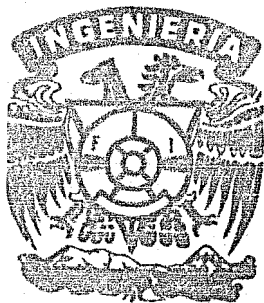


Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



29
162

DESARROLLO DE UNA SERIE DE PROGRAMAS
PARA CALCULADORAS DE BOLSILLO APLICADOS
AL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE
EDIFICIOS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:

MIGUEL ANGEL PEDRAZA CONTRERAS

1 9 8 3



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I

ANALISIS PRELIMINAR

1.1 ESTRUCTURACION

1.2 CARGAS CONSIDERADAS

CAPITULO II

ANALISIS ESTRUCTURAL

2.1 ANCHO EQUIVALENTE EN LOSA RETICULAR

2.2 MOMENTOS DE INERCIA

2.3 MARCOS POR ANALIZAR

2.4 RIGIDECES DE WILBUR

2.5 ANALISIS SISMICO DINAMICO

i).- METODO DE HOLZER

ii).- COEFICIENTES DE PARTICIPACION

iii).- CALCULO DE LOS DESPLAZAMIENTOS

iv).- TORSION

v).- DISTRIBUCION DE LA FUERZA SISMICA

2.6 METODO DE BOWMAN

2.7 ANALISIS POR CARGA VERTICAL

CAPITULO III

DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

3.1 DISEÑO POR FLEXION

3.2 DISEÑO POR FUERZA CORTANTE

3.3 COLUMNAS

i).- ESBELTEZ

ii).- DISEÑO POR FLEXOCOMPRESION

BIAXIAL

3.4 ZAPATAS

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El avance de la tecnología ha permitido que día con día se utilicen más las calculadoras programables lo que nos conduce a la posibilidad de dar soluciones rápidas y lo más exactas posibles a problemas de ingeniería que hasta hace poco tiempo se daban en forma aproximada y gran trabajo numérico.

Las calculadoras han tenido un gran impacto en las áreas-- tanto con la ingeniería como con la ciencia y la administración ya que facilitan el procesamiento de datos y una gran parte de-- la ingeniería civil se refiere a cálculo, evaluación y proceso de información.

Las calculadoras son infinitamente más versátiles que las-- otras herramientas de cálculo y requiere de un enfoque totalmente nuevo para la solución de problemas y para otras actividades-- de procesamiento de datos. Es un enfoque algorítmico que constituye la base para cualquier problema.

El enfoque requiere que antes de realizar cualquier cálculo se establezca en su totalidad el proceso de solución del problema o algoritmo. Una vez logrado esto, el algoritmo se traduce a-- un programa, que puede efectuar la calculadora.

El objetivo que se pretende en este trabajo es que a base-- de programas aplicables a una calculadora de escritorio HP-41C-- se calcule un edificio de 4 niveles.

La presente Tesis consta de las siguientes partes: en el capítulo I se hará un análisis preliminar de la estructura y con-- este se calcularán las cargas necesarias para el diseño, en el-- capítulo II con las cargas consideradas y la estructuración del edificio se procederá al análisis estructural tanto de carga vertical como de análisis sísmico, y por último se muestra el diseño estructural del edificio aplicando la teoría de diseño al lí-

mite de estructuras de concreto utilizando los resultados obtenidos en el capítulo II.

CAPITULO I

ANALISIS PRELIMINAR

En este capítulo se estudiarán las características de la estructura, primeramente se definirá de que estructura se trata -- así como su destino; posteriormente se calcularán las cargas actuantes de la estructura, cargas muertas, cargas vivas y accidentes.

1.1 ESTRUCTURACION

En este edificio se decidió utilizar una estructura de concreto reforzado, por considerarse más económica que otras alternativas posibles.

La estructuración será a base de una losa reticular aligerada con cajas de poliestireno de peralte total $H=40\text{cm}$; en la zona de escaleras se utilizará una losa maciza y trabes, las columnas serán también de concreto reforzado.

