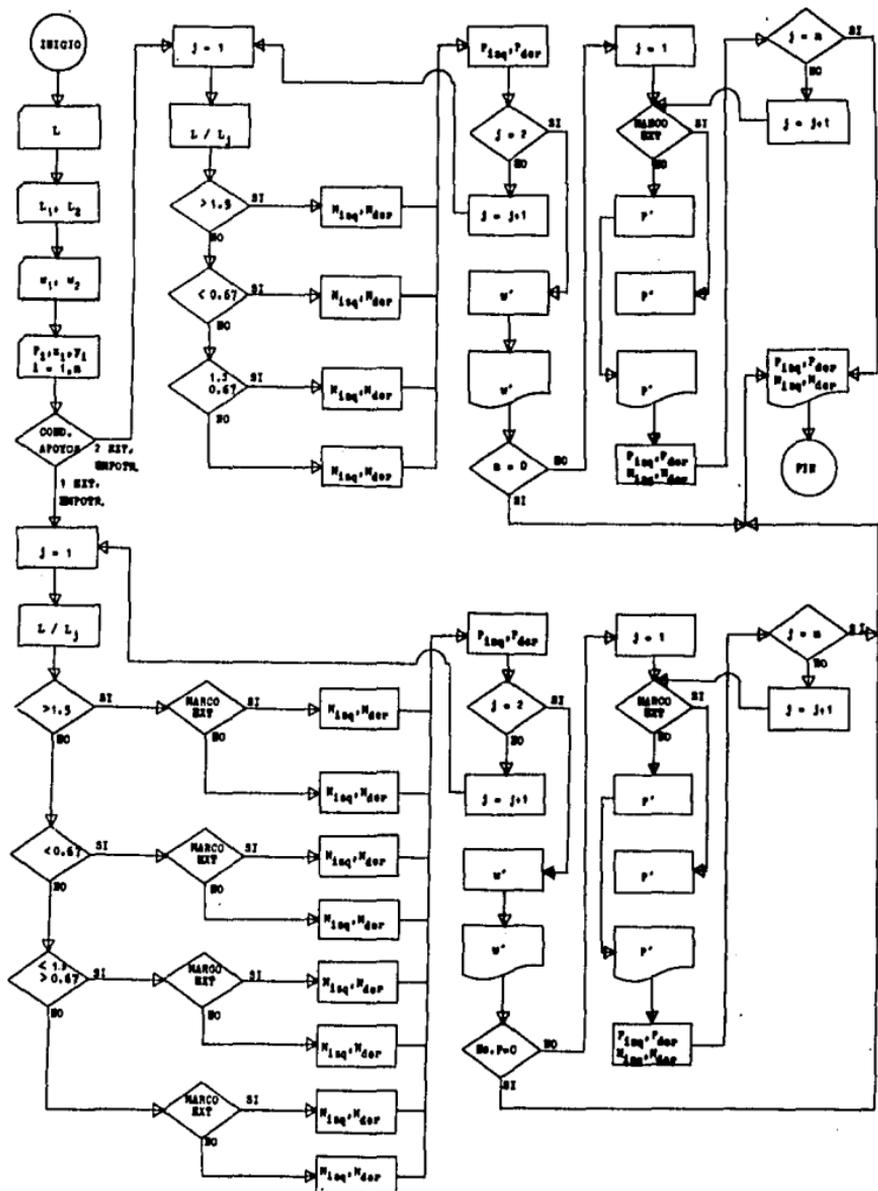
7.- Obtención de las reacciones
 P'_{izq} , P'_{der} , Kg, y de los mo
mentos de empotramiento --
 M'_{izq} y M'_{der} , Kg-M.

P'_n R/S P'_{izq}

P'_{izq} R/S P'_{der}

P'_{der} R/S M'_{izq}

M'_{izq} R/S M'_{der}



000	76	LBL	056	76	LBL	112	53	<	168	44	SUN
001	11	A	057	32	XIT	113	71	SBR	169	03	03
002	00	0	058	43	RCL	114	89	Y	170	97	DSZ
003	42	STO	059	06	06	115	69	OP	171	00	00
004	01	01	060	85	+	116	33	33	172	39	CDS
005	42	STO	061	01	1	117	22	INV	173	71	SBR
006	02	02	062	95	=	118	87	IFF	174	48	EXC
008	42	STO	064	91	R/S	120	01	01	176	61	GTO
007	08	08	063	67	EQ	119	90	LST	175	30	TAH
009	42	STO	065	91	R/S	121	43	RCL	177	76	LBL
010	09	09	066	99	PRT	122	17	17	178	48	EXC
011	91	R/S	067	72	ST*	123	75	-	179	07	IFF
012	42	STO	068	03	03	124	76	LBL	180	01	01
013	17	17	069	69	OP	125	90	LST	181	38	SIN
014	61	GTO	070	23	23	126	73	RC*	182	00	0
015	91	R/S	071	91	R/S	127	03	03	183	42	STO
016	76	LBL	072	99	PRT	128	95	=	184	02	02
017	12	B	073	72	ST*	129	65	X	185	42	STO
018	01	1	074	03	03	130	53	<	186	09	09
019	95	=	075	69	OP	131	87	IFF	187	92	RTH
020	91	R/S	076	23	23	132	05	05	188	76	LBL
021	42	STO	077	91	R/S	133	66	PAU	189	38	SIN
022	11	11	078	99	PRT	134	53	<	190	00	0
023	99	PRT	079	72	ST*	135	43	RCL	191	42	STO
024	02	2	080	03	03	136	07	07	192	01	01
025	95	=	081	69	OP	137	75	-	193	42	STO
026	91	R/S	082	23	23	138	69	OP	194	08	08
027	42	STO	083	69	OP	139	23	23	195	92	RTH
028	12	12	084	26	26	140	73	RC*	196	76	LBL
029	61	GTO	085	61	GTO	141	03	03	197	17	B'
030	91	R/S	086	32	XIT	142	54	>	198	01	1
031	76	LBL	087	76	LBL	143	55	÷	199	00	0
032	13	C	088	16	A'	144	43	RCL	200	42	STO
033	01	1	089	86	STF	145	07	07	201	13	13
034	95	=	090	01	01	146	65	X	202	01	1
035	91	R/S	091	76	LBL	147	69	OP	203	04	4
036	42	STO	092	18	C'	148	33	33	204	42	STO
037	15	15	093	01	1	149	76	LBL	205	10	10
038	99	PRT	094	00	0	150	66	PAU	206	71	SBR
039	02	2	095	42	STO	151	69	OP	207	42	STO
040	95	=	096	13	13	152	33	33	208	71	SBR
041	91	R/S	097	01	1	153	73	RC*	209	42	STO
042	42	STO	098	04	4	154	03	03	210	02	2
043	16	16	099	42	STO	155	54	>	211	65	X
044	61	GTO	100	10	10	156	44	SUN	212	71	SBR
045	91	R/S	101	71	SBR	157	01	01	213	55	÷
046	76	LBL	102	44	SUN	158	44	SUN	214	76	LBL
047	14	D	103	71	SBR	159	02	02	215	28	LOG
048	00	0	104	44	SUN	160	71	SBR	216	71	SBR
049	42	STO	105	71	SBR	161	91	R/S	217	53	<
050	06	06	106	48	EXC	162	95	=	218	71	SBR
051	32	XIT	107	71	SBR	163	44	SUN	219	89	Y
052	01	1	108	55	÷	164	02	02	220	69	OP
053	08	8	109	76	LBL	165	44	SUN	221	33	33
054	42	STO	110	39	CDS	166	09	09	222	73	RC*
055	03	03	111	71	SBR	167	05	5	223	63	03

224	65	X	280	43	RCL	336	03	03	392	02	2
225	53	(	281	17	17	337	95	=	393	65	X
226	24	OE	282	75	-	339	44	SUM	394	43	RCL
227	94	+/-	283	73	RC*	339	02	02	395	17	17
228	85	+	284	03	03	340	85	+	396	75	-
229	43	RCL	285	95	=	341	43	RCL	397	43	RCL
230	17	17	286	44	SUM	342	04	04	398	07	07
231	54	)	287	09	09	343	95	=	399	54)
232	65	X	288	55	÷	344	71	SBR	400	55	÷
233	69	OP	289	73	RC*	345	91	R/S	401	43	RCL
234	33	33	290	03	03	346	04	4	402	17	17
235	73	RC*	291	61	GTO	347	44	SUM	403	85	+
236	03	03	292	86	STF	348	03	03	404	53	(
237	55	÷	293	76	LBL	349	97	DSZ	405	43	RCL
238	43	RCL	294	60	DEG	350	00	00	406	07	07
239	17	17	295	53	(	351	28	LOG	407	55	÷
240	33	x2	296	43	RCL	352	76	LBL	408	02	2
241	95	=	297	17	17	353	30	TAN	409	55	÷
242	42	STO	298	75	-	354	22	INV	410	43	RCL
243	05	05	299	73	RC*	355	86	STF	411	17	17
244	65	X	300	03	03	356	01	01	412	22	INV
245	69	OP	301	95	=	357	43	RCL	413	87	IFF
246	23	23	302	44	SUM	358	01	01	414	05	05
247	87	IFF	303	08	08	359	71	SBR	415	52	EE
248	05	05	304	43	RCL	360	91	R/S	416	54)
249	60	DEG	305	05	05	361	43	RCL	417	65	X
250	53	(	306	65	X	362	02	02	418	02	2
251	43	RCL	307	73	RC*	363	71	SBR	419	61	GTO
252	17	17	308	03	03	364	91	R/S	420	52	EE
253	75	-	309	95	=	365	43	RCL	421	76	LBL
254	73	RC*	310	44	SUM	366	08	08	422	98	ADV
255	03	03	311	09	09	367	71	SBR	423	53	(
256	54	)	312	43	RCL	368	91	R/S	424	43	RCL
257	65	X	313	05	05	369	43	RCL	425	17	17
258	69	OP	314	76	LBL	370	09	09	426	55	÷
259	23	23	315	86	STF	371	99	PRT	427	43	RCL
260	53	(	316	55	÷	372	91	R/S	428	07	07
261	43	RCL	317	73	RC*	373	76	LBL	429	85	+
262	07	07	318	03	03	374	44	SUM	430	53	(
263	75	-	319	65	X	375	71	SBR	431	53	(
264	73	RC*	320	43	RCL	376	49	FRD	432	02	2
265	03	03	321	17	17	377	71	SBR	433	65	X
266	54	)	322	95	=	378	99	IT	434	43	RCL
267	55	÷	323	44	SUM	379	71	SBR	435	07	07
268	43	RCL	324	01	01	380	77	GE	436	75	-
269	07	07	325	42	GTO	381	87	IFF	437	43	RCL
270	69	OP	326	04	04	382	03	03	438	17	17
271	33	33	327	65	X	383	45	PK	439	54)
272	95	=	328	73	RC*	384	87	IFF	440	55	÷
273	44	SUM	329	03	03	385	04	04	441	02	2
274	08	08	330	55	÷	386	50	[X]	442	55	÷
275	65	X	331	53	(	387	87	IFF	443	43	RCL
276	73	RC*	332	43	RCL	388	02	02	444	87	07
277	03	03	333	17	17	389	98	ADV	445	22	INV
278	55	÷	334	75	-	390	53	(	446	87	IFF
279	53	(	335	73	RC*	391	53	(	447	05	05

448	52	EE	504	02	02	560	01	01	616	01	I
449	54	)	505	99	PRT	561	32	X&T	617	67	EQ
450	65	X	506	53	(	562	61	GTO	618	58	FIX
451	02	2	507	02	2	563	58	FIX	619	01	I
452	61	GTO	508	65	X	564	76	LBL	620	44	SUM
453	52	EE	509	43	RCL	565	77	GE	621	13	13
454	76	LBL	510	17	17	566	73	RC*	622	73	RC*
455	50	[X]	511	75	-	567	10	10	623	03	03
456	01	I	512	43	RCL	568	65	X	624	50	[X]
457	22	INV	513	07	07	569	43	RCL	625	72	ST*
458	87	IFF	514	54	)	570	07	07	626	03	03
459	05	05	515	55	+	571	65	X	627	92	RTN
460	52	EE	516	06	6	572	43	RCL	628	76	LBL
461	02	2	517	55	+	573	17	17	629	49	PRD
462	61	GTO	518	43	RCL	574	33	x2	630	22	INV
463	52	EE	519	17	17	575	55	+	631	86	STF
464	76	LBL	520	61	GTO	576	08	8	632	02	02
465	45	MX	521	43	RCL	577	95	=	633	22	INV
466	02	2	522	7>	LBL	578	65	X	634	86	STF
467	76	LBL	523	99	PRT	579	92	RTN	635	03	03
468	52	EE	524	43	RCL	580	76	LBL	636	22	INV
469	95	=	525	17	17	581	55	+	637	86	STF
470	44	SUM	526	55	+	582	32	X&T	638	04	04
471	08	08	527	43	RCL	583	55	+	639	01	I
472	44	SUM	528	07	07	584	43	RCL	640	44	SUM
473	09	09	529	55	+	585	17	17	641	13	13
474	65	X	530	06	6	586	95	=	642	44	SUM
475	02	2	531	61	GTO	587	71	SBR	643	10	10
476	55	+	532	43	RCL	588	91	R/S	644	43	RCL
477	43	RCL	533	76	LBL	589	43	RCL	645	17	17
478	17	17	534	79	x	590	06	06	646	55	+
479	95	=	535	00	0	591	85	+	647	73	RC*
480	44	SUM	536	61	GTO	592	01	I	648	13	13
481	01	01	537	43	RCL	593	95	=	649	50	[X]
482	44	SUM	538	76	LBL	594	42	STO	650	95	=
483	02	02	539	35	1/X	595	00	00	651	72	X&T
484	43	RCL	540	03	3	596	02	2	652	01	I
485	01	01	541	35	1/X	597	00	0	653	93	.
486	32	X&T	542	76	LBL	598	42	STO	654	05	5
487	61	GTO	543	43	RCL	599	03	03	655	77	GE
488	58	FIX	544	95	=	600	97	DSZ	656	68	NOP
489	76	LBL	545	44	SUM	601	00	00	657	86	STF
490	42	STO	546	02	08	602	59	FIX	658	03	03
491	71	SBR	547	44	SUM	603	61	GTO	659	61	GTO
492	49	PRD	548	09	09	604	30	TAN	660	58	FIX
493	71	SBR	549	65	X	605	76	LBL	661	76	LBL
494	89	T	550	06	6	606	53	(	662	68	NOP
495	71	SBR	551	55	+	607	73	RC*	663	93	.
496	77	GE	552	43	RCL	608	03	03	664	06	6
497	87	IFF	553	17	17	609	69	OP	665	06	6
498	03	03	554	95	=	610	10	10	666	22	INV
499	35	1/X	555	44	SUM	611	32	X&T	667	77	GE
500	87	IFF	556	01	01	612	01	I	668	57	ENG
501	04	4	557	44	SUM	613	01	I	669	86	STF
502	79	x	558	02	02	614	42	STO	670	04	04
503	87	IFF	559	43	RCL	615	13	13	671	61	GTO

672	58	FIX
673	76	LBL
674	57	ENG
675	91	I
676	22	INV
677	77	GE
678	58	FIX
679	86	STF
680	02	02
681	76	LBL
682	58	FIX
683	92	RTH
684	76	LBL
685	89	IT
686	22	INV
687	86	STF
688	05	05
689	73	RC*
690	13	13
691	42	STO
692	07	07
693	69	OP
694	10	10
695	72	M&T
696	81	I
697	57	EQ
698	58	FIX
699	86	STF
700	05	05
701	73	RC*
702	13	13
703	50	IXI
704	42	STO
705	07	07
706	92	RTH
707	76	LBL
708	91	R/S
709	99	PRT
710	97	IFF
711	06	06
712	58	FIX
713	91	R/S
714	92	RTH

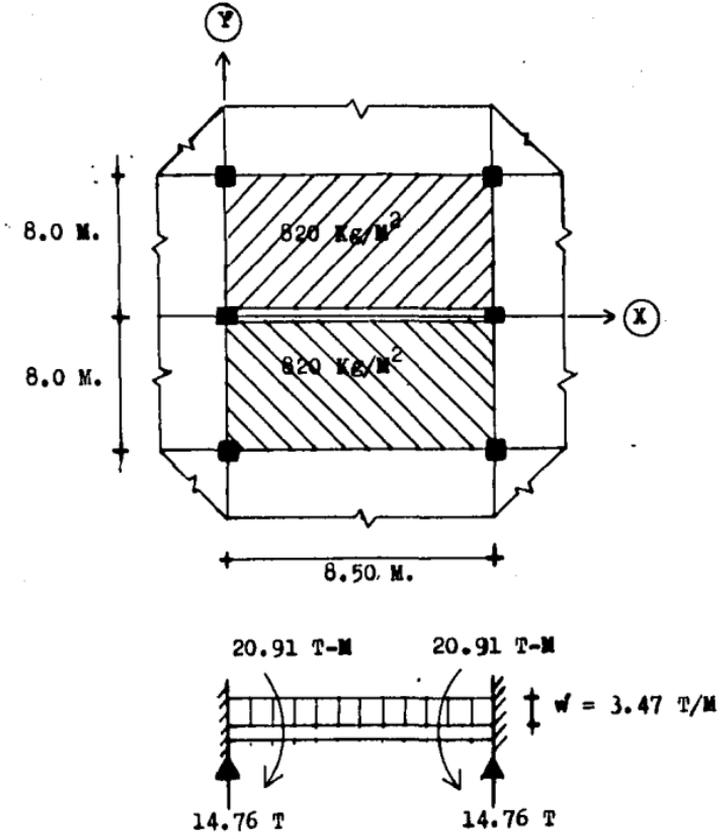
V.1. CARGAS PERMANENTES PARA ANALISIS Y DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA.

La determinación de estas cargas se realizó utilizando el programa mencionado anteriormente. Las cargas por cada columna (suma de las transmitidas a ella por trabes) se encuentran en la Tabla de Bajada de Cargas, Col. 1.

Con el fin de ilustrar el uso del programa, a continuación se incluye, a manera de ejemplo, la determinación de algunas de las cargas permanentes para análisis y diseño correspondientes a la planta tipo. La información obtenida se vació en los planos de Bajada de Cargas, y se registró en la Tabla de Bajada de Cargas.

EJEMPLO.- PLANTA TIPO. TRABE 3 C - D.

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.-	0	A	0
L (M)	8.5	R/S	8.5
2.-	0	B	1
L ₁ (M)	8.0	R/S	2
L ₂ (M)	8.0	R/S	8.0
3.-	0	C	1
w ₁ (Kg/M ²)	820	R/S	2
w ₂ (Kg/M ²)	820	R/S	820
4.-	0	D	1
P (Kg)	0	R/S	0



PLANTA TIPO.- TRABE EJE 3 C - D

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
5.- w' (Kg/M ²)	0	B'	3470
7.- P_{izq} (Kg)	3470	R/S	14760
P_{der}	14760	R/S	14760
M_{izq} (Kg - M)	14760	R/S	20910
M_{der} (Kg - M)	20910	R/S	20910

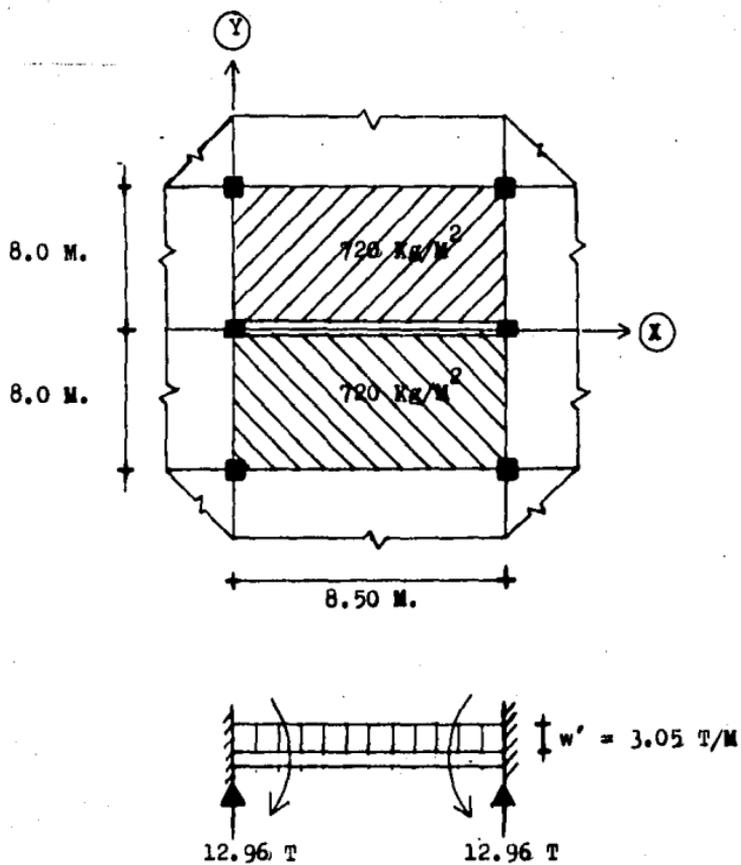
V.2. CARGAS PERMANENTES PARA LA CIMENTACION

En este caso se aplicó el mismo programa que en el inciso anterior, usando ahora los valores de cargas permanentes para cimentación; las cargas por columna en cada nivel se encuentran también en la Tabla de Bajada de Cargas, Col. 2.