El edificio se destinará a oficinas y se localizará en la zona II (terreno de transición) del D.F. Por su uso la construcción se clasifica en el siguiente grupo:

GRUPO B: Construcciones cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia tales como plantas industriales, bodegas ordinarias, gasolineras, comercios, bancos, centros de reunión, edificios de habitación, hoteles, edificios de oficinas, bardas cuya altura excedan de 2.5m y todas aquellas estructuras cuya falla por movimiento sísmico puede poner en peligro otras construcciones de este grupo o del A.

El edificio tendrá una estructuración del tipo I.

TIPO I: Se incluyen dentro de este tipo los edificios y naves industriales, salas de espectáculos y construcciones semejantes, en las fuerzas laterales se resisten en cada nivel por marcos -- continuos contraventados o no, por diafragmas o muros o por con

binación de diversos sistemas como los mencionados. Se incluyen también las chimeneas, torres y bardas, así como los péndulos invertidos, o estructuras en que el 50 por ciento o más de su masa se halla en el extremo superior, y que tengan un solo elemento--resistente en la dirección del análisis.

Basándome en el proyecto arquitectónico en el que se especifican los materiales a usar en los acabados de la construcción y además en las cargas de diseño especificadas en el Reglamento de las Construcciones del Distrito Federal se obtuvieron las siguientes cargas consideradas por m^2

1.2 CARGAS CONSIDERADAS

CARGAS MUERTAS	PLANTA TIPO	PLANTA AZOTEA
Losa aligerada con cajas de poliestireno de peralte total H=40cm	550 Kg/m ²	550 Kg/m ²
Carga muerta adicional (Por reglamento)	20 "	20 "
Firme de mortero de cemento de 3cm 0.03x2000	60 "	-----
Carga muerta adic. (P/R)	20 "	-----
Cancelería (muros divisorios, falso plafón)	50 "	50 "
Relleno de tezontle de 15 cm en promedio	-----	150 "
Enladrillado y Entortado	-----	100 "
Mosaico de granito	45 "	-----
	<u>805 Kg/m²</u>	<u>870 Kg/m²</u>

Carga viva máxima

$$w_m = 120 + 420A^{\frac{1}{2}}$$

se tomará un área promedio

$$(7.35 \times 5.2) + (4.2 \times 5.2) = 60m^2$$

Area tributaria		Carga viva
Planta tipo	$60/2 = 30m^2$ $wm=120+420(30)^{-\frac{1}{2}}$	200 Kg/m ²
Azotea		100 "
Para cimentación y columnas.		
Columna ejes A-3		
N+3 a N+4		100 "
N+2 a N+3	A=5.5m	299 "
N+1 a N+2	A=5.5x2 = 11.0m ²	247 "
N+0 a N+1	A=5.5x3 = 16.5m ²	223 "
Para diseño sísmico.		

Planta tipo		90 "
Azotea		70 "

Consideraré en resumen las siguientes cargas en promedio

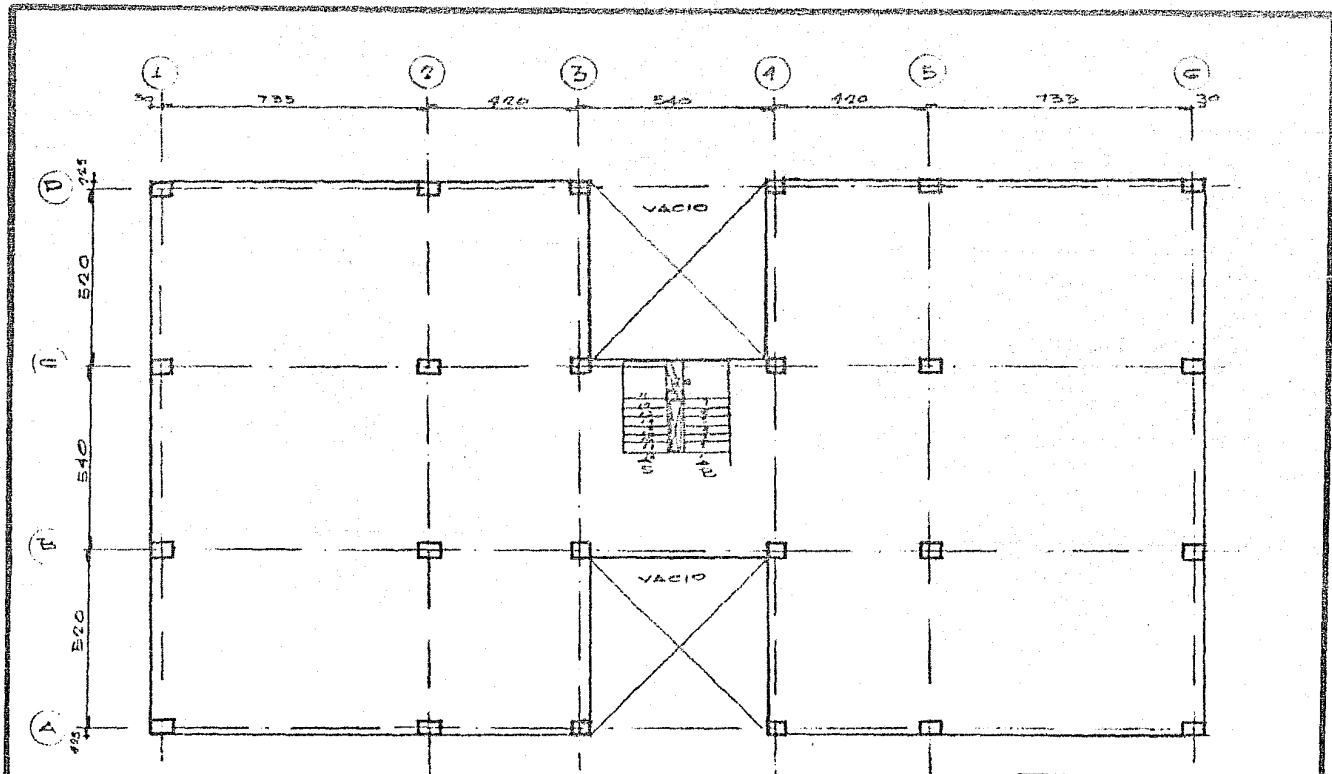
	Planta tipo	Azotea
	Losa	Losa
CARGA MUERTA	805 Kg/m ²	870 Kg/m ²
CARGA VIVA	200 "	100 "
	<hr/>	<hr/>
	1005 Kg/m ²	970 Kg/m ²

Para diseño sísmico.

CARGA MUERTA	805 Kg/m ²	870 Kg/m ²
CARGA VIVA	90 "	70 "
	<hr/>	<hr/>
	895 Kg/m ²	940 Kg/m ²

Columnas y Cimentación.

CARGA MUERTA	805 Kg/m ²
CARGA VIVA	215 "
	<hr/>
	1020 Kg/m ²



PLANTA ARQUITECTÓNICA

U. N. A. M
Facultad de Ingeniería
planta arquitectónica
tesis profesional
miguel ángel pedraza C.

CAPITULO II

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En este capítulo se analizará la estructura por carga vertical y fuerzas sísmicas.

Se analiza la estructura para determinar las fuerzas internas, también se analizan los desplazamientos. Aunque con frecuencia los análisis son meras rutinas, nunca se deben considerar como manipulaciones abstractas de números.

A menudo en el análisis estructural surge la necesidad de la precisión en la idealización, se hacen muchas suposiciones cuando se idealizan estructuras antes del análisis.

En este caso las suposiciones son las de las normas del Reglamento de las Construcciones del Distrito Federal.

1. Se supone que la estructura se divide en marcos ortogonales, cada uno de ellos formado por una fila de columnas y franja de losa con ancho igual a la distancia entre las líneas medias de los tableros adyacentes al eje de columna considerado. Al analizar los marcos, en cada dirección se usarán las cargas totales que actúan en las losas.