Se presenta como ejemplo del uso del programa, el mismo caso de la planta tipo. Los valores trascendentes son los de las reacciones isostáticas en los extremos (apoyos) de las trabes.

EJEMPLO.- PLANTA TIPO. TRABE 3 C - D.

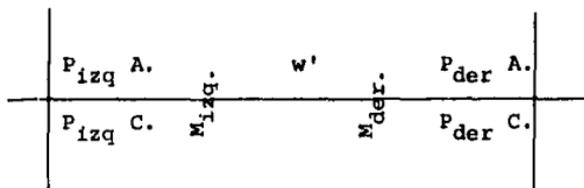
	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.-	0	A	0
L, M	8.5	R/S	8.5



PLANTA TIPO.- TRABE E/B 3 C-D

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
2.-	0	B	1
L_1, M	8.0	R/S	2
L_2, M	8.0	R/S	8.0
3.-	0	C	1
$w_1, Kg/M^2$	720	R/S	2
$w_2, Kg/M^2$	720	R/S	720
4.-	0	D	1
P, Kg	0	R/S	0
5.- $w', Kg/M$	0	B'	3049
7.- P_{izq}, Kg	3049	R/S	12960
P_{der}, Kg	12960	R/S	12960

A continuación se presenta el Plano de Bajada de Cargas de la Planta tipo, éste contiene la información obtenida en el inciso V.1., y los valores P_{izq} y P_{der} obtenidos en el inciso V.2. - En dicho plano se manejan dimensiones en Ton. y Ton - M utilizándose la siguiente simbología:



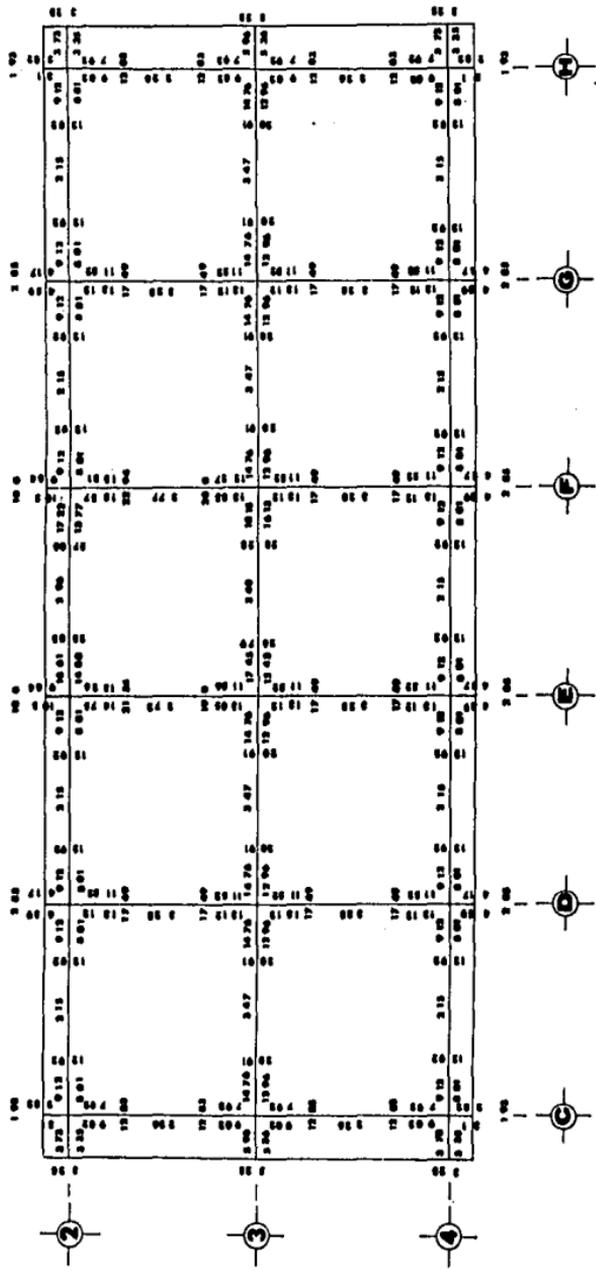
donde:

w' = Carga uniformemente distribuida a lo largo de la trabe para fines de análisis y diseño. (T./M)

$P_{izq, der} A.$ = Reacciones isostáticas en los apoyos izquierdo y derecho de la trabe respectivamente, (T.) para fi nes de análisis y diseño.

$P_{izq, der} C.$ = Reacciones isostáticas en los apoyos izquierdo y derecho de la trabe respectivamente, (T.) para fi nes de cimentación.

$M_{izq, der}$ = Momentos de empotramiento (T-M) para fines de anál lisis y diseño.



Rejedo de Cargas.- Plano Tipo

V.3. TABLA DE BAJADA DE CARGAS.

En la Tabla de Bajada de Cargas (Tabla V.1) están registradas las cargas, tanto para análisis y diseño como para cimentación, que son transmitidas a cada columna en cada nivel, así como las acumuladas de niveles superiores. En el extremo izquierdo aparecen todas las columnas que forman parte de la estructura, a continuación hay 5 columnas por cada nivel:

COLUMNA

- 1 Carga permanente para análisis y diseño (Ton).
- 2 Carga permanente para la cimentación (Ton).
- 3 Peso propio de cada columna (Ton).
- 4 $1 + 3 + 4$ (Suma acumulada de entresijos superiores).
- 5 $2 + 3 + 5$ (Suma acumulada de entresijos superiores).

Los valores (1) y (2) están tomados de los planos de Bajada de Cargas sumando las cargas que concurren a cada columna. El área de la sección transversal de las columnas se fijó aplicando la ecuación de la Escuadría con las cargas C.P.A.D. (1) y un esfuerzo bajo para el concreto. En la Fig. V.5 se presentan las dimensiones de la sección transversal de las columnas, tipos de columnas y su distribución en planta. La dimensión mayor es paralela al lado más corto de la planta del edificio. La sección transversal de las columnas cambia cada dos niveles.

TABLA V.1. BAJADA DE CARGAS

NIVEL 12						NIVEL 11				
No. Col.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
B-2										
B-3										
B-4										
C-2	24.37	21.98		24.37	21.98	24.97	22.21	1.06	50.4	45.25
C-3	38.50	34.44		38.58	34.44	38.76	34.16	1.06	78.4	69.66
C-4	24.37	21.98		24.37	21.98	24.97	22.21	1.06	50.4	45.25
D-2	43.13	39.25		43.13	39.25	35.95	31.71	1.65	80.73	72.61
D-3	59.88	53.83		59.88	53.83	55.76	48.96	1.65	117.29	104.44
D-4	35.69	31.87		35.69	31.87	35.95	31.71	1.65	73.29	65.23
E-2	89.56	82.22		89.56	82.22	52.98	45.71	1.65	144.19	129.58
E-3	85.83	79.6		85.83	79.6	58.38	51.47	1.65	145.86	132.72
E-4	35.69	31.87		35.69	31.87	35.95	31.71	1.65	73.29	65.23
F-2	90.74	85.67		90.74	85.67	52.18	45.23	1.65	144.57	132.55
F-3	93.75	87.65		93.75	87.65	59.86	52.88	1.65	155.26	142.18
F-4	35.69	31.87		35.69	31.87	35.95	31.71	1.65	73.29	65.23
G-2	35.69	31.87		35.69	31.87	35.95	31.71	1.65	73.29	65.23
G-3	56.44	50.32		56.44	50.32	55.76	48.96	1.65	113.85	100.93
G-4	35.69	31.87		35.69	31.87	35.95	31.71	1.65	73.29	65.23
H-2	24.37	21.98		24.37	21.98	24.97	22.21	1.06	50.4	45.25
H-3	38.58	34.44		38.58	34.44	38.76	34.16	1.06	78.4	69.66
H-4	24.37	21.98		24.37	21.98	24.97	22.21	1.06	50.4	45.25

NIVEL 10

No. Col.	1	2	3	4	5
B-2					
B-3					
B-4					
C-2	24.97	22.21	1.06	76.43	68.52
C-3	38.76	34.16	1.06	118.22	104.88
C-4	24.97	22.21	1.06	76.43	68.52
D-2	35.95	31.71	1.65	118.33	105.97
D-3	55.76	48.96	1.65	174.7	155.05
D-4	35.95	31.71	1.65	110.89	98.59
E-2	52.98	45.71	1.65	198.82	176.94
E-3	58.38	51.47	1.65	205.89	185.84
E-4	35.95	31.71	1.65	110.89	98.59
F-2	52.18	45.23	1.65	198.40	179.43
F-3	59.86	52.88	1.65	216.77	196.71
F-4	35.95	31.71	1.65	110.89	98.59
G-2	35.95	31.71	1.65	110.89	98.59
G-3	55.76	48.96	1.65	171.26	151.54
G-4	35.95	31.71	1.65	110.89	98.59
H-2	24.97	22.21	1.06	76.43	68.52
H-3	38.76	34.16	1.06	118.22	104.88
H-4	24.97	22.21	1.06	76.43	68.52

NIVEL 9

	1	2	3	4	5
	24.97	22.21	1.65	103.05	92.38
	38.76	34.16	1.65	158.63	140.69
	24.97	22.21	1.65	103.05	92.38
	35.95	31.71	3.23	157.51	140.91
	55.76	48.96	3.23	233.69	207.24
	35.95	31.71	3.23	150.07	133.53
	52.98	45.71	3.23	255.03	225.88
	58.38	51.47	3.23	267.50	240.54
	35.95	31.71	3.23	150.07	133.53
	52.18	45.23	3.23	253.81	227.89
	59.86	52.88	3.23	279.86	252.82
	35.95	31.71	3.23	150.07	133.53
	35.95	31.71	3.23	150.07	133.53
	55.76	48.96	3.23	230.25	203.73
	35.95	31.71	3.23	150.07	133.53
	24.97	22.21	1.98	103.38	92.71
	38.76	34.16	1.98	158.96	141.02
	24.97	22.21	1.98	103.38	92.71

NIVEL 6

No. Col.	1	2	3	4	5
B-2					
B-3					
B-4					
C-2	24.97	22.21	1.98	183.57	164.62
C-3	38.76	34.16	1.98	280.52	248.78
C-4	24.97	22.21	1.98	183.57	164.62
D-2	35.95	31.71	3.70	275.99	246.67
D-3	55.76	48.96	3.70	411.60	364.75
D-4	35.95	31.71	3.70	268.55	239.29
E-2	52.98	45.71	3.70	424.60	373.64
E-3	58.38	51.47	3.70	453.27	405.58
E-4	35.95	31.71	3.70	268.55	239.29
F-2	52.18	45.23	3.70	420.98	374.21
F-3	59.86	52.88	3.70	470.07	422.09
F-4	35.95	31.71	3.70	268.55	239.29
G-2	35.95	31.71	3.70	268.55	239.29
G-3	55.76	48.96	3.70	408.16	361.24
G-4	35.95	31.71	3.70	268.55	239.29
H-2	24.97	22.21	1.98	184.23	165.28
H-3	38.76	34.16	1.98	281.18	249.44
H-4	24.97	22.21	1.98	184.23	165.28

NIVEL 5

1	2	3	4	5
24.97	22.21	2.77	211.31	189.60
38.76	34.16	2.77	322.05	285.71
24.97	22.21	2.77	211.31	189.60
35.95	31.71	4.16	316.10	282.54
55.76	48.96	4.16	471.52	417.87
35.95	31.71	4.16	308.66	275.16
52.98	45.71	4.75	482.33	424.10
58.38	51.47	4.75	516.40	461.80
35.95	31.71	4.75	309.25	275.75
52.18	45.23	4.75	477.91	424.19
59.86	52.88	4.75	534.68	479.72
35.95	31.71	4.75	309.25	275.75
35.95	31.71	4.16	308.66	275.16
55.76	48.96	4.16	468.08	414.36
35.95	31.71	4.16	308.66	275.16
24.97	22.21	2.31	211.51	189.80
38.76	34.16	2.31	322.25	285.91
24.97	22.21	2.31	211.51	189.80

NIVEL 4

No. Col.	1	2	3	4	5
B-2	59.58	51.60	0	59.58	51.60
B-3	37.92	32.42	0	37.92	32.42
B-4	51.24	44.50	0	51.24	44.50
C-2	75.65	64.81	2.77	289.73	257.18
C-3	47.84	40.36	2.77	372.66	328.84
C-4	65.25	56.09	2.77	279.33	248.46
D-2	85.39	68.40	4.16	405.65	355.10
D-3	47.84	40.36	4.16	523.52	462.39
D-4	65.25	56.09	4.16	378.07	335.41
E-2	29.17	25.75	4.75	516.25	454.60
E-3	49.80	42.63	4.75	570.95	509.18
E-4	65.25	56.09	4.75	379.25	336.59
F-2	91.33	74.35	4.75	573.99	503.29
F-3	52.71	45.38	4.75	592.14	529.85
F-4	65.25	56.09	4.75	379.25	336.59
G-2	75.65	64.81	4.16	388.47	344.13
G-3	47.84	40.36	4.16	520.08	458.88
G-4	65.25	56.09	4.16	378.07	335.41
H-2	55.28	47.37	2.31	269.10	239.48
H-3	35.20	29.00	2.31	359.76	317.22
H-4	47.54	38.54	2.31	261.36	230.65

NIVEL 3

	1	2	3	4	5
	59.58	51.60	1.58	120.74	104.78
	37.92	32.42	1.58	77.42	66.42
	51.24	44.50	1.58	104.06	90.58
	75.65	64.81	3.70	369.08	325.69
	47.84	40.36	3.70	424.20	372.90
	65.25	56.09	3.70	348.28	308.25
	85.39	68.40	4.62	495.66	428.12
	47.84	40.36	4.62	575.98	507.37
	65.25	56.09	4.62	447.94	396.12
	29.17	25.75	5.94	551.36	486.29
	49.80	42.63	5.94	626.69	557.75
	65.25	56.09	5.94	450.44	398.62
	91.33	74.35	5.94	671.26	583.58
	52.71	45.38	5.94	650.79	581.17
	65.25	56.09	5.94	450.44	398.62
	75.65	64.81	4.62	468.74	413.56
	47.84	40.36	4.62	572.54	303.86
	65.25	56.09	4.62	447.94	396.12
	55.28	47.37	3.17	327.55	290.02
	35.20	29.00	3.17	398.13	349.39
	47.54	38.54	3.17	312.07	272.36

NIVEL 2

No.	Col.	1	2	3	4	5
B-2	59.58	51.60	1.58	181.90	157.96	
B-3	37.92	32.42	1.58	116.92	100.42	
B-4	51.24	44.50	1.58	156.88	136.66	
C-2	75.65	64.81	3.70	448.43	394.20	
C-3	47.84	40.36	3.70	475.74	416.96	
C-4	65.25	56.09	3.70	417.23	368.04	
D-2	85.39	68.40	4.62	585.67	501.14	
D-3	47.84	40.36	4.62	628.44	552.35	
D-4	65.25	56.09	4.62	517.81	456.83	
E-2	29.17	25.75	5.94	586.47	517.98	
E-3	49.80	42.63	5.94	682.43	606.32	
E-4	65.75	56.09	5.94	521.63	460.65	
F-2	91.33	74.35	5.94	768.53	663.87	
F-3	52.71	45.38	5.94	709.44	632.49	
F-4	65.25	56.09	5.94	521.63	460.65	
G-2	75.65	64.81	4.62	549.01	482.99	
G-3	47.84	40.36	4.62	625.00	548.84	
G-4	65.25	56.09	4.62	517.81	456.83	
H-2	55.28	47.37	3.17	386.00	340.56	
H-3	35.20	29.00	3.17	436.50	381.56	
H-4	47.54	38.54	3.17	362.78	314.07	

NIVEL 1

	1	2	3	4	5
	59.58	51.60	2.11	423.59	211.67
	37.92	32.42	2.11	156.95	134.95
	51.24	44.50	2.11	210.23	183.27
	75.65	64.81	4.22	528.30	466.23
	47.84	40.36	4.22	527.80	461.54
	65.25	56.09	4.22	486.70	428.35
	85.39	68.40	5.28	676.34	574.82
	47.84	40.36	5.28	681.56	597.99
	65.25	56.09	5.28	588.34	518.20
	29.17	25.75	6.60	622.24	550.33
	49.80	42.63	6.60	738.83	655.55
	65.25	56.09	6.60	593.48	523.34
	91.33	74.35	6.60	866.46	744.82
	52.71	45.38	6.60	768.75	684.47
	65.25	56.09	6.60	593.48	523.34
	75.65	64.81	5.28	629.94	553.08
	47.84	40.36	5.28	678.12	594.48
	65.25	56.09	5.28	588.34	518.20
	55.28	47.37	3.70	444.98	391.63
	35.20	29.00	3.70	475.40	414.26
	47.54	38.54	3.70	414.02	356.31

	B	C	D	E	F	G	H
2	/ 238.32 T. E	/ 501.76 C	/ 636.34 B	/ 577.1 A	/ 821.32 A	/ 589.94 B	/ 420.28 D
3	/ 151.68 E	/ 501.26 C	/ 641.56 B	/ 693.69 A	/ 723.61 A	/ 638.12 B	/ 450.7 D
4	/ 204.96 E	/ 460.16 C	/ 548.34 B	/ 548.34 A	/ 548.34 A	/ 548.34 B	/ 389.32 D

PLANTA BAJA

	A	B	C	D	E
N-12	50X50 CM.	50X50	40X40	40X40	
N-10	70X70	70X70	50X50	60X50	
N-8	80X70	80X70	60X50	60X50	
N-6	90X80	90X70	70X60	70X50	
N-4	100X90	100X70	80X70	80X60	60X40
N-2	100X100	100X80	80X80	80X70	80X40
N-0					

FIG. V.5. TIPOS Y SECCIONES DE COLUMNAS.

VI. DETERMINACION DE CARGAS ACCIDENTALES

Las cargas accidentales se deben tanto a sismo como a viento, tal como se ha explicado en el capítulo IV. Dadas las características de la estructura que se estudia en esta tesis, y por ubicarse dentro del Distrito Federal, basta con analizar la únicamente bajo el efecto debido a sismo, fenómeno que predomina sobre el de viento.

En el Artículo 237.- "CRITERIOS DE ANALISIS" del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, se indica lo siguiente: "Las estructuras se analizarán bajo la acción de los componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno.", es decir, acciones accidentales sísmicas. Los efectos que resultan de este análisis se deben combinar con los debidos a las cargas permanentes que actúan durante la mayor parte de la vida de la estructura.

El objetivo específico del análisis sísmico es determinar la magnitud y posición de las fuerzas sísmicas que actúan en cada entrepiso de la estructura.

VI.1. METODO DE ANALISIS SISMICO ESTATICO.

El Reglamento de Construcciones para el D.F. habla de -- tres métodos de análisis sísmico, el método simplificado, el método estático y el método dinámico. Las estructuras con altura menor a 60.0 M. y mayor a 13.0 M, como es el caso que se estudiaba, se pueden analizar mediante el método estático.

El método de análisis sísmico estático es aproximado. Los valores de las fuerzas sísmicas obtenidas mediante este método son más bien conservadores. Se adopta un espectro de aceleraciones de variación lineal con respecto a la altura, lo cual da lugar a márgenes de seguridad semejantes en todos los entrepisos. Las fuerzas horizontales son calculadas por medio de una fórmula que representa esta variación lineal de aceleraciones, con la condición de que la fuerza cortante en la base es igual al producto del coeficiente "c" (del cual se hablará más adelante), por el peso total de la estructura. Esto implica que la aceleración del centro de gravedad de la estructura está dada por el producto de "c" por la aceleración de la gravedad "g".

Para la aplicación de este método hace falta definir, en base al Reglamento de Construcciones para el D.F. (Cap. XXXVII), lo siguiente:

- a) Zona (I a IV): Según la ubicación del predio, ver Fig. VI.1.