2. Al calcular las rigideces relativas de los miembros, el momento de inercia de cualquier sección (de columnas o travesaños) puede tomarse como el de la sección de concreto no agrietada y sin considerar el refuerzo.

2.1 ANCHO EQUIVALENTE EN LOSA RETICULAR

Para valuar el momento de inercia de las losas se considerará un ancho equivalente a cada lado del eje de columna, igual a

$$B = \frac{0.5L_1}{1 + 1.67 \frac{L_1}{L_2}} + 0.3c \leq 0.5L_1$$

donde L_1 es el claro del tablero que se considera en la dirección que se mide el ancho equivalente y L_2 es el claro que se a-

naliza. Si no hay capitel, c es la dimensión de la columna en la dirección de L . Si existe capitel c es el diámetro de la intersección, con la losa o el ábaco, del mayor cono circular recto que pueda inscribirse en el capitel.

NOMBRE DEL PROGRAMA: AE

DATOS

L_1

L_2

c

RESULTADOS

B

PROGRAMA: AE

Ejemplo: Marco Ejes 1 y 6

```

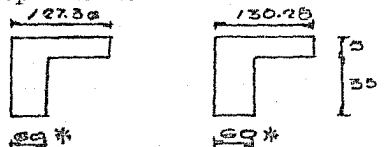
01 LBL "AE"
02 SF 21
03 "L2 ↑ L1
=?"
04 PROMPT
05 STO 01
06 CLA
07 ARCL Y
08 "↑"
09 ARCL X
10 CF 21
11 AVIEW
12 SF 21
13 X<>Y
14 /
15 1.67
16 *
17 1
18 +
19 RCL 01
20 .5
21 *
22 X<>Y
23 /
24 "c=?"
25 PROMPT
26 .3
27 *
28 +
29 "B="
30 ARCL X
31 AVIEW
32 .END.

```

DATOS Y RESULTADOS

	XEQ "AE"
L2 ↑ L1=?	520.00 ENTER;
	735.00 RUN
c=?	60.00 RUN
B=127.36	XEQ "AE"
L2 ↑ L1=?	540.00 ENTER;
	735.00 RUN
c=?	60.00 RUN
B=130.28	

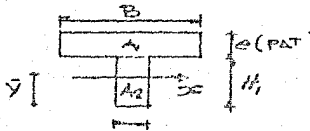
Entre los ejes A-B y B-C respectivamente.



*nervaduras que entran dentro del ancho calculado.

2.2 MOMENTOS DE INERCIA

Del programa de ancho equivalente se obtienen secciones L o T según el marco que se esté analizando, a dichas secciones se les calculará su momento de inercia para obtener las rigideces de piso, para ello se aplicara el teorema de los ejes paralelos.



$$I = I_1 + A_1 (\bar{y} - y_1)^2 + I_2 + A_2 (\bar{y} - y_2)^2$$

NOMBRE DEL PROGRAMA: MIT

DATOS

B

b

e patin

H₁

RESULTADOS

I (cm⁴)

PROGRAMA:
MIT

```

01 LBL "MIT"
02 "B ↑ e<F
AT>=?"
03 PROMPT
04 STO 00
05 XEQ 00
06 STO 01
07 *
08 STO 02
09 "b ↑ H1=
H-e=?"
10 PROMPT
11 STO 03
12 XEQ 00
13 STO 04
14 *
15 STO 05
16 +
17 LASTX
18 RCL 03
19 2
20 /
21 STO 06
22 *
23 RCL 00
24 2
25 /
26 RCL 03
27 +
28 STO 07
29 RCL 02
30 *
31 +
32 X<>Y
33 /
34 STO 08
35 RCL 01
36 RCL 00
37 XEQ 01
38 RCL 07
39 RCL 08
40 -
41 X+2
42 RCL 02
43 *
44 +

```

```

45 X<>Y
46 RCL 06
47 -
48 X+2
49 RCL 05
50 *
51 +
52 RCL 04
53 RCL 03
54 XEQ 01
55 +
56 "I="
57 SCI 3
58 ARCL X
59 FIX 2
60 AVIEW
61 LBL 00
62 CLA
63 ARCL Y
64 "F "
65 ARCL X
66 CF 21
67 AVIEW
68 SF 21
69 X<>Y
70 RTN
71 LBL 01
72 3
73 Y+X
74 12
75 /
76 *
77 RTN
78 END

```

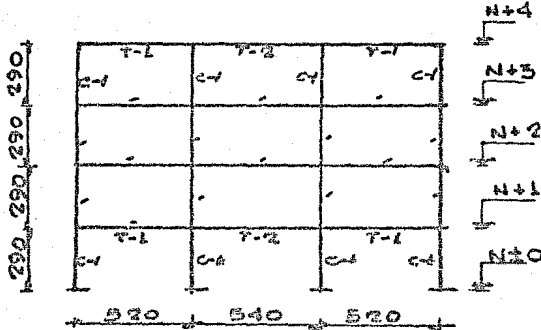
DATOS Y RESULTADOS:

En cada marco se muestran los resultados, en el marco ejes 1 y 6 se imprimieron los datos omitiéndose en los restantes.