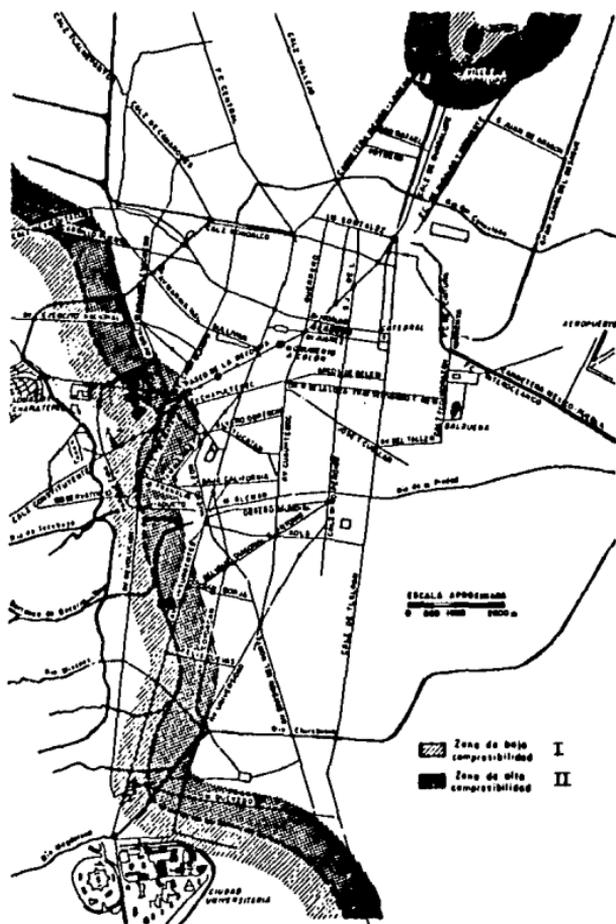


FIG. VI.1. ZONIFICACION SISMICA DEL DISTRITO FEDERAL
 (Manual de Diseño de Obras Civiles, C.F.E.
 1969).

- b) Grupo (A a C): De acuerdo al uso o importancia de la construcción. (Art. 232)
- c) Tipo (1 a 4): Depende del tipo de estructura. (Art. 233).
- d) Caso (1 a 5): Para la determinación del coeficiente de reducción por ductilidad. (Art. 235).

VI.1.1. HIPOTESIS Y DESARROLLO.

Las principales hipótesis en que se basa este método son las siguientes:

- La estructura está integrada por dos sistemas de marcos - ortogonales que trabajan independientemente.
- La fuerza cortante sísmica se descompone en dos vectores ortogonales en el sentido de los marcos, las cuales actúan en el centro de gravedad de cada nivel.
- Las rigideces de los elementos estructurales resistentes son conocidas.

Desarrollo del método:

- I. Obtención del peso de cada nivel para análisis sísmico - (W_s). Para ello se hace una reducción en las cargas permanentes C.P.A.D. debido a la disminución de carga viva -

para análisis por sismo o viento señalada por el Reglamento de Construcciones para el D.F. (Art. 227).

- II. Cálculo de la fuerza horizontal sísmica en cada nivel, aplicando la fórmula:

$$F_i = \frac{W_{si} h_i}{\sum (W_{si} h_i)} C \approx W_{si}, \quad i = 1, \text{No. de niveles}$$

donde:

F_i = Fuerza sísmica horizontal en el nivel i .

W_{si} = Peso del nivel i , para análisis sísmico.

h_i = Altura desde el nivel del terreno al nivel i .

$C = c/Q \geq a_0$

c = Coeficiente sísmico, depende del grupo y zona --
(Art. 234).

Q = Factor de ductilidad, depende del caso y tipo --
(Art. 235).

a_0 = Ordenada del espectro de aceleraciones para un período natural = 0 seg., depende de la zona. --
(Art. 236).

- III. Determinación de la fuerza cortante en cada nivel (V_i) acumulando la suma de fuerzas horizontales sísmicas de niveles superiores.

- IV. Cálculo, en cada nivel, de las coordenadas de posición de la fuerza cortante, en base a las coordenadas del centro

de gravedad de cargas:

$$X_{Vi} = \frac{\sum (F_i \bar{x}_i)}{V_i} \quad Y_{Vi} = \frac{\sum (F_i \bar{y}_i)}{V_i}$$

donde:

X_{Vi}, Y_{Vi} = Coordenadas (x, y) de la posición de la fuerza cortante en el nivel i.

\bar{x}_i, \bar{y}_i = Coordenadas del centro de gravedad de cargas - en el nivel i.

V_i = Fuerza cortante en el nivel i.

PROGRAMA: DETERMINACION DEL VALOR Y POSICION DEL
CORTANTE SISMICO EN CADA ENTREPISO

Este programa permite efectuar en forma precisa y rápida el análisis mencionado.

En una primera etapa, se calculan las coordenadas del centro de gravedad de cargas (\bar{x} , \bar{y}) de cada entrepiso y el peso total de éste para análisis y diseño, W_d . Con tal fin, se introduce la posición de los ejes de columnas respecto a un sistema de ejes X - Y arbitrario, y a continuación las cargas por columna, obtenidas de la Tabla de Bajada de Cargas (1 + 3).

Una vez calculados los centros de gravedad de cargas de -

todos los entrepisos, se procede a calcular la magnitud de la fuerza cortante sísmica que actúa en cada entrepiso de la estructura, utilizando el mencionado método estático. Para ello se utilizan los valores de carga para análisis sísmico (W_s) que se calculan reduciendo los valores de carga W_d .

También se obtienen las coordenadas (X_v, Y_v) de la posición de esta fuerza en cada entrepiso, en base a las coordenadas de posición del centro de cargas (obtenidas anteriormente).

INSTRUCCIONES DE USO.

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

CENTROS DE GRAVEDAD DE CARGAS.

- | | | | | |
|-----|---|----------|----------|----------|
| 1.- | Introducir L = No. de ejes en la dirección Y. | L | A' | L |
| | Introducir coord. x_i de cada eje, $i = 1, L$ (M) | x_1 | R/S | x_1 |
| | | x_2 | R/S | x_2 |
| | | \vdots | \vdots | \vdots |
| | | x_L | R/S | x_L |
| 2.- | Introducir M = No. de ejes en la dirección X. | M | B' | M |

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

Introducir coord. y_i de

cada eje, $i = 1, M$ (M)	y_1	R/S	y_1
	y_2	R/S	y_2
	\vdots	\vdots	\vdots
	y_M	R/S	y_M

3.- Introducir cargas (Ton)
por ejes W_{ij} , $j = 1, M$;
 $i = 1, L$.

0	C'	1
W_{11}	R/S	W_{11}
\vdots	\vdots	\vdots
W_{1M}	R/S	W_{1M}
\vdots	\vdots	\vdots
W_{L1}	R/S	W_{L1}
\vdots	\vdots	\vdots
W_{LM}	R/S	W_{LM}

4.- Obtener W_d (Ton)
 \bar{x}_i (M)
 \bar{y}_i

0	D'	W_d
W_d	R/S	\bar{x}_i
\bar{x}_i	R/S	\bar{y}_i

VALOR Y POSICION DE CORTANTE SISMICO

1.- Introducir No. de niveles N

N	A	N
---	---	---

2.- Introducir W_s (Ton) de cada nivel a partir del más alto.

W_{sN}	R/S	W_{sN}
W_{sN-1}	R/S	W_{sN-1}
\vdots	\vdots	\vdots
W_{s1}	R/S	W_{s1}

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

- 3.- Introducir alturas desde el nivel cero hasta cada uno de los N niveles empezando por el más alto.

h_i (M), $i = N, 1$

0	B	0
h_N	R/S	h_N
h_{N-1}	R/S	h_{N-1}
:	:	:
h_1	R/S	h_1

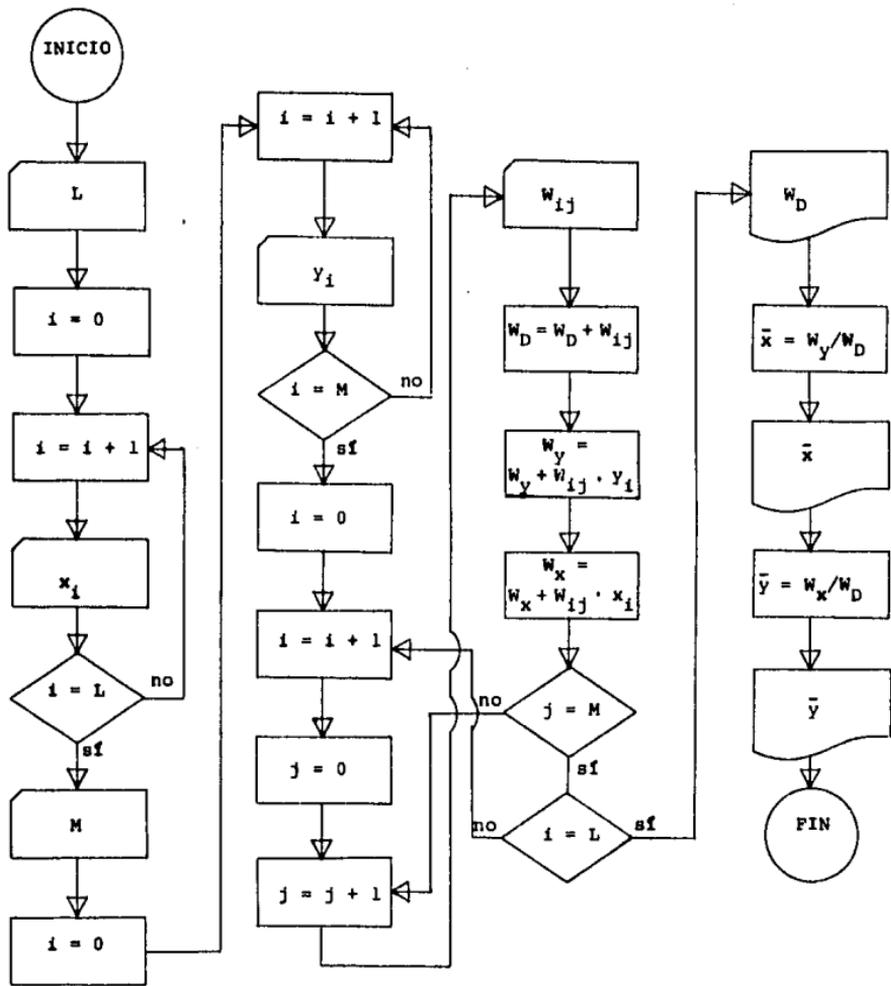
- 4.- Introducir "C" y obtener F_i, V_i (Ton) desde el último nivel hacia abajo, $i = N, 1$

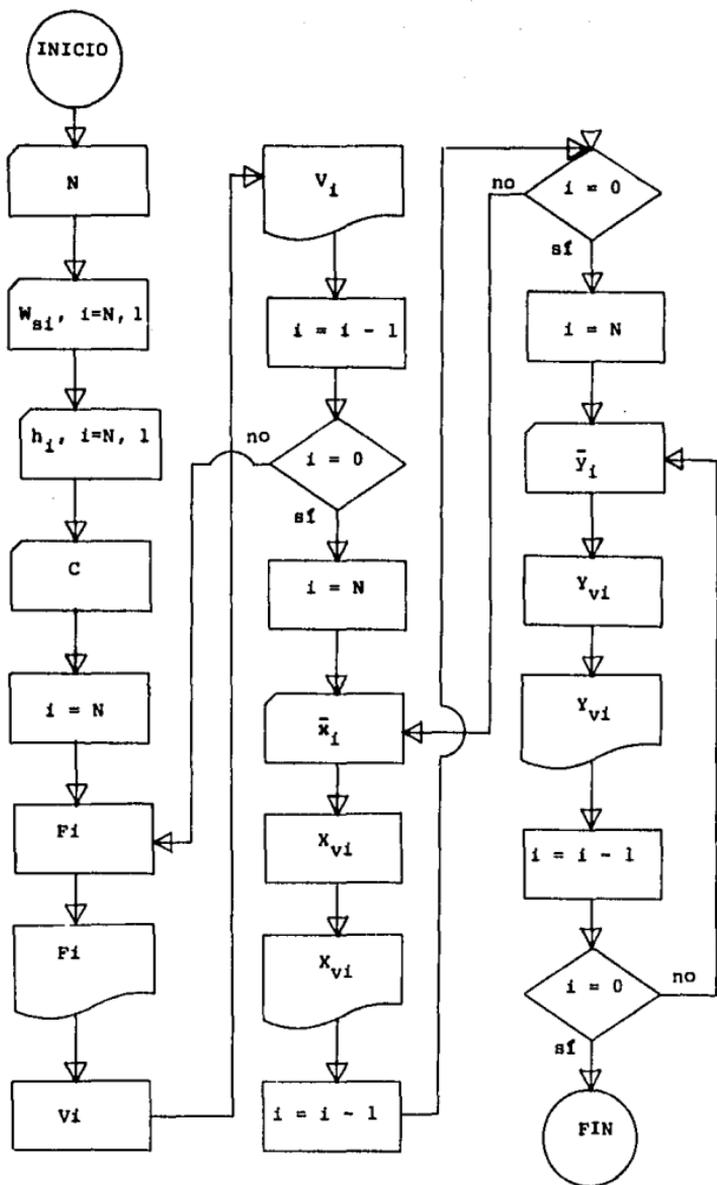
C	C	C
C	R/S	39
39	R/S	F_N
F_N	R/S	V_N
V_N	R/S	F_{N-1}
F_{N-1}	R/S	V_{N-1}
:	:	:
V_2	R/S	F_1
F_1	R/S	V_1

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

5.- Obtener posición del cor
tante introduciendo la -
posición del centro de -
gravedad de cargas de ca
da nivel a partir del ú
timo

	0	D	N
$\bar{x}_N, X_{VN} (M)$	x_N	E	X_{VN}
$\bar{y}_N, Y_{VN} (M)$	\bar{y}_N	E'	Y_{VN}
	\bar{x}_{N-1}	E	X_{VN-1}
	\bar{y}_{N-1}	E'	Y_{VN-1}
	\vdots	\vdots	\vdots
	\bar{x}_1	E	X_{V1}
	\bar{y}_1	E'	Y_{V1}





000	76	LBL	056	09	9	112	76	LBL	168	23	LNK
001	11	A	057	42	STO	113	15	E	169	76	LBL
002	32	XRT	058	07	07	114	65	X	170	18	C'
003	47	CMS	059	91	R/S	115	73	RC*	171	00	0
004	32	XRT	060	76	LBL	116	06	06	172	42	STO
005	42	STO	061	32	XRT	117	95	=	173	03	03
006	01	01	062	73	RC*	118	44	SUM	174	42	STO
007	42	STO	063	06	06	119	13	13	175	04	04
008	00	00	064	65	X	120	43	RCL	176	42	STO
009	71	SBR	065	43	RCL	121	13	13	177	05	05
010	90	LST	066	08	08	122	55	+	1178	43	R
011	76	LBL	067	65	X	123	73	RC*	179	01	01
012	23	LNK	068	43	RCL	124	07	07	180	42	STO
013	91	R/S	069	02	02	125	95	=	181	00	00
014	72	ST+	070	55	+	126	61	GTO	182	01	1
015	06	06	071	43	RCL	127	91	R/S	183	09	9
016	44	SUM	072	09	09	128	76	LBL	184	42	STO
017	08	08	073	95	=	129	10	E'	185	06	06
018	69	OP	074	72	ST+	130	65	X	186	76	LBL
019	26	26	075	06	06	131	73	RC*	187	98	ADV
020	97	DSZ	076	91	R/S	132	06	06	188	43	RCL
021	00	00	077	73	RC*	133	95	=	189	02	02
022	23	LNK	078	06	06	134	44	SUM	190	42	STO
023	61	GTO	079	85	+	135	14	14	191	09	09
024	91	R/S	080	73	RC*	136	43	RCL	192	94	4
025	76	LBL	081	07	07	137	14	14	193	00	0
026	12	B	082	95	=	138	55	+	194	42	STO
027	71	SBR	083	69	OP	139	73	RC*	195	07	07
028	90	LST	084	27	27	140	07	07	196	43	RCL
029	76	LBL	085	72	ST+	141	95	=	197	06	06
030	24	CE	086	07	07	142	69	OP	198	75	-
031	91	R/S	087	91	R/S	143	26	26	199	01	1
032	72	ST+	088	69	OP	144	69	OP	200	08	8
033	07	07	089	26	26	145	27	27	201	95	=
034	64	PD+	090	97	DSZ	146	61	GTO	202	76	LBL
035	06	06	091	00	00	147	91	R/S	203	99	PRT
036	73	RC*	092	32	XRT	148	76	LBL	204	91	R/S
037	06	06	093	61	GTO	149	14	D	205	42	STO
038	44	SUM	094	91	R/S	150	71	SBR	206	10	10
039	09	09	095	76	LBL	151	90	LST	207	44	SUM
040	69	OP	096	90	LST	152	61	GTO	208	03	03
041	27	27	097	01	1	153	91	R/S	209	65	X
042	69	OP	098	09	9	154	76	LBL	210	73	RC*
043	26	26	099	42	STO	155	16	A'	211	07	07
044	97	DSZ	100	06	06	156	11	A	212	95	=
045	00	00	101	04	4	157	76	LBL	213	44	SUM
046	24	CE	102	00	0	158	17	B'	214	65	05
047	61	GTO	103	42	STO	159	42	STO	215	43	RCL
048	91	R/S	104	07	07	160	02	02	216	10	10
049	76	LBL	105	43	RCL	161	42	STO	217	65	X
050	13	C	106	01	01	162	00	00	218	73	RC*
051	42	STO	107	42	STO	163	04	4	219	06	06
052	02	02	108	08	08	164	00	0	220	95	=
053	71	SBR	109	92	RTH	165	42	STO	221	44	SUM
054	90	LST	110	61	GTO	166	06	06	222	04	04
055	03	3	111	91	R/S	167	61	GTO	223	43	RCL

224 10 10
225 69 OP
226 27 27
227 97 DSZ
228 09 09
229 99 PRT
230 69 OP
231 26 26
232 97 DSZ
233 00 00
234 98 HDV
235 91 R/S
236 76 LBL
237 19 D'
238 43 RCL
239 03 03
240 91 R/S
241 43 RCL
242 04 04
243 55 +
244 43 RCL
245 03 03
246 95 =
247 91 R/S
248 43 RCL
249 05 05
250 55 +
251 43 RCL
252 03 03
253 95 =
254 91 R/S
255 76 LBL
256 91 R/S
257 91 R/S

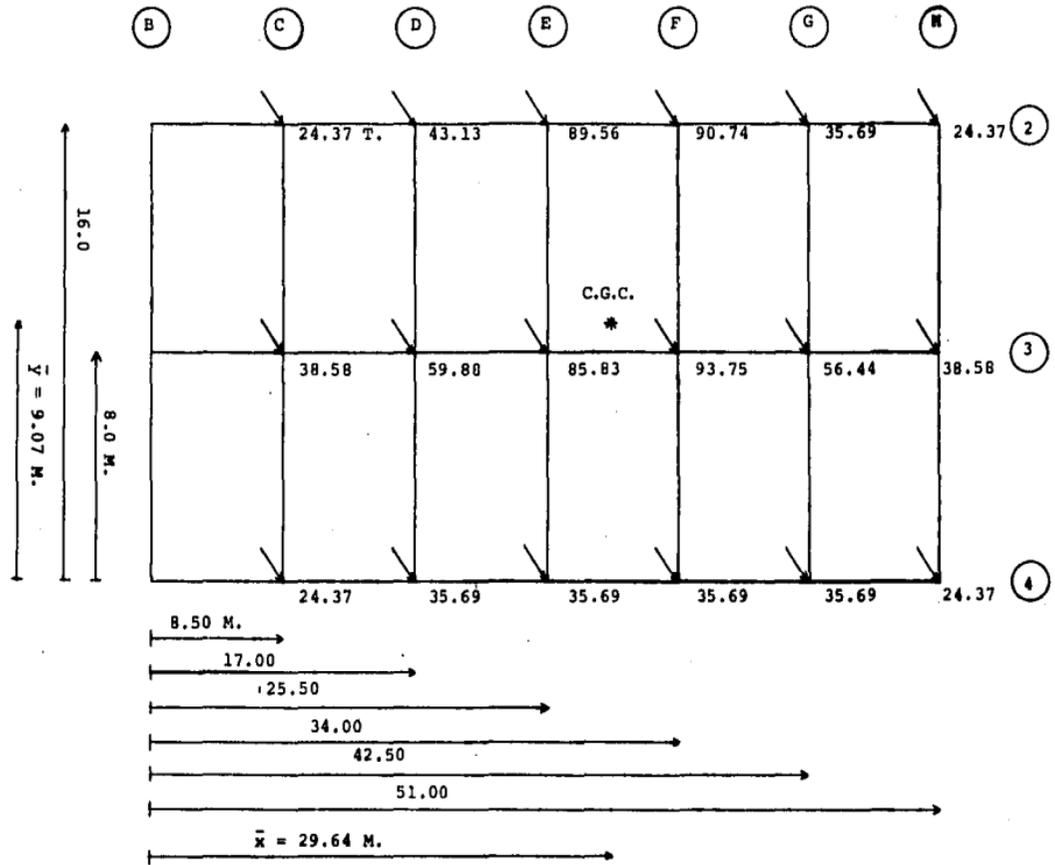
VI.1.2. DETERMINACION DE LA FUERZA CORTANTE SISMICA Y SU POSICION POR ENTREPISO.

Utilizando el programa de la forma en que se indica en seguida, se calculan en primer lugar los valores W_d , \bar{x} y \bar{y} de cada entrepiso. Se toman como ejes de referencia X-Y los ejes 4 - B.