2.3 ANALISIS DE MARCOS

2.3.1 Determinación de momentos de inercia de losas (trabes equivalentes) y columnas.

Marco Ejes 1 y 6



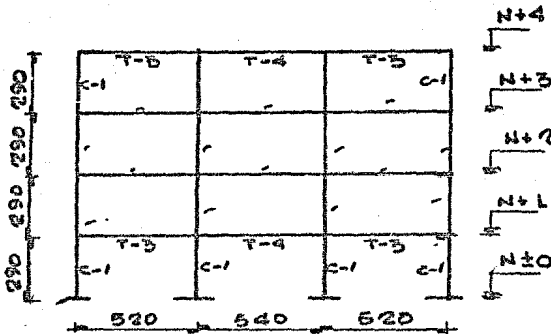
T-1

XEG *MIT*
 B ↑ e<PRT)? 127.00 ENTER↑
 5.00 RUN
 b ↑ HI=H-e=? 60.00 ENTER↑
 35.00 RUN
 I=4.107E5

T-2

XEG *MIT*
 B ↑ e<PRT)? 130.00 ENTER↑
 5.00 RUN
 b ↑ HI=H-e=? 60.00 ENTER↑
 35.00 RUN
 I=4.143E5

Marco Ejes 2 y 5



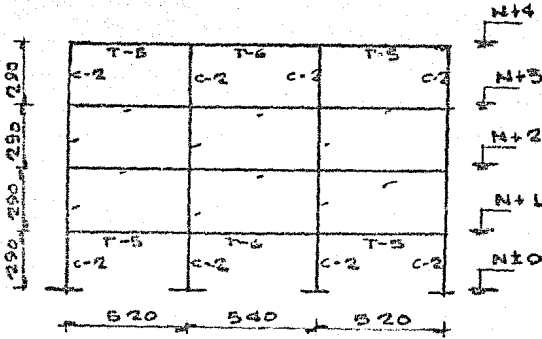
T-3

I=6.420E5

T-4

I=6.472E5

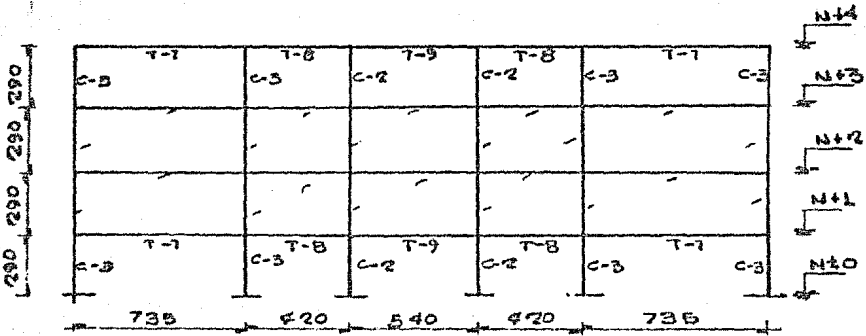
Marco Lijas 3 y 4



T-5
I=3.869E5

T-6
I=3.869E5

Marco Ejes A y D

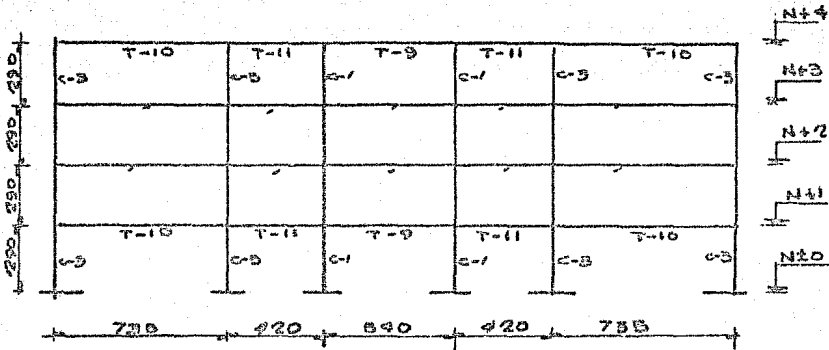


T-7
I=4.178E5

T-8
I=3.747E5

T-9
I=3.869E5

Marco Ejes B y C



T-10
I=6.768E5

T-11
I=6.029E5

COLUMNAS

C-1
I=4.556E5

C-2
I=3.417E5

C-3
I=8.108E5

2.4 CALCULO DE LAS RIGIDEZES DE PISO CON LAS FORMULAS DE WILBUR

La rigidez de piso es la relacion entre la fuerza cortante resistida por un marco, muro o contraviento en un entrepiso y el desplazamiento horizontal entre los dos niveles que lo limitan.

Con los momentos de inercia de las trabes y de las columnas se procederá a calcular las rigideces de piso aplicando las fórmulas de WILBUR.

Se supondran columnas empotradas en la cimentación.

1 Entrepiso

$$R_1 = \frac{48E}{h_1 \left[\frac{4I_1}{\sum k_{c1}} + \frac{h_1 + h_2}{\frac{\sum k_{t1}}{12} + \frac{\sum k_{t2}}{12}} \right]}$$

2 Entrepiso

$$R_2 = \frac{48E}{h_2 \left[\frac{4I_2}{\sum k_{c2}} + \frac{h_1 + h_2}{\frac{\sum k_{t1}}{12} + \frac{\sum k_{t2}}{12}} + \frac{h_2 + h_3}{\sum k_{t2}} \right]}$$

Entrepiso intermedio

$$R_n = \frac{48E}{h_n \left[\frac{4I_n}{\sum k_{cn}} + \frac{h_n + h_{n-1}}{\sum k_{tn}} + \frac{h_n + h_{n+1}}{\sum k_{tn}} \right]}$$

NOTA: Para el cálculo de la rigidez del último entrepiso se utilizó la fórmula antes descrita.

En estas ecuaciones:

R_n = Rigidez del entrepiso en cuestión (kg/cm).

h_n = Altura del entrepiso n.

K_{tn} = Rigidez relativa (I/L) de las trabes superiores del entrepiso n.

K_{tm} = Rigidez relativas de las trabes inferiores del entrepiso n.

K_{cn} = Rigidez relativa (I/h) de las columnas del entrepiso n.

m, n, o = Indices que indican tres niveles consecutivos de abajo hacia arriba.

E = Módulo de elasticidad del material de que se trate.

NOMBRE DEL PROGRAMA: RIG WIL.

DATOS

RESULTADOS

LBL A: ENTREPISO 1

$H_1, H_2, \sum K_{T1}, \sum K_{C1}, E.$

RW1

LBL B: ENTREPISO 2

$H_1, H_2, H_3, \sum K_{T1}, \sum K_{T2}, \sum K_{C1}, \sum K_{C2}, E.$

RW2

LBL C: ENTREPISO N

$H_N, H_M, H_O, \sum K_{TN}, \sum K_{TM}, \sum K_{CN}, E.$

RWN

PROGRAMA:
RIG WIL

01*LBL "RIG
WIL"
02 SF 27
03*LBL A
04 "ENTREPI
SO 1"
05 AVIEW
06 PSE
07 FIX 1
08 "H1 ↑ H2
=?"
09 PROMPT
10 STO 02
11 XEQ 00
12 STO 01
13 XEQ "U"
14 XEQ "X"
15 XEQ "Z"
16 XEQ "Y"
17 "RW1="
18 XEQ 01
19*LBL B
20 "ENTREPI
SO 2"
21 AVIEW
22 PSE
23 "H2 ↑ H1
=?"
24 PROMPT
25 STO 02
26 XEQ 00
27 STO 01
28 XEQ "U"
29 "H3=?"
30 PROMPT
31 STO 06
32 "EKT2 ↑
EK2=?"
33 PROMPT
34 STO 08
35 XEQ 00
36 STO 07
37 RCL 01
38 4
39 *
40 RCL 08

41 /
42 XEQ "Z"
43 XEQ "T"
44 XEQ "Y"
45 "RW2="
46 XEQ 01
47*LBL C
48 "ENTREPI
SO N"
49 AVIEW
50 PSE
51 "HN ↑ HM
=?"
52 PROMPT
53 STO 02
54 XEQ 00
55 STO 01
56 "EKTM ↑K
CN=?"
57 PROMPT
58 STO 04
59 XEQ 00
60 STO 03
61 "E ↑ HO=
?"
62 PROMPT
63 STO 06
64 XEQ 00
65 STO 05
66 "EKTN=?"
67 PROMPT
68 STO 07
69 XEQ "X"
70 XEQ "T"
71 RCL 02
72 RCL 06
73 +
74 RCL 03
75 /
76 +
77 XEQ "Y"
78 "RWN="
79 XEQ 01
80*LBL "U"
81 "EKT1 ↑
EK1=?"
82 PROMPT
83 STO 04
84 XEQ 00
85 STO 03

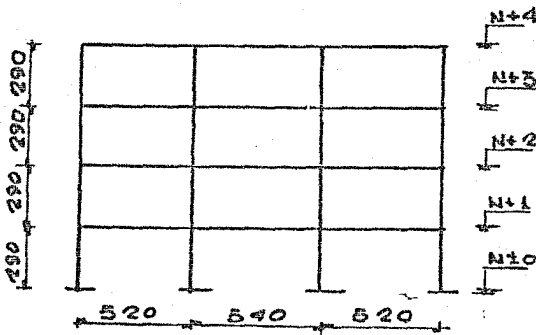
```

86 "E=?"
87 PROMPT
88 STO 05
89 RTN
90*LBL "T"
91 RCL 01
92 RCL 06
93 +
94 RCL 07
95 /
96 +
97 RTN
98*LBL "X"
99 RCL 01
100 4
101 *
102 RCL 04
103 /
104 RTN
105*LBL "Y"
106 RCL 01
107 *
108 RCL 95
109 48
110 *
111 X<>Y
112 /
113 RTN
114*LBL "Z"
115 RCL 01
116 RCL 02
117 +
118 RCL 04
119 12
120 /
121 RCL 03
122 +
123 /
124 +
125 RTN
126*LBL 00
127 CLA
128 ARCL Y
129 "F "
130 ARCL X
131 CF 21
132 AVIEW
133 SF 21
134 PSE
135 X<>Y
136 RTN
137*LBL 01
138 FIX 2
139 ARCL X
140 AVIEW
141 STOP
142 RTN
143 END

```

Con las rigideces relativas y con los programas de las fórmulas de Wilbur se calcularán las rigideces de cada entrepiso en cada marco y sumando todas estas en la dirección que se analice, se obtendrán las rigideces del edificio por entrepiso (que se utilizan en el análisis dinámico modal).