EJEMPLO.- NIVEL AZOTEA

		INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.-	L	7	A'	7
	x_1 (M) (EJE B)	0	R/S	0
	x_2 (M) (EJE C)	8.5	R/S	8.5
	⋮	⋮	⋮	⋮
	x_7 (M) (EJE H)	51	R/S	51
2.-	M	3	B'	3
	y_1 (M) (EJE 4)	0	R/S	0
	y_2 (M) (EJE 3)	8.0	R/S	8.0
	y_3 (M) (EJE 2)	16	R/S	16
3.-		0	C	1
	W_{B4} (Ton)	0	R/S	0
	W_{B3} (Ton)	0	R/S	0
	W_{B2} (Ton)	0	R/S	2
	W_{C4} (Ton)	24.37	R/S	24.37
	W_{C3} (Ton)	38.58	R/S	38.58
	W_{C2} (Ton)	24.37	R/S	3

NIVEL. 12.
FIG. VI. 2



Con los datos hasta aquí obtenidos se aplicó el programa -
mencionado para hallar los valores y posiciones del cortante síg-
mico en la estructura de la siguiente manera:

		INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.-	N	12	A	12
2.-	W_{s12} (Ton)	847.22	R/S	847.22
	W_{s11} (Ton)	686.98	R/S	686.98
	⋮	⋮	⋮	⋮
	W_{s1} (Ton)	1237.88	R/S	1237.88
3.-		0	B	0
	h_{12} (M), $W_{s12} \times h_{12}$ (T-M)	35	R/S	29652.7
	h_{11} (M), $W_{s11} \times h_{11}$ (T-M)	32.25	R/S	22155.1
	⋮	⋮	⋮	⋮
	h_1 (M), $W_{s1} \times h_1$ (T-M)	4.75	R/S	5879.9
4.-	C	0.03	C	0.03
		0.03	R/S	39
	F_{12}' (Ton)	39	R/S	49.72
	V_{12}' (Ton)	49.72	R/S	49.72
	F_{11}' (Ton)	49.72	R/S	37.15
	V_{11}' (Ton)	37.15	R/S	86.87
	⋮	⋮	⋮	⋮
	F_1' (Ton)	311.09	R/S	9.86
	V_1' (Ton)	9.86	R/S	320.95

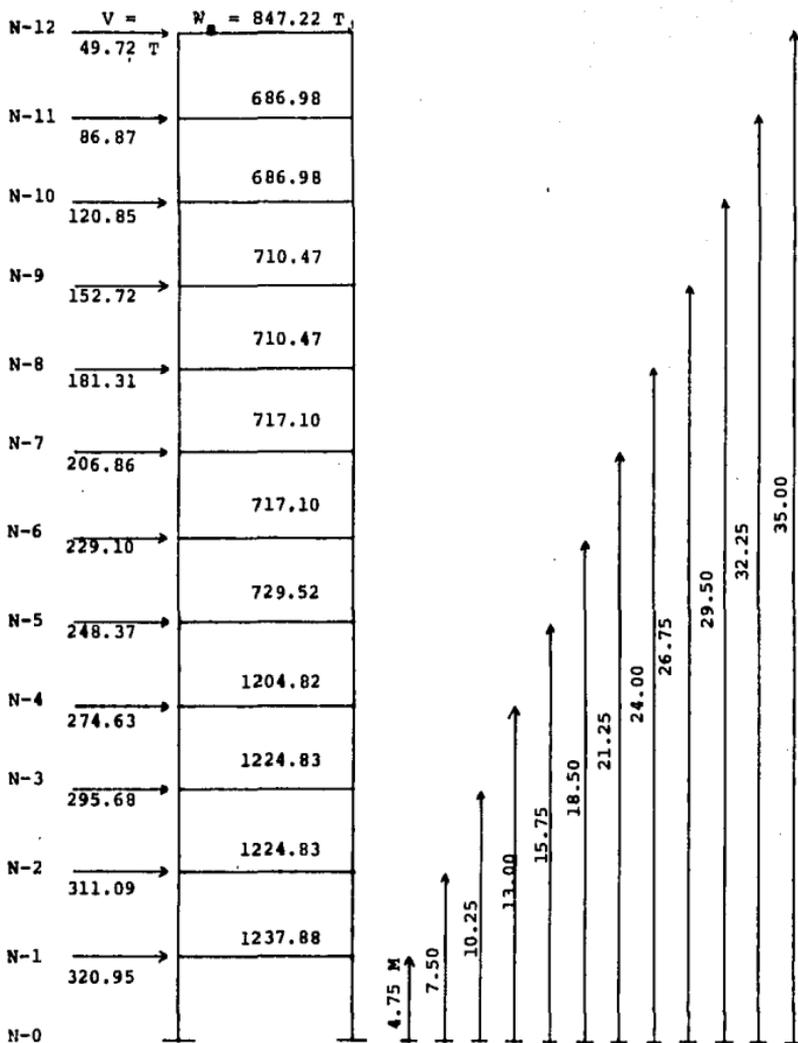


FIG. VI. 3

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
5.-	0	D'	12
$\bar{x}_{12}, x_{v12}, (M)$	29.64	E	29.64
$\bar{y}_{12}, y_{v12}, (M)$	9.07	E'	9.07
$\bar{x}_{11}, x_{v11}, (M)$	29.75	E	29.69
$\bar{y}_{11}, y_{v11}, (M)$	8.35	E'	8.76
⋮	⋮	⋮	⋮
$\bar{x}_1, x_{v1}, (M)$	25.52	E	28.78
$\bar{y}_1, y_{v1}, (M)$	8.28	E'	8.44

Los resultados del análisis completo se dan en la Tabla -

VI.3.

NIVEL	W_d Ton	\bar{x} M.	\bar{y} M.
12	872.42	29.64	9.07
11	754.18	29.75	8.35
10	754.18	29.75	8.35
9	777.67	29.78	8.34
8	777.67	29.78	8.34
7	784.30	29.75	8.34
6	784.30	29.75	8.34
5	796.72	29.72	8.33
4	1284.93	25.56	8.29
3	1304.94	25.52	8.29
2	1304.94	25.52	8.29
1	1318.00	25.52	8.28

TABLA VI.1

NIVEL	W_d Ton.	AREA M^2	RED. C.V. Ton./ M^2	W_s Ton.	FR
12	872.42	840.00	100 - 70 = 30	847.22	0.97
11	754.18	840.00	170 - 90 = 80	686.98	0.91
10	754.18	840.00	80	686.98	0.91
9	777.67	840.00	80	710.47	0.91
8	777.67	840.00	80	710.47	0.91
7	784.30	840.00	80	717.10	0.91
6	784.30	840.00	80	717.10	0.91
5	796.72	840.00	80	729.52	0.92
4	1284.93	1602.30	150 - 100 = 50	1204.82	0.94
3	1304.94	1602.30	50	1224.83	0.94
2	1304.94	1602.30	50	1224.83	0.94
1	1318.00	1602.30	50	1237.88	0.94

Donde: $W_s = W_d - (\text{AREA}) \times (\text{RED. C.V.})$

$$\text{FR} = W_s / W_d$$

TABLA VI.2

NIVEL	W_{si} TON	h_i MT	$W_i h_i$ TON-MT	F_i TON	V_i TON	\bar{x} MT	\bar{y} MT	X_v MT	Y_v MT
12	847.22	35.00	29652.70	49.72	49.72	29.64	9.07	29.64	9.07
11	686.98	32.25	22155.11	37.15	86.87	29.75	8.35	29.69	8.76
10	686.98	29.50	20265.91	33.98	120.85	29.75	8.35	29.70	8.65
9	710.47	26.75	19005.07	31.87	152.72	29.78	8.34	29.72	8.58
8	710.47	24.00	17051.28	28.59	181.31	29.78	8.34	29.73	8.54
7	717.10	21.25	15238.38	25.55	206.86	29.75	8.34	29.73	8.52
6	717.10	18.50	13266.35	22.24	229.10	29.75	8.34	29.73	8.50
5	729.52	15.75	11489.94	19.27	248.37	29.72	8.33	29.73	8.49
4	1204.82	13.00	15662.66	26.26	274.63	25.56	8.29	29.33	8.47
3	1224.83	10.25	12554.50	21.05	295.68	25.52	8.29	29.06	8.46
2	1224.83	7.50	9186.23	15.40	311.09	25.52	8.29	28.89	8.45
1	1237.88	4.75	5879.93	9.86	320.95	25.52	8.28	28.78	8.44

TABLA VI.3 VALOR Y POSICION DEL CORTANTE SISMICO EN CADA ENTREPISO.

VII. ANALISIS DE LA SUPERESTRUCTURA

Mediante el análisis de la superestructura se determinan los elementos mecánicos que actúan en las barras que la integran, tales como fuerzas normales, momentos flexionantes y fuerzas cortantes.

Las estructuras de edificios normalmente son de tipo reticular e hiperestáticas, formadas por barras y nudos. En una estructura hiperestática las condiciones de equilibrio no pueden ser determinadas usando solamente las ecuaciones de la estática. El grado de hiperestaticidad de la estructura es la diferencia entre el número de incógnitas que se presentan y el número de ecuaciones de la estática que pueden plantearse para su solución.

El análisis de estructuras hiperestáticas es más complejo que el de estructuras isostáticas. Pero, por lo general, bajo las mismas condiciones de carga, las estructuras hiperestáticas presentan esfuerzos y deformaciones menores que las estructuras isostáticas.

Para la solución de este tipo de estructuras es necesario introducir en el análisis características de rigidez de los elementos que las conforman. La rigidez (K) de un elemento es función de:

- Momento de inercia de la sección transversal (I)
- Módulo de elasticidad del material (E)
- Longitud del elemento (L)

$$K = E I / L$$

Hablando en forma estricta, el análisis de cualquier estructura, mediante cualquier método, es aproximado, ya que en realidad es imposible lograr constructivamente las condiciones en que se basan las hipótesis de todos los métodos de análisis estructural.

Es importante tener un buen criterio al elegir un método de análisis en particular, de tal forma que las hipótesis de éste - sean compatibles con las condiciones de la estructura real. Asimismo el tiempo disponible, el grado de exactitud deseado, la certeza en la determinación de las cargas, la distribución de éstas, la forma geométrica de la estructura, etc., son factores - que influyen en la elección de un método de análisis razonablemente "exacto".

Rigideces de columnas. Conocidas sus dimensiones, se obtiene el momento de inercia de su sección transversal y la rigidez relativa con las siguientes fórmulas:

$$I_c = \frac{b h^3}{12} \quad K_c = \frac{I_c}{H}$$

donde:

b = Dimensión perpendicular al plano del marco en estudio.

h = Ancho de la columna.

H = Altura de la columna.

Rigideces de trabes. En el caso de losas aligeradas, las - trabes se encuentran "ahogadas" en la losa. La distribución de elementos aligerantes (casetones de poliestireno) da lugar a las llamadas "nervaduras", en las cuales se distribuye el acero de - refuerzo. El criterio para distribuir los casetones en la plan- ta y fijar el ancho de cada nervadura, se expone en la Fig. --- VII.1.

El ancho de cada trabe (b) corresponde a la suma de anchos de nervaduras en la franja de columnas. Así se obtiene el momen- to de inercia de trabes y su rigidez relativa con las expresio- nes:

$$I_t = \frac{b h^3}{12} \quad K_t = \frac{I_t}{L}$$

donde:

b = Ancho de la trabe.

h = Peralte de la trabe (40 cm. en este caso).

L = Longitud del claro.

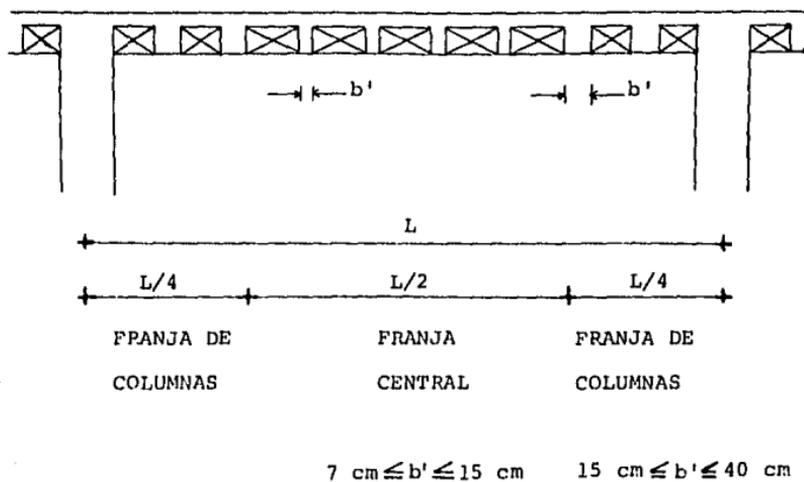
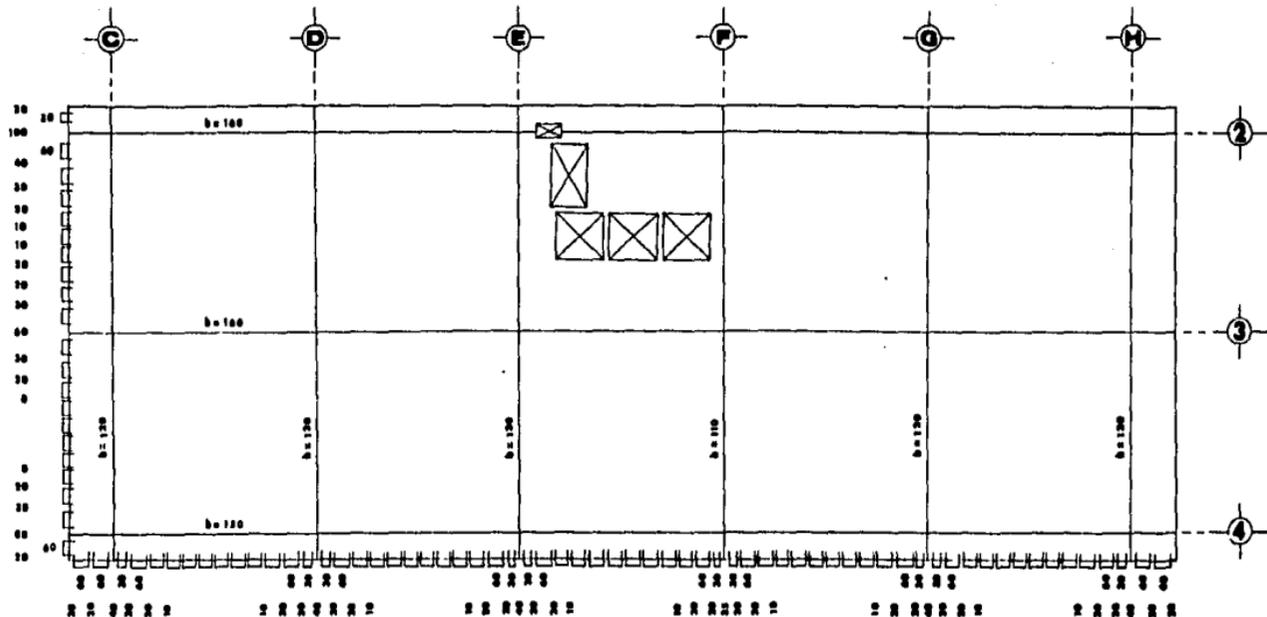


Fig. VII.1

En el siguiente plano se puede ver la forma en la cual están distribuidos los casetones (de 60 y 30 cm. de ancho) en la planta tipo, así como el ancho de cada nervadura (cm.) y los valores b (cm.) para cada trabe.



Distribuição de Colunas.- Planta Tipo

VII.1 ANÁLISIS BAJO ACCIONES PERMANENTES

El análisis de una estructura bajo acciones o cargas permanentes sólo toma en cuenta los efectos debidos a las cargas permanentes verticales que actúan en la estructura, los cuales se sumarán más tarde a los debidos a cargas accidentales horizontales.

Es necesario realizar este análisis suponiendo las condiciones más desfavorables de carga vertical, utilizando para ello las C.P.A.D.

Una análisis riguroso toma en cuenta todos los niveles de la estructura en forma simultánea, sin embargo, al descomponer la estructura en marcos equivalentes (como en el caso de esta tesis), el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado-ACI 318 - 77 en el inciso 13.7.2.4 permite, para carga vertical, analizar por separado cada piso y techo con las columnas, considerando que los extremos lejanos de éstas están empotrados.

En un marco sometido a acciones puramente verticales, se supone que en las trabes la fuerza axial es nula y que hay puntos de inflexión aproximadamente a un décimo de los claros a partir de los apoyos.

VII.1.1 METODO DE CROSS

El Profesor Hardy Cross presentó el método de análisis de estructuras que había venido utilizando en sus clases, en el artículo "Analysis of continuous frames by distributing fixed-end-moments", Trans. ASCE, vol. 96, cuad. 1793, 1932; este método es útil en el estudio de esfuerzos en estructuras con nudos rígidos. Para su aplicación no hace falta resolver sistemas de múltiples ecuaciones simultáneas, el método consiste en una serie de ciclos que convergen hacia un resultado preciso.

Las acciones provocan en las barras que concurren a cada nudo de la estructura los llamados momentos de empotramiento (ME); si los ME que concurren a un nudo dado no se anulan entre sí ($\sum M \neq 0$) surge un momento desequilibrado que provoca el giro del nudo hasta alcanzar el estado de equilibrio ($\sum M = 0$), distribuyéndose este M. deseq. en cada barra de las que concurren al nudo de acuerdo a su rigidez (momentos distribuidos, MD). Pero el giro de este nudo debido al M deseq. produce momentos en los extremos lejanos de las barras concurrentes al nudo, dando lugar a los momentos transmitidos a nudos vecinos (MT).

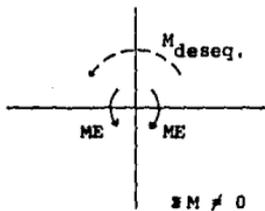
Al permitir el giro de todos los nudos de una estructura, los momentos transmitidos por las barras que concurren a cada nudo provocan un nuevo desequilibrio, por lo que hace falta repetir el ciclo soltando nuevamente los nudos para que busquen su

posición de equilibrio.

Los momentos transmitidos a los extremos de las barras concurrentes a un nudo son del orden del 50% del momento que actúa en cada una de dichas barras, es decir, el factor de transporte (FT) es 0.5.

El procedimiento propuesto por Cross consiste en liberar -- sucesivamente todos los nudos de la estructura obteniendo así -- una primera distribución de momentos. Si los momentos transmitidos a cada nudo provocan un desequilibrio importante, hay que liberar por segunda ocasión los nudos obteniendo una segunda dis--tribución de momentos, y así sucesivamente hasta que los momen--tos transmitidos a cada nudo provoquen un desequilibrio despre--ciable.

a)



b)

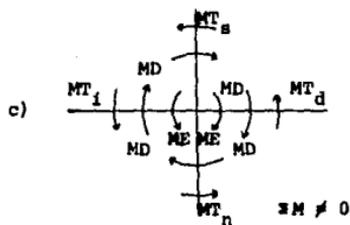
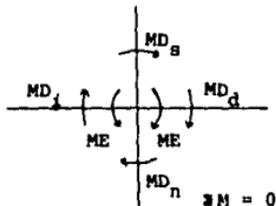


FIG. VII.2

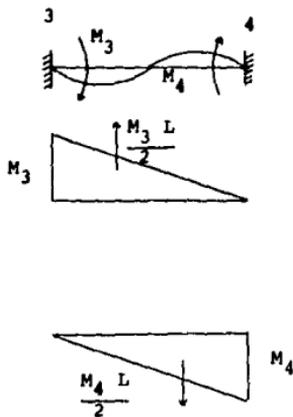


FIG. VII.3

$$M_4 = 0 ; \theta_4 = 0$$

$$\frac{M_3 L}{2} \cdot \frac{2}{3} L - \frac{M_4 L}{2} \cdot \frac{L}{3} = 0$$

$$\frac{M_3}{3} - \frac{M_4}{6} = 0$$

$$2 M_3 - M_4 = 0$$

$$M_3 = M_4 / 2$$

$$\therefore FT_{43} = 1 / 2$$

PROGRAMA: METODO DE CROSS

Utilizando este programa se obtienen los valores de los momentos equilibrados en las barras que concurren a cada nudo de una viga continua. Se analizan entrepisos aislados suponiendo que los extremos lejanos de las columnas están empotrados, por lo tanto no hay momentos transportados (MT) en estas barras.

Los datos necesarios son: a) Rigideces y b) Momentos de empotramiento (ME). Puede elegirse cualquier número de distribuciones (D) que se desee, teniendo en cuenta que demasiadas distribuciones requieren un tiempo de ejecución que muchas veces no justifica la exactitud alcanzada. El número máximo de nudos por viga (N) es 9. Los empotramientos son considerados como nudos, los apoyos simples no.

INSTRUCCIONES DE USO.

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

- 1.- Introducir núm. de nudos (N) y rigideces (K) de las barras que concurren a cada uno

	0	A	0
	N	R/S	1
Nudo 1: K barra izq.	K_{i1}	R/S	
K barra der.	K_{d1}	R/S	
K barra sup.	K_{s1}	R/S	
K barra inf.	K_{n1}	R/S	2
:	:	:	:
Nudo N:	K_{iN}	R/S	
	K_{dN}	R/S	
	K_{sN}	R/S	
	K_{nN}	R/S	

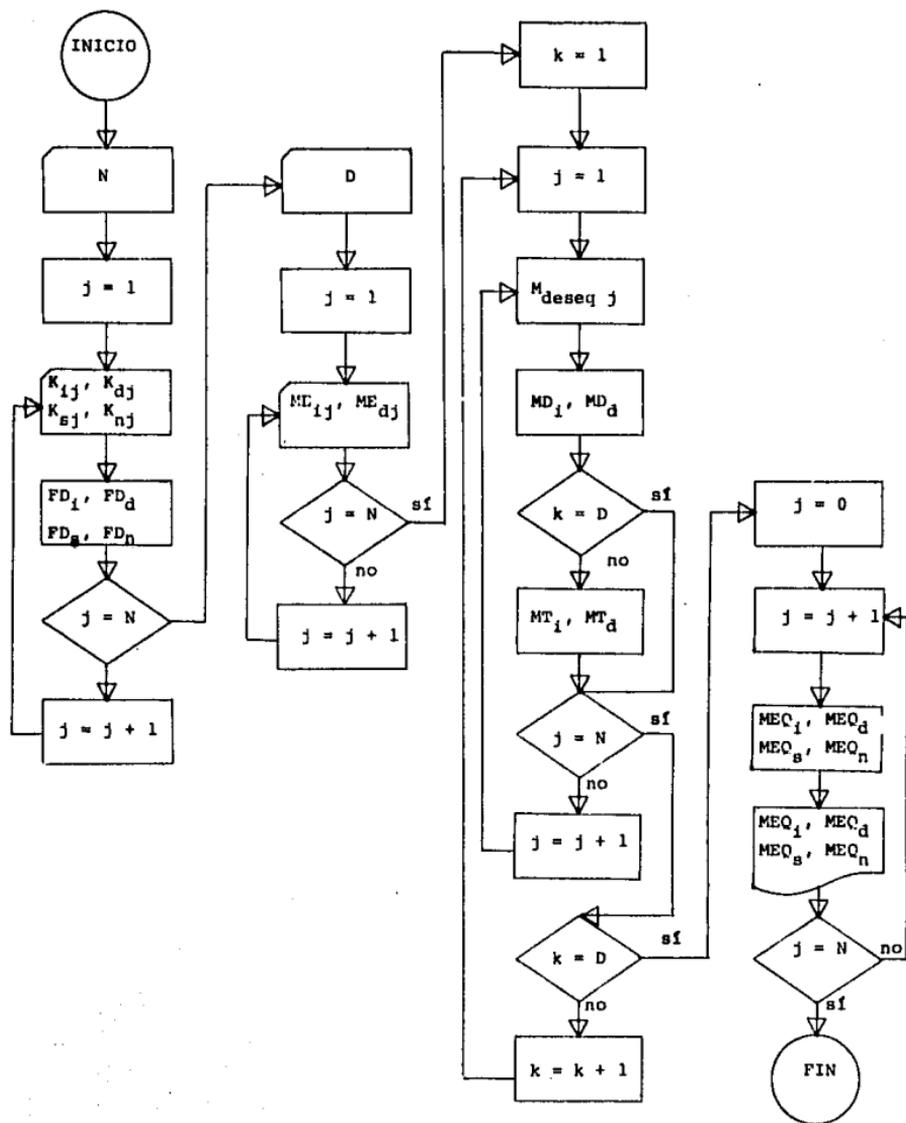
- 2.- Introducir núm de distribuciones (D) y momentos de empotramiento (ME, Ton-M)

	0	B	0
	D	R/S	1
Nudo 1: ME barra izq.	ME_{i1}	R/S	
ME barra der.	ME_{d1}	R/S	2
:	:	:	:
Nudo N:	ME_{iN}	R/S	
	ME_{dN}	R/S	

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

3.- Obtener momentos equilibrados
brados en cada nudo --
(Ton-M)

	0	C	0
Nudo 1: MEQ barra izq.		R/S	MEQ ₁₁
MEQ barra der.	MEQ ₁₁	R/S	MEQ _{d1}
MEQ barra sup.	MEQ _{d1}	R/S	MEQ _{s1}
MEQ barra inf.	MEQ _{s1}	R/S	MEQ _{n1}
:	:	:	:
Nudo N:	MEQ _{nN-1}	R/S	MEQ _{1N}
	MEQ _{1N}	R/S	MEQ _{dN}
	MEQ _{dN}	R/S	MEQ _{sN}
	MEQ _{sN}	R/S	MEQ _{1N}



000	76	LBL	056	43	RCL	112	43	RCL	168	99	PRT
001	11	A	057	07	63	113	07	07	169	72	ST*
002	61	1	058	55	4	114	95	=	170	07	07
003	32	XRT	059	43	RCL	115	66	PAU	171	72	ST*
004	02	2	060	07	07	116	99	PRT	172	04	04
005	06	6	061	95	=	117	74	SN*	173	91	R/S
006	05	5	062	66	PAU	118	01	01	174	99	PRT
007	07	7	063	99	PRT	119	69	0P	175	69	0P
008	02	2	064	65	K	120	21	21	176	24	24
009	01	1	065	01	1	121	97	DSZ	177	74	SN*
010	01	1	066	00	0	122	02	02	178	07	07
011	06	6	067	00	0	123	22	INV	179	72	ST*
012	69	0P	068	95	=	124	91	R/S	180	04	04
013	02	02	069	50	INT	125	76	LBL	181	69	0P
014	01	R/S	070	72	ST*	126	12	0	182	24	24
015	42	STO	071	01	01	127	98	ADV	183	69	0P
016	02	02	072	43	RCL	128	43	RCL	184	27	27
017	40	STO	073	04	04	129	10	10	185	97	DSZ
018	10	10	074	55	4	130	42	STO	186	02	02
019	01	1	075	43	RCL	131	02	02	187	34	√x
020	01	1	076	07	07	132	01	1	188	01	1
021	42	STO	077	95	=	133	00	0	189	32	XRT
022	01	01	078	66	PAU	134	69	0P	190	76	LBL
023	63	0P	079	99	PRT	135	02	02	191	23	LNK
024	05	05	080	22	INV	136	69	0P	192	43	RCL
025	76	LBL	081	77	0E	137	05	05	193	10	10
026	22	INV	082	65	K	138	91	R/S	194	42	STO
027	38	ADV	083	93	.	139	42	STO	195	02	02
028	69	0P	084	09	9	140	00	00	196	01	1
029	20	20	085	09	0	141	99	PRT	197	01	1
030	42	RCL	086	09	0	142	03	3	198	42	STO
031	00	00	087	70	LBL	143	00	0	199	06	06
032	95	=	088	65	K	144	01	1	200	05	5
033	91	R/S	089	74	SN*	145	07	7	201	08	8
034	99	PRT	090	01	01	146	69	0P	202	42	STO
035	42	STO	091	69	0P	147	02	02	203	07	07
036	03	03	092	21	21	148	69	0P	204	03	3
037	42	STO	093	43	RCL	149	65	95	205	04	4
038	07	07	094	65	05	150	05	5	206	42	STO
039	91	R/S	095	55	4	151	08	8	207	94	04
040	99	PRT	096	43	RCL	152	42	STO	208	00	0
041	42	STO	097	07	07	153	07	07	209	42	STO
042	04	04	098	95	=	154	03	3	210	03	03
043	44	SUM	099	66	PAU	155	04	4	211	76	LBL
044	07	07	100	99	PRT	156	42	STO	212	33	x2
045	91	R/S	101	65	K	157	04	04	213	73	RC*
046	99	PRT	102	01	1	158	76	LBL	214	07	07
047	42	STO	103	00	0	159	34	√x	215	94	+/-
048	65	05	104	01	0	160	43	RCL	216	42	STO
049	44	SUM	105	95	=	161	07	07	217	05	05
050	07	07	106	59	INT	162	75	-	218	43	RCL
051	91	R/S	107	72	ST*	163	05	5	219	03	03
052	42	STO	108	01	01	164	07	7	220	72	ST*
053	01	01	109	43	RCL	165	95	=	221	07	07
054	00	SUM	110	06	06	166	98	ADV	222	43	RCL
055	07	07	111	55	4	167	91	R/S	223	05	05

224	65	X	280	43	RCL	326	04	04	302	44	SUM
225	73	RC+	281	09	09	327	44	SUM	303	06	06
226	06	06	282	74	SH+	328	05	05	304	98	ADV
227	69	INT	283	01	04	329	99	PRT	305	97	DSZ
228	55	+	284	76	LBL	330	91	R/S	306	02	02
229	01	0	285	07	0	331	43	RCL	307	45	JK
230	00	0	286	42	STO	332	05	05	308	91	R/S
231	00	0	287	07	03	333	94	+/-			
232	95	=	288	03	2	334	42	STO			
233	74	SH+	289	44	SUM	335	95	05			
234	04	04	290	67	07	336	73	RC+			
235	69	OP	291	44	SUM	337	06	06			
236	34	34	292	06	06	338	59	INT			
237	63	OP	293	07	032	339	55	+			
238	37	37	294	02	02	340	01	1			
239	53	+	295	37	02	341	00	0			
240	02	2	296	97	032	342	00	0			
241	95	=	297	00	00	343	55	+			
242	40	STO	298	23	LNK	344	53	0			
243	60	69	299	91	R/S	345	24	DE			
244	40	RCL	300	76	LBL	346	95	+			
245	09	00	301	12	0	347	70	RC0			
246	07	EQ	302	99	ADP	348	06	06			
247	00	EE	303	02	0	349	22	INV			
248	47	RCL	304	07	7	350	59	INT			
249	69	0+	305	03	0	351	54	0			
250	74	SH+	306	00	0	352	22	INV			
251	04	04	307	69	OP	353	67	EQ			
252	76	LBL	308	02	02	354	54	0			
253	02	DE	309	63	OP	355	01	1			
254	74	SH+	310	00	00	356	76	LBL			
255	07	07	311	03	3	357	54	0			
256	02	2	312	04	4	358	42	STO			
257	44	SUM	313	50	STO	359	08	08			
258	04	04	314	04	04	370	63	X			
259	43	RCL	315	01	1	371	43	RCL			
260	95	55	316	02	2	372	65	05			
261	65	X	317	42	STO	373	95	=			
262	73	RC+	318	00	06	374	99	PRT			
263	06	06	319	43	RCL	375	91	R/S			
264	22	INV	320	10	10	376	47	RCL			
265	69	INT	321	42	STO	377	95	05			
266	95	=	322	02	02	378	65	0			
267	74	SH+	323	00	0	379	73	RC+			
268	04	04	324	32	INT	380	06	06			
269	55	+	325	76	LBL	381	22	INV			
270	00	0	326	43	0+	382	59	INT			
271	95	=	327	77	0+	383	55	0			
272	69	OP	328	04	04	384	43	RCL			
273	24	24	329	42	STO	385	02	02			
274	42	STO	330	05	05	386	95	=			
275	63	69	331	39	ST+	387	99	PRT			
276	43	RCL	332	41	R/S	388	31	R/S			
277	00	00	333	69	OP	389	69	OP			
278	67	EQ	334	24	24	390	04	24			
279	53	0	335	73	RC+	391	02	2			

EJEMPLO.- MARCO C, ENTREPISO 12

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.-	0	A	
N	3	R/S	1
K_{i1}	0	R/S	0
K_{d1}	0.8	R/S	0.8
K_{s1}	0	R/S	0
K_{n1}	0.78	R/S	2
⋮	⋮	⋮	⋮
K_{i3}	0.8	R/S	0.8
K_{d3}	0	R/S	0
K_{s3}	0	R/S	0
K_{n3}	0.78	R/S	0.49
2.-	0	B	
D	3	R/S	1
ME_{i1}	-1.51	R/S	-1.51
ME_{d1}	12.17	R/S	2
⋮	⋮	⋮	⋮
ME_{i3}	-12.17	R/S	-12.17
ME_{d3}	1.51	R/S	2

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
3.- MEQ _{i1}	0	C	-1.51
MEQ _{d1}	-1.51	R/S	6.78
MEQ _{s1}	6.78	R/S	0
MEQ _{n1}	0	R/S	-5.27
⋮	⋮	⋮	⋮
MEQ _{i3}		R/S	-6.84
MEQ _{d3}	-6.84	R/S	1.51
MEQ _{s3}	1.51	R/S	0
MEQ _{n3}	0	R/S	5.33

VII.2 ANALISIS BAJO ACCIONES ACCIDENTALES.

El comportamiento de una estructura sometida a acciones horizontales es completamente diferente del debido a acciones verticales. Aparecen puntos de inflexión cerca del centro de traveses y columnas.

El análisis bajo acciones accidentales se aplica a marcos individuales, elásticos, que se deforman solamente en flexión debido a cargas (accidentales) horizontales. Entre los métodos aproximados para estimar la distribución de fuerzas están los métodos del Portal y del Voladizo, sin embargo se usan básicamente para fijar las dimensiones de anteproyecto de las secciones en el modelo de análisis estructural cuando no se tiene suficiente experiencia para dar estos datos; y son poco útiles para evaluar deformaciones.

Métodos como el del Factor, más exactos, se basan en las relaciones supuestas entre las rotaciones de ciertos grupos de nudos. Este tipo de métodos dan errores menores de un 10% en las distorsiones de entrepiso cuando los marcos son regulares y las trabes no son muy flexibles con respecto a las columnas.

Para resultados de mayor exactitud se emplean métodos correctivos, de iteración o de relajaciones.

Previamente al análisis en sí hay que distribuir el cortante sísmico de cada entrepiso entre el número de marcos, en base a las rigideces de entrepiso.

VII.2.1 DETERMINACION DE LAS RIGIDECES DE ENTREPISO.

Para ello se utilizan las fórmulas proporcionadas por J.B. Wilbur (1a. aproximación) para marcos regulares formados por elementos de momentos de inercia constantes.

En base a las rigideces de traves y columnas de cada marco, se procede a aplicar las fórmulas mencionadas que son las siguientes:

$$K_{E1} = \frac{48 E}{h_n \left(\frac{4h_n}{\sum K_{cn}} + \frac{h_n + h_o}{(\sum K_{tn} + \sum K_{cn}/12)} \right)} \quad \text{1er. entrepiso}$$

$$K_{E2} = \frac{48 E}{h_n \left(\frac{4h_n}{\sum K_{cn}} + \frac{h_m + h_n}{(\sum K_{tn} + \sum K_{cm}/12)} + \frac{h_n + h_o}{\sum K_{tn}} \right)} \quad \text{2o. entrepiso}$$

$$K_{Ei} = \frac{48 E}{h_n \left(\frac{4h_n}{\sum K_{cn}} + \frac{h_m + h_n}{\sum K_{tm}} + \frac{h_n + h_o}{\sum K_{tn}} \right)} \quad \text{entrepisos intermed.}$$

$$K_{Eu} = \frac{48 E}{h_n \left(\frac{4h_n}{\sum K_{cn}} + \frac{h_m + 2h_n}{\sum K_{tm}} + \frac{h_n}{\sum K_{tn}} \right)} \quad \text{último entrepiso}$$

donde:

E = Módulo de elasticidad del concreto.

h_m = Altura del entrepiso inferior al analizado.

h_n = Altura del entrepiso analizado.

h_o = Altura del entrepiso superior al analizado.

$\sum K_{cn}$ = Suma de rigideces de columnas del entrepiso analizado.

$\sum K_{cm}$ = Suma de rigideces de columnas del entrepiso inferior al analizado.

$\sum K_{tn}$ = Suma de rigideces de trabes del entrepiso analizado.

$\sum K_{tm}$ = Suma de rigideces de trabes del entrepiso inferior al analizado.

PROGRAMA: DETERMINACION DE LAS RIGIDECES DE ENTREPISO.

Este programa utiliza las fórmulas de Wilbur para determinar las rigideces de cada entrepiso (K_E) para cada marco de la estructura. Los datos requeridos son las dimensiones de columnas y trabes, las alturas de entrepiso y el $f'c$ del concreto para calcular su módulo de elasticidad $E = 10,000 f'c$. En una de sus opciones el programa evita la necesidad de introducir dimensiones de elementos cuando todas las de un entrepiso se repiten en varios, ya sea que se trate de columnas, o de trabes. Si se dispone de los valores de sumas de rigideces en trabes y columnas de cada entrepiso, se pueden introducir en vez de las dimensiones de los elementos.

INSTRUCCIONES DE USO

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

- 1.- Introducir No. total de entrepisos N N A N
- 2.- Introducir $f'c$ (Kg/cm^2) $f'c$ B 48E
- 3.- Introducir geometría de los elementos. Si se tienen sus rigideces, - pasar a (4.-)
- a) Columnas. Introducir:
- | | | | |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| Núm. de entrepiso | N_E | A' | 0 |
| Altura del entrepiso H (cm) | H | R/S | |
| Columna 1: b (cm) | b_1 | R/S | |
| h (cm), | | | |
| K_C (cm^3) | h_1 | R/S | K_{c1} |
| \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |
| Ultima col.: b (cm) | b_u | R/S | |
| h (cm), | | | |
| K_C (cm^3) | h_u | R/S | K_{cu} |
- Si se repiten el número y dimensiones de cols. en otros entepisos (N_{Ei}), introducir: N_{Ei} C' $\neq K_{ci}$
- Efectuar (3a) hasta haber introducido todos los entrepisos.
- b) Trabes. Introducir:
- | | | | |
|----------------------------|-------|-----|----------|
| Núm. de entrepiso | N_E | B' | 0 |
| Trabe 1: L (cm) | L_1 | R/S | |
| b (cm) | b_1 | R/S | |
| h (cm), K_t (cm^3) | h_1 | R/S | K_{t1} |

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

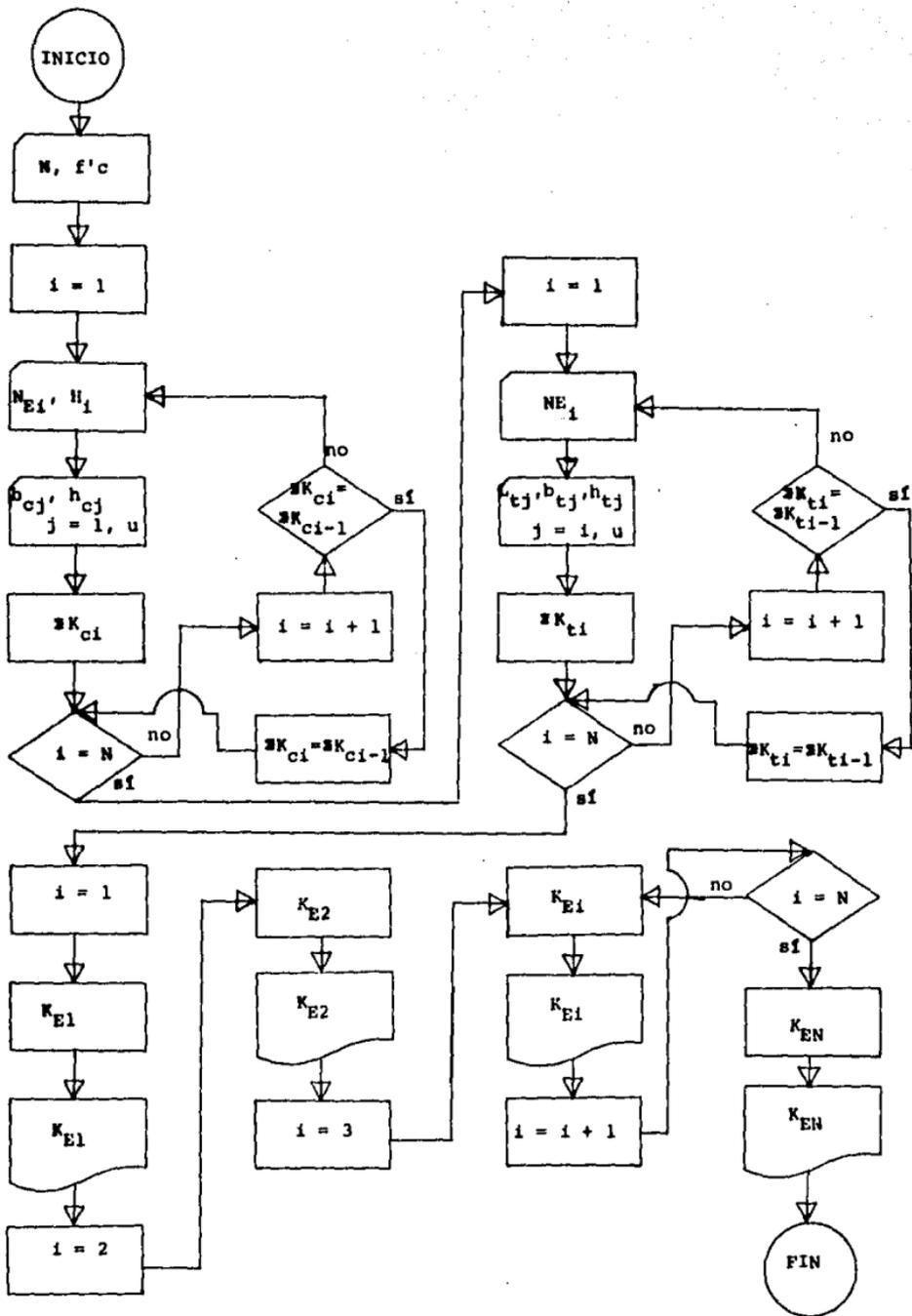
	:	:	:	:
Ultima trabe L(cm)		L_u	R/S	
b(cm)		b_u	R/S	
h(cm), K_t (cm ³)		h_u	R/S	K_{tu}

Si se repiten el n \acute{u} m
y dimensiones de tra
bes en otros entrepi
sos (N_{Ei}), introducir:
Efectuar (3b) hasta
haber introducido t_o
do los entrepisos.
Proseguir en el paso
(5.-)

N_{Ei}	D!	ΣK_{ti}
----------	----	-----------------

4.- Introducir alturas y ri gideces	0	D	14
Altura entrepiso 1 H_1 (cm)	H_1	R/S	H_1
:	:	:	:
Altura entrepiso N H_N (cm)	H_N	R/S	H_N
ΣK_t entrepiso 1 K_t (cm ³)	ΣK_{t1}	R/S	ΣK_{t1}
:	:	:	:
ΣK_t entrepiso N K_t (cm ³)	ΣK_{tN}	R/S	ΣK_{tN}
ΣK_c entrepiso 1 K_c (cm ³)	ΣK_{c1}	R/S	ΣK_{c1}
:	:	:	:
ΣK_c entrepiso N K_c (cm ³)	ΣK_{cN}	R/S	ΣK_{cN}

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
5.- Obtener rigideces de entrepiso K_E	0	E	
K_{E1}		R/S	K_{E1}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
K_{EN}	K_{EN-1}	R/S	K_{EN}



000	76	LRL	056	42	STO	112	01	1	168	05	+
001	11	H	057	00	00	113	02	2	169	73	RC+
002	42	STO	058	01	1	114	32	X&T	170	04	04
003	01	01	059	02	2	115	76	LDL	171	54)
004	99	PRT	060	42	STO	116	32	X&T	172	55	+
005	91	R/S	061	03	03	117	01	1	173	73	RC+
006	76	LBL	062	01	1	118	74	SN+	174	06	06
007	12	B	063	02	3	119	02	02	175	85	+
008	90	PRT	064	42	STO	120	01	1	176	53	<
009	98	ADV	065	04	04	121	44	SUN	177	73	RC+
010	34	VR	066	01	1	122	02	02	178	04	04
011	65	X	067	04	4	123	43	RCL	179	95	+
012	07	4	068	42	STO	124	02	02	180	73	RC+
013	08	8	069	05	05	125	22	INV	181	05	05
014	00	0	070	01	1	126	67	EQ	182	54)
015	00	0	071	02	2	127	32	X&T	183	55	+
016	00	0	072	85	+	128	01	1	184	73	RC+
017	00	0	073	43	RCL	129	44	SUN	185	07	07
018	95	=	074	01	01	130	00	00	186	95	=
019	42	STO	075	95	=	131	01	1	187	61	GTO
020	13	13	076	42	STO	132	32	X&T	188	34	VR
021	91	R/S	077	06	06	133	43	RCL	189	76	LBL
022	76	LBL	078	65	+	134	00	00	190	45	JK
023	13	C	079	01	1	135	67	EQ	191	42	RCL
024	32	X&T	080	95	=	136	45	JK	192	13	13
025	01	1	081	42	STO	137	02	2	193	55	+
026	22	INV	082	07	07	138	32	X&T	194	73	RC+
027	67	EQ	083	85	+	139	43	RCL	195	04	04
028	00	00	084	01	1	140	00	00	196	55	+
029	32	32	085	95	=	141	67	EQ	197	53	<
030	86	STF	086	42	STO	142	53	<	198	04	4
031	01	01	087	08	08	143	43	RCL	199	65	X
032	91	R/S	088	43	RCL	144	01	01	200	73	RC+
033	76	LBL	089	06	06	145	32	X&T	201	04	04
034	14	D	090	85	+	146	43	RCL	202	55	+
035	01	1	091	43	RCL	147	01	00	203	73	RC+
036	04	4	092	01	01	148	67	EQ	204	10	10
037	42	STO	093	95	=	149	54	)	205	85	+
038	12	12	094	42	STO	150	43	RCL	206	53	<
039	76	LBL	095	09	09	151	13	13	207	73	RC+
040	24	CE	096	85	+	152	55	+	208	04	04
041	91	R/S	097	01	1	153	73	RC+	209	85	+
042	99	PRT	098	95	=	154	04	04	210	73	RC+
043	72	ST+	099	42	STO	155	55	+	211	05	05
044	12	12	100	10	10	156	53	<	212	54)
045	32	X&T	101	85	+	157	04	4	213	55	+
046	01	1	102	01	1	158	65	X	214	53	<
047	44	SUN	103	95	=	159	73	RC+	215	73	RC+
048	12	12	104	42	STO	160	04	04	216	07	07
049	32	X&T	105	11	11	161	55	+	217	85	+
050	61	GTO	106	91	R/S	162	73	RC+	218	73	RC+
051	24	CE	107	76	LBL	163	10	10	219	10	10
052	76	LBL	108	33	X2	164	85	+	220	55	+
053	15	E	109	03	X	165	53	<	221	01	1
054	98	ADV	110	42	STO	166	73	RC+	222	02	2
055	00	0	111	02	02	167	03	03	223	54)

224	54	)	280	43	ROL	336	65	+	392	00	00
225	95	=	281	13	13	337	01	1	393	76	LBL
226	61	GT0	282	58	+	338	03	3	394	90	LST
227	34	VT	283	73	RC+	339	95	=	395	91	R/S
228	76	LBL	284	04	04	340	42	ST0	396	42	ST0
229	57	+	285	55	+	341	12	12	397	12	12
230	43	ROL	286	57	+	342	85	+	398	91	R/S
231	13	13	287	04	+	343	43	ROL	399	32	R&T
232	55	+	288	65	K	344	01	01	400	00	0
233	77	RC+	289	73	RC+	345	65	K	401	91	R/S
234	04	04	290	04	04	346	02	2	402	45	PK
235	55	+	291	55	+	347	95	=	403	03	3
236	53	+	292	73	RC+	348	42	ST0	404	85	K
237	04	+	293	10	10	349	03	03	405	32	R&T
238	65	+	294	85	+	350	00	0	406	55	+
239	73	RC+	295	57	+	351	71	ST+	407	91	1
240	04	04	296	73	RC+	352	03	03	408	02	2
241	55	+	297	03	03	353	91	R/S	409	55	+
242	73	RC+	298	85	+	354	99	PRT	410	43	ROL
243	10	10	299	07	2	355	72	ST+	411	12	12
244	65	+	300	65	K	356	12	12	412	95	=
245	50	+	301	75	RC+	357	76	LBL	413	99	PRT
246	73	RC+	302	04	04	358	90	ADV	414	74	SH+
247	07	03	303	54	+	359	91	R/S	415	00	00
248	95	+	304	55	+	360	32	R&T	416	61	GT0
249	73	RC+	305	73	RC+	361	00	0	417	90	LST
250	04	04	306	03	03	362	91	R/S	418	76	LBL
251	54	+	307	95	+	363	45	PK	419	19	0
252	55	+	308	73	RC+	364	03	3	420	85	+
253	53	+	309	04	04	365	65	K	421	01	1
254	73	RC+	310	55	+	366	32	R&T	422	03	3
255	06	06	311	73	RC+	367	55	+	423	95	=
256	95	+	312	07	07	368	01	1	424	42	ST0
257	73	RC+	313	54	+	369	02	2	425	04	04
258	09	09	314	95	=	370	53	+	426	95	+
259	55	+	315	99	PRT	371	73	RC+	427	02	2
260	01	1	316	99	ADV	372	12	12	428	05	K
261	02	2	317	91	R/S	373	95	=	429	43	ROL
262	54	+	318	01	1	374	93	PRT	430	91	01
263	85	+	319	94	+	375	74	SH+	431	95	=
264	53	+	320	91	R/S	376	03	03	432	42	ST0
265	73	RC+	321	76	LBL	377	81	GT0	433	00	00
266	04	04	322	34	VT	378	98	ADV	434	73	RC+
267	95	+	323	22	ADV	379	76	LBL	435	12	12
268	73	RC+	324	87	LEF	380	17	0	436	72	ST+
269	05	05	325	01	01	381	95	+	437	04	04
270	64	+	326	03	03	382	43	ROL	438	73	RC+
271	55	+	327	31	31	383	01	01	439	03	03
272	73	RC+	328	99	PRT	384	65	+	440	72	ST+
273	07	07	329	61	GT0	385	01	1	441	00	00
274	54	+	330	33	02	386	03	3	442	91	R/S
275	95	=	331	91	R/S	387	95	=	443	18	0
276	01	GT0	332	61	GT0	388	42	ST0	444	76	LBL
277	34	VT	333	37	02	389	00	00	445	19	0
278	76	LBL	334	76	LBL	390	00	0	446	85	+
279	54	+	335	16	0	391	72	ST+	447	01	1

448	03	3
449	95	+
450	43	RCL
451	01	01
452	95	=
453	42	ST0
454	03	03
455	73	RC+
456	00	00
457	72	ST+
458	03	03
459	91	R/S
460	19	D'

EJEMPLO .- MARCO C

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.- N	12	A	12
2.- f'c	210	R/S	69.56 EE 5
4.-	0	D	14
H ₁	475	R/S	475
⋮	⋮	⋮	⋮
H ₁₂	275	R/S	275
⊠K _{t1}	1.6	R/S	1.6
⋮	⋮	⋮	⋮
⊠K _{t12}	1.6	R/S	1.6
⊠K _{c1}	21.57	R/S	21.57
⋮	⋮	⋮	⋮
⊠K _{c12}	2.34	R/S	2.34
5.-	0	E	38
K _{E1}	38	R/S	47.4 EE 3
K _{E2}	47.4 EE 3	R/S	42.6 EE 3
⋮	⋮	⋮	⋮
K _{E12}	21.8 EE 3	R/S	21.8 EE 3

		$K_c = 0.8$			0.8					
$h = 2.75 \text{ m.}$		(120×40)						$K_R = 21.80 \times 10^3$		
		$K_a = 0.78$			0.78			0.78		
		(40×40)								
		0.8			0.8					
2.75		0.78			0.78			21.80 $\times 10^3$		
		0.8			0.8					
2.75		1.89			1.89			28.71 $\times 10^3$		
		(50×50)								
		0.8			0.8					
2.75		1.89			1.89			28.71 $\times 10^3$		
		0.8			0.8					
2.75		3.27			3.27			31.64 $\times 10^3$		
		(60×50)								
		0.8			0.8					
2.75		3.27			3.27			31.64 $\times 10^3$		
		0.8			0.8					
2.75		6.24			6.24			33.89 $\times 10^3$		
		(70×60)								
		0.8			0.8					
2.75		6.24			6.24			33.89 $\times 10^3$		
		0.8			0.8					
2.75		10.86			10.86			35.07 $\times 10^3$		
		(80×70)								
		0.8			0.8					
2.75		10.86			10.86			35.07 $\times 10^3$		
		0.8			0.8					
2.75		12.41			12.41			42.57 $\times 10^3$		
		(80×80)								
		0.8			0.8					
4.75		7.19			7.19			47.40 $\times 10^3$		
		(80×80)								
		8.0m			8.0 m			MARCO C		

VII.2.2 DISTRIBUCION DE CORTANTE SISMICO EN MARCOS.

En cada entrepiso es posible determinar las coordenadas -- (X_T, Y_T) del centro de gravedad de rigideces (CGR) conociendo de antemano la contribución a la rigidez de cada marco (K_{ix}, K_{iy}) . Por otro lado la fuerza cortante actúa en el centro de cortante (CV, X_V, Y_V) de cada entrepiso. Es muy raro que ambos centros - (de rigideces y de cortantes) coincidan, por lo cual se genera - un par o momento torsionante que es el producto de la fuerza cor- tante por la excentricidad torsional incrementada según el Regla- mento de Cosrucciones para el D.F. Art. 240. VII. La excentri- cidad torsional es la distancia entre el CGR y el CV.

Se obtiene un momento torsionante para cada una de las di- recciones ortogonales X, Y en cada entrepiso, con la siguiente - expresión:

$$M_{tx,y} = V E_{x,y}$$

donde:

V = Fuerza cortante en el entrepiso.

$E_{x,y}$ = Excentricidad, es el valor mayor de: $(1.5 e \pm 0.1 b)$

1.5 = Coeficiente que toma en cuenta las amplificaciones diná- micas.

e = Excentricidad torsional: $|X_V - X_T|$, $|Y_V - Y_T|$

X_T, Y_T = Coordenadas del CGR

$$X_T = \sum(K_{iy} x_i) / \sum K_{iy} \quad ; \quad Y_T = \sum(K_{ix} y_i) / \sum K_{ix}$$

x_i, y_i = Coordenadas que definen la posición de cada marco con respecto a un sistema arbitrario de ejes X - Y.

0.1 b = Excentricidad accidental adicional, cubre las variaciones de rigidez.

b = Dimensión mayor de la planta, normal a la acción del cortante que se analiza.

El momento torsionante así calculado produce un cortante por torsión V_t , que hay que añadir al cortante directo V_d , para obtener posteriormente el cortante total que actúa en cada marco en cada entrepiso. $V_T = V_t + V_d$

Para marcos normales al eje X:

$$V_d = V \frac{K_{iy}}{\sum K_{iy}} \quad V_t = M_t \frac{K_{iy} x_{it}}{\sum(K_{ix} y_{it}^2) + \sum(K_{iy} x_{it}^2)}$$

Para marcos normales al eje Y:

$$V_d = V \frac{K_{ix}}{\sum K_{ix}} \quad V_t = M_t \frac{K_{ix} y_{it}}{\sum(K_{ix} y_{it}^2) + \sum(K_{iy} x_{it}^2)}$$

donde:

x_{it}, y_{it} = Distancia entre el marco considerado y el CGR.

K_{iy}, K_{ix} = Rigidez de entrepiso de cada marco X, Y respectivamente.

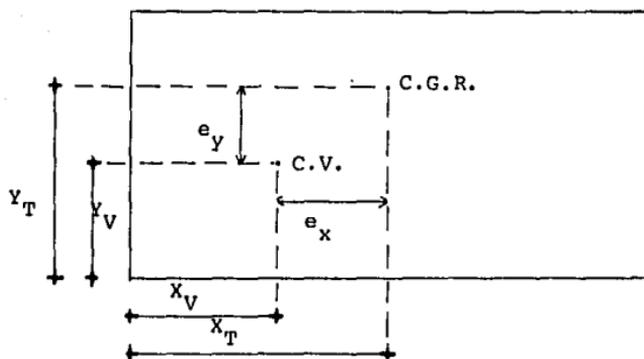


FIG. VII.4. EXCENRICIDADES TORSIONALES.

PROGRAMA: DISTRIBUCION DE CORTANTE SISMICO EN MARCOS.

A través del procedimiento descrito se determina la fuerza cortante que actúa en cada marco en cada entrepiso. Los valores K_{iy} , K_{ix} corresponden a las rigideces de entrepiso obtenidas mediante las fórmulas de Wilbur. Todas las coordenadas de posición deben estar referidas a un mismo sistema de ejes. Para cada marco el valor del momento de torsión visualizado es el más desfavorable de los dos que pueden presentarse, el cortante por torsión corresponde a este momento. El programa analiza hasta 19 marcos en cualquier combinación en cada entrepiso; $(N_1+N_2) < 20$.

INSTRUCCIONES DE USO

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

- 1.- Introducir Núm. de marcos perpendiculares al eje X, N_1

Introducir rigideces - de éstos marcos y su posición respecto al - eje Y, MARCOS Y

	N_1	A	1
K_{1y}	K_{1y}	R/S	K_{1y}
x_1 (M)	x_1	R/S	2
:	:	:	:
K_{N1y}	K_{N1y}	R/S	K_{N1y}
x_{N1} (M)	x_{N1}	R/S	

- 2.- Introducir Núm. de marcos perpendiculares al eje Y, N_2

Introducir rigideces - de estos marcos y su posición respecto al - eje X, MARCOS X

	N_2	B	1
K_{1x}	K_{1x}	R/S	K_{1x}
y_1 (M)	y_1	R/S	2
:	:	:	:
K_{N2x}	K_{N2x}	R/S	K_{N2x}
y_{N2} (M)	y_{N2}	R/S	

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

- 3.- Introducir valor y posición del cortante sfs_mico V para el entrepiso analizado

	0	D	
V (Ton)	V	R/S	V
$X_V(M)$, $X_T(M)$	X_V	R/S	X_T
$Y_V(M)$, $Y_T(M)$	Y_V	R/S	Y_T

- 4.- Obtener los valores de: Momento torsionante más desfavorable M_t , cortante por torsión V_t , cortante directo V_d , y cortante total V_T

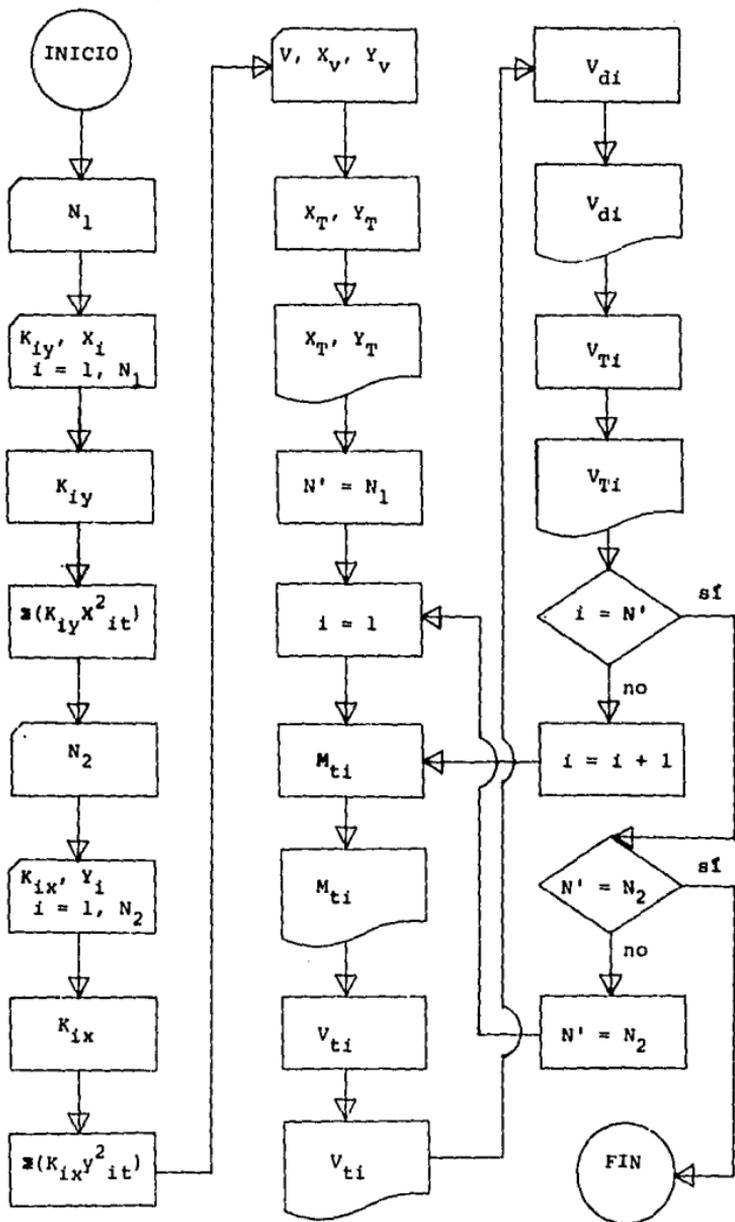
MARCOS Y:

M_{t1} (Ton-M)	0	E	M_{t1}
V_{t1} (Ton)	M_{t1}	R/S	V_{t1}
V_{d1} (Ton)	V_{t1}	R/S	V_{d1}
V_{T1} (Ton)	V_{d1}	R/S	V_{T1}
:	:	:	:
M_{tN1}	V_{TN-1}	R/S	M_{tN1}
V_{tN1}	M_{tN1}	R/S	V_{tN1}
V_{dN1}	V_{tN1}	R/S	V_{dN1}
V_{TN1}	V_{dN1}	R/S	V_{TN1}

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

MARCOS X:

M_{t1}	V_{TN1}	R/S	M_{t1}
V_{t1}	M_{t1}	R/S	V_{t1}
V_{d1}	V_{t1}	R/S	V_{d1}
V_{T1}	V_{d1}	R/S	V_{T1}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
M_{tN2}	V_{TN2-1}	R/S	M_{tN2}
V_{tN2}	M_{tN2}	R/S	V_{tN2}
V_{dN2}	V_{tN2}	R/S	V_{dN2}
V_{TN2}	V_{dN2}	R/S	V_{TN2}



000	76	LBL	056	42	STO	112	42	STO	168	54)
001	11	H	057	06	06	113	03	03	169	33	x2
002	32	X&T	058	91	R/S	114	00	0	170	65	X
003	71	SBR	059	42	STO	115	42	STO	171	73	RC*
004	53	<	060	08	08	116	04	04	172	00	00
005	32	X&T	061	43	RCL	117	42	STO	173	95	=
006	42	STO	062	07	07	118	14	14	174	44	SUN
007	01	01	063	91	R/S	119	76	LCL	175	15	15
008	71	SBR	064	42	STO	120	34	√x	176	97	DSZ
009	33	x2	065	12	12	121	71	SBR	177	03	03
010	42	STO	066	43	RCL	122	99	ADV	178	24	CE
011	07	07	067	11	11	123	43	RCL	179	92	RTN
012	73	RC*	068	91	R/S	124	15	15	180	76	LBL
013	05	05	069	76	LBL	125	75	-	181	98	ADV
014	42	STO	070	15	E	126	43	RCL	182	69	DP
015	09	09	071	71	SBR	127	03	03	183	20	20
016	43	RCL	072	53	<	128	85	+	184	69	DP
017	04	04	073	00	0	129	01	1	185	25	25
019	42	STO	074	42	STO	130	35	=	186	92	RTN
019	10	10	075	15	15	131	91	R/S	187	76	LBL
020	91	R/S	076	76	7	132	72	ST*	188	38	SIN
021	76	LBL	077	42	STO	133	00	00	189	42	STO
022	12	B	078	04	04	134	44	SUN	190	03	03
023	32	X&T	079	43	RCL	135	04	04	191	76	LBL
024	01	1	080	01	01	136	91	R/S	192	30	TAN
025	05	5	081	71	SBR	137	72	ST*	193	43	RCL
026	05	+	082	44	SUM	138	05	05	194	15	15
027	43	RCL	083	01	1	139	65	X	195	32	X&T
028	01	01	084	01	1	140	73	RC*	196	71	SBR
029	95	=	085	42	STO	141	00	00	197	98	ADV
030	42	STO	086	04	04	142	95	=	198	73	RC*
031	00	00	087	43	RCL	143	44	SUM	199	05	05
032	05	+	088	02	02	144	14	14	200	75	-
033	02	2	089	71	SBR	145	97	DSZ	201	73	RC*
034	00	0	090	44	SUM	146	03	03	202	04	04
035	05	=	091	71	SBR	147	34	√x	203	54)
036	42	STO	092	53	<	148	43	RCL	204	42	STO
037	05	05	093	07	7	149	14	14	205	15	15
038	32	X&T	094	42	STO	150	55	+	206	71	SBR
039	42	STO	095	04	04	151	43	RCL	207	39	COS
040	02	02	096	43	RCL	152	04	04	208	43	RCL
041	71	SBR	097	01	01	153	95	=	209	06	06
042	33	x2	098	71	SBR	154	92	RTN	210	65	X
043	42	STO	099	39	SIN	155	76	LBL	211	53	<
044	11	11	100	01	1	156	44	SUM	212	01	1
045	73	RC*	101	01	1	157	42	STO	213	93	.
046	05	05	102	42	STO	158	03	03	214	05	5
047	42	STO	103	04	04	159	76	LBL	215	65	X
048	13	13	104	43	RCL	160	24	CE	216	53	<
049	43	RCL	105	02	02	161	71	SBR	217	73	RC*
050	04	04	106	71	SBR	162	99	ADV	218	04	04
051	42	STO	107	38	SIN	163	73	RC*	219	69	DP
052	14	14	108	76	LBL	164	05	05	220	04	24
053	73	LBL	109	33	x2	165	75	-	221	94	+/-
054	14	0	110	42	STO	166	73	RC*	222	85	+
055	91	R/S	111	15	15	167	04	04	223	73	RC*

224	04	04	280	04	04
225	69	OP	281	97	DSZ
226	24	24	282	03	03
227	54	)	283	30	TAN
228	05	+	284	92	RTH
229	93	.	285	76	LBL
230	01	1	286	39	COS
231	65	X	287	69	OP
232	73	RC*	288	10	10
233	04	04	289	49	PRD
234	69	OP	290	09	09
235	24	24	291	49	PRD
236	54	)	292	13	13
237	95	=	293	92	RTH
238	91	R/S	294	76	LBL
239	65	X	295	53	(
240	13	RCL	296	01	1
241	15	15	297	05	5
242	65	X	298	42	STO
243	73	RC*	299	00	00
244	00	00	300	03	3
245	55	÷	301	05	5
246	32	X↯T	302	42	STO
247	42	STO	303	05	05
248	15	15	304	92	RTH
249	95	=			
250	01	R/S			
251	85	+			
252	53	(
253	73	RC*			
254	00	00			
255	65	X			
256	43	RCL			
257	06	06			
258	55	÷			
259	73	RC*			
260	04	04			
261	54)			
262	91	R/S			
263	95	=			
264	32	X↯T			
265	43	RCL			
266	09	09			
267	50	|X|			
268	42	STO			
269	09	09			
270	43	RCL			
271	13	13			
272	50	|X|			
273	42	STO			
274	13	13			
275	32	X↯T			
276	91	R/S			
277	03	3			
278	22	INV			
279	44	SUN			

EJEMPLO.- NIVEL 12

		INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.-	N_1	6	A	1
	K_{1Y}	21.80	R/S	21.80
	x_1	8.50	R/S	2
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	K_{12Y}	21.80	R/S	21.80
	x_{12}	51.0	R/S	156.54
2.-	N_2	3	B	1
	K_{1X}	74.47	R/S	74.47
	y_1	16.0	R/S	2
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	K_{12X}	71.40	R/S	71.40
	Y_{12}	0	R/S	217.27
3.-		0	D	0
	V	49.72	R/S	49.72
	X_V, X_T	29.64	R/S	29.70
	Y_V, Y_T	9.07	R/S	8.11
4.-	M_{t1}	0	E	-257.93
	V_{t1}	-257.93	R/S	3.03
	V_{d1}	3.03	R/S	6.92
	V_{T1}	6.92	R/S	9.95
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots

2

3

4

B

C

E

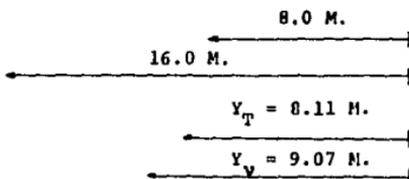
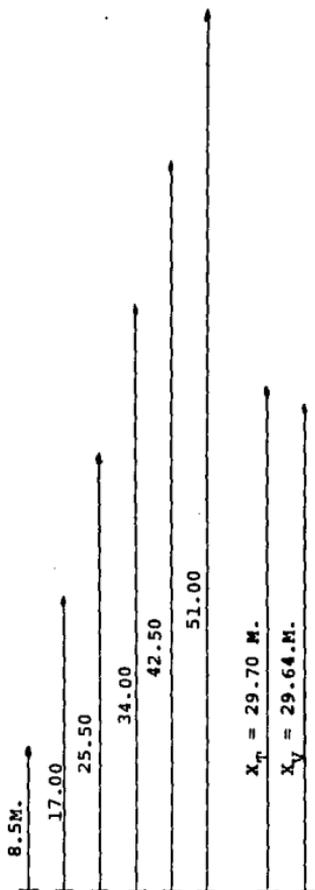
F

D

C

B

$K_{6y} = 21.80$	
$K_{5y} = 28.71$	
$K_{4y} = 26.81$ * C.V. * C.G.R.	
$K_{3y} = 28.71$	
$K_{2y} = 28.71$	
$K_{1y} = 21.80$	



$V = 49.72 \text{ T.}$

NIVEL 12.
FIG. VII. 5

	INTRODUCIR	PRESSIONAR	VISUALIZAR
M_{t12}	16.32	R/S	71.37
V_{t12}	71.37	R/S	-1.05
V_{d12}	-1.05	R/S	16.34
V_{T12}	16.34	R/S	15.29

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E
C	21.80	8.50	49.72	29.64	29.70	-257.93	3.03	6.92	9.95	N
D	28.71	17.00	49.72	29.64	29.70	-257.93	2.39	9.12	11.51	T
E	28.71	25.50	49.72	29.64	29.70	-257.93	0.79	9.12	9.91	R
F	26.81	34.00	49.72	29.64	29.70	249.22	0.73	8.52	9.25	E
G	28.71	42.50	49.72	29.64	29.70	249.22	2.33	9.12	11.45	P
H	21.80	51.00	49.72	29.64	29.70	249.22	2.94	6.92	9.86	I S O
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	74.47	16.00	49.72	9.07	8.11	71.37	1.07	17.04	18.11	1
3	71.40	8.00	49.72	9.07	8.11	71.37	-0.01	16.34	16.32	2
4	71.40	0.00	49.72	9.07	8.11	71.37	-1.05	16.34	15.29	
EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E
C	21.80	8.50	86.87	29.69	29.70	-444.13	5.21	12.10	17.31	N
D	28.71	17.00	86.87	29.69	29.70	-444.13	4.11	15.93	20.05	T
E	28.71	25.50	86.87	29.69	29.70	-444.13	1.36	15.93	17.29	R
F	26.81	34.00	86.87	29.69	29.70	441.94	1.29	14.88	16.17	E
G	28.71	42.50	86.87	29.69	29.70	441.94	4.13	15.93	20.06	P
H	21.80	51.00	86.87	29.69	29.70	441.94	5.21	12.10	17.31	I S O
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	74.47	16.00	86.87	8.76	8.11	84.30	1.26	29.77	31.03	1
3	71.40	8.0	86.87	8.76	8.11	84.30	-0.02	28.55	28.53	1
4	71.40	0.00	86.87	8.76	8.11	84.30	-1.24	28.55	27.31	

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_V	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E
C	28.71	8.50	120.85	29.70	30.01	-672.74	7.98	17.81	25.79	N
D	34.28	17.00	120.85	29.70	30.01	-672.74	5.76	21.27	27.03	T
E	34.28	25.50	120.85	29.70	30.01	-672.74	2.0	21.27	23.27	R
F	31.60	34.00	120.85	29.70	30.01	559.93	1.36	19.61	20.96	E
G	34.28	42.50	120.85	29.70	30.01	559.93	4.60	21.27	25.87	P
H	31.64	51.00	120.85	29.70	30.01	559.93	7.14	19.63	26.77	I

S
O

EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_V	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	100.44	16.00	120.85	8.65	8.15	90.30	1.37	41.81	43.18	1
3	94.93	8.00	120.85	8.65	8.15	90.30	-0.02	39.52	39.59	0
4	94.93	0.00	120.85	8.65	8.15	90.30	-1.34	39.52	38.18	

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_V	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E
C	28.71	8.50	152.72	29.72	30.01	-845.57	10.03	22.51	32.54	N
D	34.28	17.00	152.72	29.72	30.01	-845.57	7.24	26.88	34.12	T
E	34.28	25.50	152.72	29.72	30.01	-845.57	2.51	26.88	29.39	R
F	31.60	34.00	152.72	29.72	30.01	712.17	1.72	24.78	26.50	E
G	34.28	42.50	152.72	29.72	30.01	712.17	5.86	26.88	32.73	P
H	31.64	51.00	152.72	29.72	30.01	712.17	9.08	24.81	33.89	I

S
O

EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_V	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	100.44	16.00	152.72	8.58	8.15	98.08	1.48	52.84	54.32	9
3	94.93	8.00	152.72	8.58	8.15	98.08	-0.03	49.94	49.91	
4	94.93	0.00	152.72	8.58	8.15	98.08	-1.46	49.94	48.48	

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E N T R E P I S O
C	31.64	8.50	181.31	29.73	29.69	-914.00	11.38	28.57	39.95	
D	35.07	17.00	181.31	29.73	29.69	-914.00	7.55	31.67	39.22	
E	35.07	25.50	181.31	29.73	29.69	-914.00	2.49	31.67	34.17	
F	32.27	34.00	181.31	29.73	29.69	935.36	2.41	29.14	31.56	
G	35.07	42.50	181.31	29.73	29.69	935.36	7.80	31.67	39.47	
H	31.64	51.00	181.31	29.73	29.69	935.36	11.71	28.57	40.28	
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	101.89	16.00	181.31	8.54	8.15	105.02	1.56	62.76	64.32	8
3	96.23	8.00	181.31	8.54	8.15	105.02	-0.03	59.27	59.25	
4	96.23	0.00	181.31	8.54	8.15	105.02	-1.53	59.27	57.74	
EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E N T R E P I S O
C	31.64	8.50	206.86	29.73	29.69	-1042.80	12.98	32.60	45.58	
D	35.07	17.00	206.86	29.73	29.69	-1042.80	8.62	36.14	44.75	
E	35.07	25.50	206.86	29.73	29.69	-1042.80	2.85	36.14	38.98	
F	32.27	34.00	206.86	29.73	29.69	1067.17	2.76	33.25	36.01	
G	35.07	42.50	206.86	29.73	29.69	1067.17	8.90	36.14	45.04	
H	31.64	51.00	206.86	29.73	29.69	1067.17	13.36	32.60	45.96	
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	101.89	16.00	206.86	8.52	8.15	113.62	1.69	71.61	73.29	7
3	96.23	8.00	206.86	8.52	8.15	113.62	-0.03	67.63	67.60	
4	96.23	0.0	206.86	8.52	8.15	113.62	-1.66	67.63	65.97	

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_V	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E
C	33.89	8.50	229.10	29.73	29.64	-1136.53	14.46	37.52	51.99	N
D	35.56	17.00	229.10	29.73	29.64	-1136.53	9.07	39.37	48.45	T
E	35.71	25.50	229.10	29.73	29.64	-1136.53	2.98	39.54	42.52	R
F	32.82	34.00	229.10	29.73	29.64	1200.29	3.05	36.34	39.39	E
G	35.56	42.50	229.10	29.73	29.64	1200.29	9.75	39.37	49.13	P
H	33.37	51.00	229.10	29.73	29.64	1200.29	15.20	36.95	52.15	I
										S
										O
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_V	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	105.59	16.00	229.10	8.50	8.16	117.57	1.73	78.65	60.38	
3	102.46	8.00	229.10	8.50	8.16	117.57	-0.03	76.32	76.29	6
4	99.52	0.00	229.10	8.50	8.16	117.57	-1.70	74.13	72.43	
EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_V	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B										E
C	33.89	8.50	248.37	29.73	29.64	-1232.13	15.08	40.68	55.76	N
D	35.56	17.00	248.37	29.73	29.64	-1232.13	9.46	42.69	52.14	T
E	35.71	25.50	248.37	29.73	29.64	-1232.13	3.11	42.87	45.98	R
F	32.82	34.00	248.37	29.73	29.64	1301.25	3.18	39.40	42.58	E
G	35.56	42.50	248.37	29.73	29.64	1301.25	10.17	42.69	52.85	P
H	33.37	51.00	248.37	29.73	29.64	1301.25	15.85	40.06	55.90	I
										S
										O
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_V	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	124.58	16.00	248.37	8.49	8.20	108.60	1.80	87.24	89.05	
3	114.30	8.00	248.37	8.49	8.20	108.60	-0.04	80.04	80.00	5
4	115.78	0.00	248.37	8.49	8.20	108.60	-1.76	81.08	79.32	

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B	34.68	0.00	274.63	29.33	25.47	187.97	-1.85	38.79	36.94	E
C	35.07	8.50	274.63	29.33	25.47	187.97	-1.24	39.22	37.98	N
D	35.89	17.00	274.63	29.33	25.47	187.97	-0.64	40.14	39.50	T
E	36.09	25.50	274.63	29.33	25.47	2989.20	0.03	40.36	40.40	R
F	33.13	34.00	274.63	29.33	25.47	2989.20	9.39	37.05	46.44	E
G	35.89	42.50	274.63	29.33	25.47	2989.20	20.31	40.14	60.45	P
H	34.80	51.00	274.63	29.33	25.47	2989.20	29.52	38.92	68.44	I
										S
										O
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	158.19	16.00	274.63	8.47	8.27	82.02	1.11	100.90	102.01	
3	128.77	8.00	274.63	8.47	8.27	82.02	-0.03	82.13	82.10	4
4	143.61	0.00	274.63	8.47	8.27	82.02	-1.08	91.60	90.52	
EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B	34.68	0.00	295.68	29.06	25.47	82.63	-0.81	41.76	40.95	E
C	35.07	8.50	295.68	29.06	25.47	82.63	-0.55	42.23	41.68	N
D	35.89	17.00	295.68	29.06	25.47	82.63	-0.28	43.22	42.94	T
E	36.09	25.50	295.68	29.06	25.47	3098.57	0.03	43.46	43.49	R
F	33.13	34.00	295.68	29.06	25.47	3098.57	9.73	39.89	49.62	E
G	35.89	42.50	295.68	29.06	25.47	3098.57	21.05	43.22	64.27	P
H	34.60	51.00	295.68	29.06	25.47	3098.57	30.60	41.90	72.50	I
										S
										O
EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	158.19	16.00	295.68	8.46	8.27	83.87	1.14	108.63	109.77	
3	128.77	8.00	295.68	8.46	8.27	83.87	-0.03	88.43	88.40	3
4	143.61	0.00	295.68	8.46	8.27	83.87	-1.11	98.62	97.51	

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B	40.47	0.00	311.09	28.89	25.92	-201.32	1.94	38.63	40.56	E
C	42.57	8.50	311.09	28.89	25.92	-201.32	1.37	40.63	42.00	N
D	50.02	17.00	311.09	28.89	25.92	-201.32	0.82	47.74	48.56	T
E	52.57	25.50	311.09	28.89	25.92	-201.32	0.04	50.17	50.22	R
F	49.09	34.00	311.09	28.89	25.92	2971.80	10.80	46.85	57.65	E
G	50.02	42.50	311.09	28.89	25.92	2971.80	22.58	47.84	70.32	P
H	41.20	51.00	311.09	28.89	25.92	2971.80	28.13	39.32	67.46	I

S

O

EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	180.31	16.00	311.09	8.45	8.22	106.54	1.37	112.39	113.76	
3	152.31	8.00	311.09	8.45	8.22	106.54	-0.03	94.94	94.90	2
4	166.48	0.00	311.09	8.45	8.22	106.54	-1.34	103.77	102.43	

EJE X-X	K_{iy}	x_i	V	X_v	X_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
B	32.72	0.00	320.95	28.78	27.42	-980.12	7.53	23.03	30.55	E
C	47.40	8.50	320.95	28.78	27.42	-980.12	6.67	53.70	40.88	N
D	76.30	17.00	320.95	28.78	27.42	-980.12	6.67	53.70	60.37	T
E	90.73	25.50	320.95	28.78	27.42	-980.12	1.46	63.85	65.31	R
F	89.16	34.00	320.95	28.78	27.42	2293.57	11.53	62.75	74.28	E
G	76.30	42.50	320.95	28.78	27.42	2293.57	22.60	53.70	76.30	P
H	43.43	51.00	320.95	28.78	27.42	2293.57	20.11	30.56	50.68	I

S

O

EJE Y-Y	K_{ix}	y_i	V	Y_v	Y_T	M_t	V_t	V_d	V_T	
2	169.51	16.00	320.95	8.44	8.11	159.30	1.82	111.42	113.24	
3	155.92	8.00	320.95	8.44	8.11	159.30	-0.02	102.49	102.46	1
4	162.85	0.00	320.95	8.44	8.11	159.30	-1.80	107.04	105.24	

VII.2.3 METODO DEL FACTOR

Este método fue presentado por J.B. Wilbur en el artículo - "A New Method for Analyzing Stresses Due to Lateral Loads on -- Building Frames", Boston Soc. Civ. Engrs., Vol. 21, Núm. 1, Enero 1934. Se basa en hipótesis referentes al comportamiento elástico de la estructura, con lo cual es posible un análisis razonablemente aproximado de las deformaciones angulares del marco. Es necesario conocer de antemano la rigidez de los elementos que componen la estructura. Las principales hipótesis son:

- 1.- El desplazamiento angular de un nudo y de los extremos o puestos de las barras que concurren a éste, son iguales.
- 2.- Para el estudio de las deformaciones lineales y angulares en un piso, se considera que ν es igual en dos entrepisos consecutivos, donde ν es el cociente de la diferencia de desplazamientos laterales de dos niveles consecutivos, y la altura del entrepiso.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Cálculo del factor de trabe (g) en cada nudo:

$$g = \sum K_c / \sum K_n$$

$\sum K_c$ = Suma de rigideces de columnas que concurren al nudo.

$\sum K_n$ = Suma de rigideces de todas las barras que concurren al nudo.

2.- Cálculo del factor de columna: $c = 1 - g$

3.- Determinación de los valores g' (2 en cada trabe):

$$g'_1 = g_1 + g_2/2 \quad ; \quad g'_2 = g_2 + g_1/2$$

donde:

g_1 = Factor de trabe en un extremo de ésta.

g_2 = Factor de trabe en el otro extremo de ésta.

4.- Determinación de los valores c' (2 en cada columna):

$$c'_1 = c_1 + c_2/2 \quad ; \quad c'_2 = c_2 + c_1/2$$

donde:

c_1 = Factor de columna en un extremo de ésta.

c_2 = Factor de columna en el otro extremo de ésta.

5.- Cálculo de los factores de momento de trabe

$$G = g' K_t$$

donde:

K_t = Rigidez de la trabe.

6.- Cálculo de los factores de momento de columna

$$C = c' K_c$$

donde:

K_c = Rigidez de la columna

7.- Determinación del momento de entrepiso (M_e) en cada uno de

ellos: $M_e = V h$

donde:

V = Fuerza cortante total que actúa en el entrepiso.

h = Altura del entrepiso.

8.- Cálculo de momentos en columnas

$$M_c = M_e \dot{C} / \Sigma C$$

donde:

ΣC = Suma de C por entrepiso.

9.- Cálculo de momentos en trabes

$$M_t = \Sigma M_c G / \Sigma G$$

donde:

ΣG = Suma de G en un nudo.

ΣM_c = Suma de momentos de columna en un nudo.

PROGRAMA: METODO DEL FACTOR

Este programa utiliza las ecuaciones anteriores para obtener los momentos en traveses y columnas de cada entrepiso de un marco con barras de momento de inercia constante. Los datos necesarios son: Fuerza cortante total que actúa en el entrepiso, altura del entrepiso y rigideces de los elementos.

N es el número de claros que hay en el entrepiso. En estructuras donde los entrepisos no tengan el mismo número de cruces, debe tomarse como valor de N (para todos los entrepisos), el mayor, e introducir ceros donde no haya traveses o columnas. Lo anterior se debe a que los valores de momentos en la parte inferior de las columnas del entrepiso, así como las rigideces de éstas, son almacenados en memorias para utilizarse en el análisis del entrepiso inmediato inferior, y por lo tanto debe coincidir la designación numérica, en ambos entrepisos, para cada columna.

Cada marco debe analizarse rigurosamente entrepiso por entrepiso a partir del último nivel hasta el primero, para obtener los resultados correctos. Cada ejecución del programa analiza entrepisos de hasta 10 claros, pudiendo analizarse así n entrepisos.

Las rigideces se deben introducir en el orden especificado: a) Columnas a la izq. del 1er. par de traveses; b) 1er. par de traveses limitantes del entrepiso; y así sucesivamente hasta ter-

minar con el último par de trabes (comúnmente = 0).

Para el caso del 1er. entrepiso en que las columnas se consideran empotradas en su base, se introducen ceros como valores de las rigideces de las columnas inmediatas inferiores; y se introducen, como valores de las rigideces de trabes inferiores del entrepiso, números suficientemente grandes que denoten la presencia de una rigidez "infinita" en la base.

INSTRUCCIONES DE USO

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.- Inicio (borrar memorias y bajar banderas)	0	E'	0
2.- Introducir, para el entrepiso analizado:			
No. crujías + 1	N + 1	A	51
Cortante total V(Ton)	V	R/S	V
Altura h (M)	h	R/S	h
3.- Introducir rigideces de columnas y trabes, a partir de la izq. hasta $i = N+1$	0	B	1
K_c col. 1 del entrepiso	K_{c1}	R/E	K_{c1}
K_c col. 1 entrepiso inferior.	K_{c1}'	R/S	1
K_t trabe sup. 1 del entrepiso	K_{t1}	R/S	K_{t1}
K_t trabe inf. 1 del entrepiso	K_{t1}'	R/S	2
⋮	⋮	⋮	⋮
K_c col. N+1 del entrepiso	K_{cN+1}	R/S	K_{cN+1}
K_c col. N+1 del entrepiso inferior	K_{cN+1}'	R/S	N+1
K_t trabe sup. N+1 del entrepiso	K_{tN+1}	R/S	K_{tN+1}
K_t trabe inf. N+1 del entrepiso	K_{tN+1}'	R/S	1

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

4.- Iniciar el cálculo de momentos

Obtener momentos en las trabes superiores del -
entrepiso, 2 por trabe-
(izq., der.) Trabe 1:

M_{t1i} (Ton-M)	0	R/S	M_{t1i}
M_{t1d} (Ton-M)	M_{t1i}	R/S	M_{t1d}
⋮	⋮	⋮	⋮

Trabe N+1:

M_{tN+1i} (Ton-M)	M_{tNd}	R/S	M_{tN+1i}
M_{tN+1d} (Ton-M)	M_{tN+1i}	R/S	M_{tN+1d}

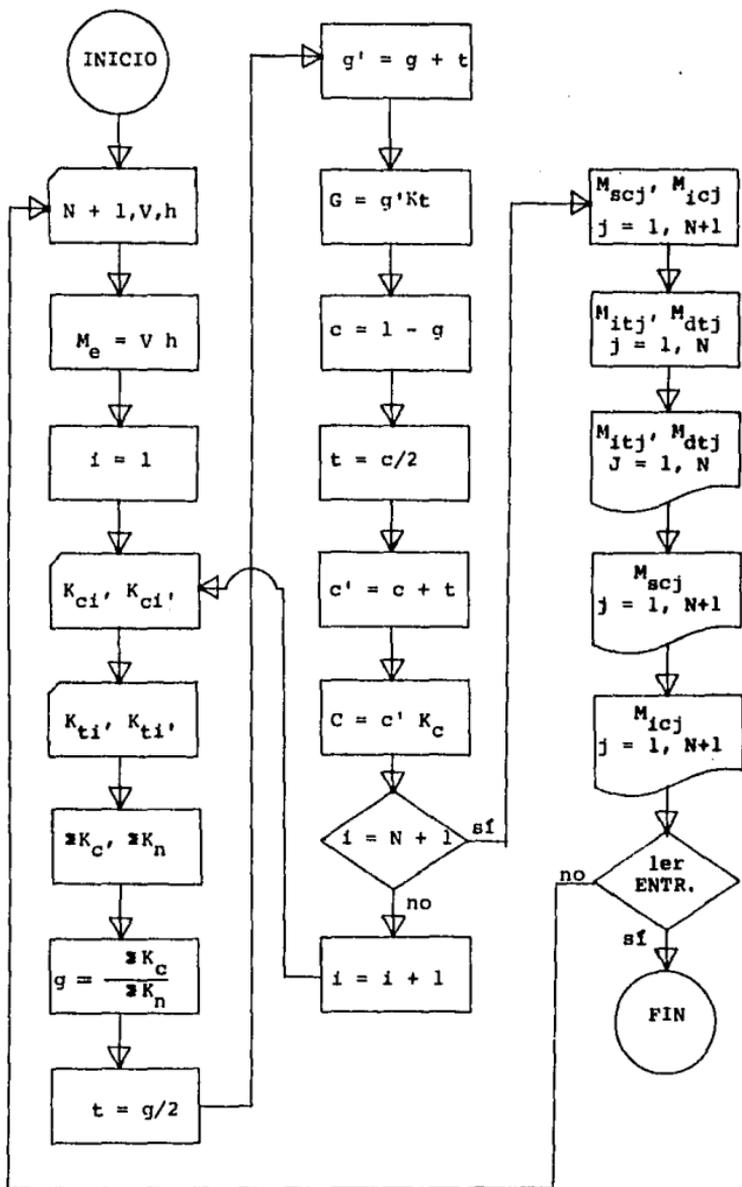
Obtener momentos en la parte superior de las columnas del entrepiso

Col. 1: M_{c1} (Ton-M)	0	R/S	M_{c1}
⋮	⋮	⋮	⋮
Col.N+1: M_{cN+1} (Ton-M)	M_{cN}	R/S	M_{cN+1}
	M_{cN+1}	R/S	0

Obtener momentos en la parte inferior de las columnas del entrepiso

Col. 1: M_{c1} (Ton-M)	0	R/S	M_{c1}
⋮	⋮	⋮	⋮
Col.N+1: M_{cN+1} (Ton-M)	M_{cN}	R/S	M_{cN+1}
	M_{cN+1}	R/S	0

Para el siguiente entrepiso, regresar al paso 2.



000	76	LBL	056	34	VR	112	05	05	168	13	13
001	10	E'	057	42	STO	113	55	+	169	55	+
002	47	CMS	058	11	11	114	02	2	170	43	RCL
003	22	INV	059	42	STO	115	85	+	171	14	14
004	86	STF	060	12	12	116	43	RCL	172	95	=
005	01	01	061	42	STO	117	03	03	173	42	STO
006	22	INV	062	13	13	118	54	)	174	04	04
007	86	STF	063	42	STO	119	65	X	175	43	RCL
008	02	02	064	14	14	120	43	RCL	176	02	02
009	61	STO	065	42	STO	121	07	07	177	85	+
010	91	R/S	066	06	06	122	95	=	178	43	RCL
011	76	LBL	067	32	XRT	123	55	+	179	04	04
012	11	A	068	71	SBR	124	53	(	180	55	+
013	22	INV	069	42	STO	125	24	CE	181	02	2
014	86	STF	070	32	XRT	126	85	+	182	54)
015	02	02	071	72	ST+	127	73	RC*	183	65	X
016	42	STO	072	08	08	128	20	20	184	43	RCL
017	01	01	073	91	R/S	129	54	)	185	06	06
018	42	STO	074	44	SUM	130	95	=	186	95	=
019	09	09	075	13	13	131	94	+/-	187	72	ST*
020	01	1	076	44	SUM	132	85	+	188	00	00
021	42	STO	077	14	14	133	01	1	189	44	SUM
022	60	60	078	68	HOP	134	95	=	190	18	18
023	00	0	079	76	LBL	135	72	ST*	191	43	RCL
024	42	STO	080	13	C	136	20	20	192	04	04
025	19	18	081	71	SBR	137	01	1	193	85	+
026	02	2	082	34	VR	138	44	SUM	194	43	RCL
027	01	1	083	44	SUM	139	20	20	195	02	02
028	42	STO	084	12	12	140	43	RCL	196	55	+
029	00	00	085	48	ENC	141	05	05	197	02	2
030	04	4	086	15	15	142	85	+	198	54)
031	01	1	087	44	SUM	143	43	RCL	199	65	X
032	42	STO	088	12	12	144	03	03	200	43	RCL
033	10	10	089	76	LBL	145	55	+	201	06	06
034	06	6	090	45	VR	146	02	2	202	95	=
035	00	0	091	91	R/S	147	54	)	203	72	ST*
036	42	STO	092	44	SUM	148	65	X	204	10	10
037	20	20	093	14	14	149	43	RCL	205	44	SUM
038	03	3	094	48	ENC	150	07	07	206	18	18
039	01	1	095	16	16	151	95	=	207	69	DP
040	42	STO	096	44	SUM	152	72	ST*	208	20	20
041	08	08	097	14	14	153	20	20	209	69	DP
042	05	5	098	43	RCL	154	32	XRT	210	28	28
043	01	1	099	15	15	155	42	STO	211	01	1
044	42	STO	100	32	XRT	156	07	07	212	44	SUM
045	19	19	101	43	RCL	157	43	RCL	213	10	10
046	91	R/S	102	05	05	158	05	05	214	44	SUM
047	42	STO	103	42	STO	159	94	+/-	215	19	19
048	17	17	104	03	03	160	85	+	216	86	STF
049	91	R/S	105	43	RCL	161	01	1	217	02	02
050	49	PRD	106	11	11	162	95	=	218	97	DSZ
051	17	17	107	55	+	163	42	STO	219	09	09
052	91	R/S	108	43	RCL	164	02	02	220	12	B
053	76	LBL	109	12	12	165	01	1	221	73	RC*
054	12	B	110	95	=	166	75	-	222	20	20
055	71	SBR	111	42	STO	167	43	RCL	223	55	+

224	53	C	280	10	10	336	01	01	392	53	C
225	24	CE	281	43	RCL	337	28	LOG	393	92	RTN
226	85	+	282	01	01	339	73	RC*	394	76	LBL
227	43	RCL	283	42	STO	339	08	08	395	91	R/S
228	05	05	284	09	09	340	44	SUM	396	91	R/S
229	65	X	285	76	LBL	341	11	11			
230	43	RCL	286	39	COS	342	44	SUM			
231	07	07	287	73	RC*	343	12	12			
232	95	=	288	10	10	344	76	LBL			
233	72	ST*	289	65	X	345	28	LOG			
234	20	20	290	43	RCL	346	92	RTN			
235	61	GTO	291	17	17	347	76	LBL			
236	91	R/S	292	55	÷	348	52	EE			
237	76	LBL	293	43	RCL	349	43	RCL			
238	14	0	294	18	18	350	01	01			
239	05	5	295	95	=	351	42	STO			
240	01	1	296	72	ST*	352	09	09			
241	42	STO	297	19	19	353	76	LBL			
242	19	19	298	91	R/S	354	53	C			
243	06	6	299	01	1	355	73	RC*			
244	01	1	300	44	SUM	356	00	00			
245	42	STO	301	10	10	357	65	X			
246	20	20	302	44	SUM	358	43	RCL			
247	02	2	303	19	19	359	17	17			
248	01	1	304	97	DSZ	360	55	÷			
249	42	STO	305	09	09	361	43	RCL			
250	00	00	306	39	COS	362	18	18			
251	71	SBR	307	00	0	363	95	=			
252	52	EE	308	42	STO	364	72	ST*			
253	02	2	309	18	18	365	00	00			
254	01	1	310	42	STO	366	85	+			
255	42	STO	311	16	16	367	73	RC*			
256	00	00	312	42	STO	368	19	19			
257	43	RCL	313	03	03	369	95	=			
258	01	01	314	42	STO	370	42	STO			
259	42	STO	315	69	60	371	11	11			
260	09	09	316	86	STF	372	65	X			
261	76	LBL	317	01	01	373	73	RC*			
262	38	SIN	318	61	GTO	374	20	20			
263	73	RC*	319	91	R/S	375	95	=			
264	00	00	320	76	LBL	376	91	R/S			
265	91	R/S	321	34	VRT	377	94	+/-			
266	69	OP	322	43	RCL	378	85	+			
267	20	20	323	01	01	379	43	RCL			
268	97	DSZ	324	85	+	380	11	11			
269	09	09	325	01	1	381	95	=			
270	38	SIN	326	75	-	382	91	R/S			
271	00	0	327	43	RCL	383	69	OP			
272	91	R/S	328	09	09	384	20	20			
273	05	5	329	95	=	385	01	1			
274	01	1	330	91	R/S	386	44	SUM			
275	42	STO	331	92	RTN	387	19	19			
276	19	19	332	76	LBL	388	44	SUM			
277	04	4	333	42	STO	389	20	20			
278	01	1	334	82	INV	390	97	DSZ			
279	42	STO	335	97	IFF	391	09	09			

EJEMPLO.- MARCO C, ENTREPISO 12.

	INTRODUCIR	PRESIONAR	VISUALIZAR
1.-	0	E'	0
2.- N+1	3	A	51
V(Ton)	9.95	R/S	9.95
h (M)	2.75	R/S	2.75
3.-	0	B	1
K _{c1}	0.78	R/S	0.78
K _{c1'}	0.78	R/S	1
K _{t1}	0.8	R/S	0
K _{t1'}	0.8	R/S	2
K _{c2}	0.78	R/S	0.78
K _{c2'}	0.78	R/S	2
K _{t2}	0.8	R/S	0.8
K _{t2'}	0.8	R/S	3
K _{c3}	0.78	R/S	0.78
K _{c3'}	0.78	R/S	3
K _{t3}	0	R/S	0.8
K _{t3'}	0	R/S	1
4.-	0	D	0
M _{t1i} (Ton-M)	0	R/S	4.30
M _{t1d}	4.30	R/S	2.94
M _{t2i}	2.94	R/S	2.94
M _{t2d}	2.94	R/S	2.94
	2.94	R/S	0

INTRODUCIR PRESIONAR VISUALIZAR

Momentos en la parte superior
de las columnas

M_{c1} (Ton-M)	0	R/S	4.30
M_{c2}	4.30	R/S	5.88
M_{c3}	5.88	R/S	4.30
	4.30	R/S	0

Momentos en la parte inferior
de las columnas

M_{c1} (Ton-M)	0	R/S	3.76
M_{c2}	3.76	R/S	5.36
M_{c3}	5.36	R/S	3.76
	3.76	R/S	0

V = 9.95 T	$K_t = 0.8$			h = 2.75 m.
	0.8	0.8	0.8	
17.31	0.78	0.78	0.78	2.75
25.79	0.78	0.78	0.78	2.75
32.54	1.89	1.89	1.89	2.75
39.95	1.89	1.89	1.89	2.75
45.58	3.27	3.27	3.27	2.75
51.99	3.27	3.27	3.27	2.75
55.76	6.24	6.24	6.24	2.75
37.98	6.24	6.24	6.24	2.75
41.68	10.86	10.86	10.86	2.75
42.00	10.86	10.86	10.86	2.75
40.88	12.41	12.41	12.41	4.75

4.30	4.30	4.30
3.76	10.90	5.36
7.14	16.42	10.90
6.28	13.28	9.86
10.14	21.77	16.69
9.25	18.50	15.46
12.52	23.32	21.53
11.47	19.96	19.96
15.03	26.50	26.68
14.02	23.32	23.08
17.30	31.32	31.44
15.46	28.26	28.37
19.25	34.72	35.89
17.70	32.13	33.18
20.64	36.13	36.13
18.70	31.06	35.58
13.82	32.52	26.53
12.81	27.54	24.65
14.73	27.54	28.47
14.41	26.56	27.87
14.29	28.70	27.60
15.10	27.74	29.11
22.13	26.37	26.37
41.85	37.23	37.23
	28.70	28.70
	27.54	27.54
	26.56	26.56
	26.37	26.37
	25.58	25.58
	36.13	36.13
	33.18	33.18
	35.89	35.89
	32.13	32.13
	28.37	28.37
	31.44	31.44
	28.26	28.26
	23.32	23.32
	26.50	26.50
	19.96	19.96
	21.53	21.53
	18.50	18.50
	16.42	16.42
	13.28	13.28
	10.90	10.90
	5.36	5.36
	4.30	4.30

ANALISIS BAJO
ACCIONES
ACCIDENTALES.-
MARCO C
M (Ton-M)

CONCLUSION

Es importante mencionar que la utilización de programas de computadora implica tener en cuenta los alcances, limitaciones y características propias de la información que se genera mediante el desarrollo de los mismos. Así, los resultados obtenidos son producto de los valores introducidos como datos, la forma en que se introducen, y del manejo de estos datos a través de los procedimientos programados.

La aplicación de los programas expuestos en esta Tesis al estudio de una estructura proporciona resultados suficientes y - razonablemente exactos para utilizarse en el diseño de estructuras no mayores de unos 15 niveles. Para estructuras mayores la - información obtenida constituye un buen punto de partida para - elegir un modelo estructural adecuado que se analice posteriormente mediante métodos más sofisticados.

La Computación y la Ingeniería Civil se entrelazan cada día más propiciando la aplicación de métodos y procedimientos de cálculo que hasta hace unos cuantos años eran considerados impracticables dado su grado de complejidad y/o el tiempo necesario para su aplicación; ello mismo abre la puerta a nuevas investigaciones en busca de métodos más "exactos" que no se vean restringidas a lo "manualmente" posible. El fácil acceso a información -

tan precisa y rápida como nunca antes permite al ingeniero civil contar con tantos elementos de juicio que reducen el grado de incertidumbre respecto al comportamiento real de las estructuras y facilitan la elección, dados los recursos que se posean, en busca de la solución estructural "ideal" para cada caso en particular.

BIBLIOGRAFIA

- Análisis Elemental de Estructuras' C. H. Norris, J. B. Wilbur; McGraw Hill, 1981.
- Fundamentos de Ingeniería Sísmica; N. M. Newmark, E. Rosenblueth; Diana, 1978.
- Dinámica de Suelos y Estructuras, Aplicadas a la Ingeniería Sísmica; Rafael Colindres Selva; Limusa, 1983.
- Apuntes de Análisis Estructural I; José Luis Camba C., Francisco Chacón G., Francisco Pérez A.; U.N.A.M., Facultad de Ingeniería, 1982.
- Apuntes personales de los cursos de Análisis y Diseño Estructural impartidos por el Ing. Jorge Zertuche R. en la Universidad Anáhuac, 1983 - 1984.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal; Porrúa, 1983.
- Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI - 318 - 77) y Comentarios; Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A. C.; IMCYC, 1981.

- Manual de Diseño de Obras Civiles; Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones de la Industria Eléctrica, C.F.E., 1969.
- Normas de Proyecto; Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Obras Públicas; D.D.F., 1975.
- Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado; Oscar M. González Cuevas, Francisco Robles F. V., Juan Casillas G. de L., Roger Díaz de Cossío; Limusa, 1981.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.- Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal; U.N.A.M., Instituto de Ingeniería, 1977.
- Programar Uno Mismo; Texas Instruments, 1977.
- Diagramas de Flujo; M. Farina; Diana, 1984.