Ejemplo: Marco Ejes 1 y 6



$$\sum k_t = 2 \left(\frac{4.107 E05}{520} \right) + \left(\frac{4.143 E05}{540} \right) = 2346.84$$

$$\sum k_c = 4 \left(\frac{4.556 E05}{290} \right) = 6284.14$$

DATOS Y RESULTADOS

XEQ *RIG WIL*

ENTREPISO 1

H1 ↑ H2=?

290.0 ENTER↑

290.0 RUN

SKT1 ↑ SKC1=?

2,346.84 ENTER↑

6,284.14 RUN

E=?

1.581+05 RUN

RW1=67,688.23

XEQ B

ENTREPISO 2

H2 ↑ H1=?

290.00 ENTER↑

290.00 RUN

SKT1 ↑ SKC1=?

2,346.84 ENTER↑

6,284.14 RUN

E=?

1.581+05 RUN

H3=?

290.00 RUN

SKT2 ↑ SKC2=?

2,346.84 ENTER↑

6,284.14 RUN

RW2=41,288.78

XEQ C

ENTREPISO II (3 y 4)

HH ↑ HH=?

290.00 ENTER↑

290.00 RUN

SKTM ↑ KCM=?

2,346.84 ENTER↑

6,284.14 RUN

E ↑ H0=?

1.581+05 ENTER↑

290.00 RUN

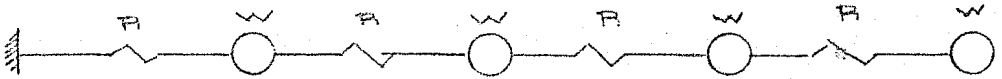
SKTN=?

2,346.84 RUN

PHN=39,545.62

2.5 ANALISIS DINAMICO

Para el análisis dinámico se empleará el método de análisis modal, para el cálculo de los modos se aplicará el método de Holzer que, para ello la estructura se idealizara como sigue:



1).- METODO DE HOLZER

1.- Se supone un valor arbitrario de p^2 , empezando con 1 e incrementando de 20 en 20.

2.- Se supone, también arbitrariamente, la amplitud de movimiento de la primera masa a partir del apcyo.

3.- Se calcula la fuerza en el primer resorte ($Q = \Delta R$) y la fuerza de inercia en la primera masa ($F = \frac{W}{g} p^2 u$), en función del desplazamiento y de la frecuencia circular, que son valores supuestos.

4.- Aplicando condiciones de equilibrio, se calculan la fuerza en el siguiente resorte ($Q_i = Q_{i-1} - F_i$) su deformación ($\Delta_i = \frac{Q_i}{k_i}$), la amplitud de la siguiente masa ($u_i = u_{i-1} + \Delta$). El proceso continúa hasta llegar a la última masa.

5.- La frecuencia supuesta es correcta si se satisface el equilibrio entre la fuerza en el último resorte y la fuerza de inercia de la última masa. La forma que así se obtiene, corresponde a un modo natural de vibración. En el caso de obtener un residuo, se procede de nuevo con otro valor supuesto de p^2 .

6.- Para el cálculo de los modos superiores se supone un valor arbitrario de p^2 , mayor que el del modo fundamental.

NOMBRE DEL PROGRAMA: HOLZER

DATOS

RESULTADOS

P (rad/seg)

RIG1 (ton/cm)

FI (cm)

 $M_L = W_L / G$ (ton-seg/cm)RIG₂,FI_{L+1} (cm) $M_{L+1} = W_{L+1} / G$

RIG

FI_{L+2}

⋮

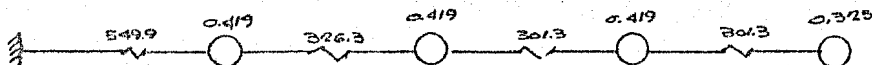
⋮

 $M_n = W_n / G$

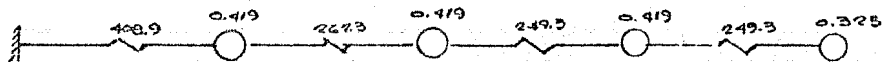
RES (ton)

Masas y Rigideces

Dirección X-X



Dirección Y-Y



PROGRAMA:
HOLZER

01*LBL "HOL
ZER"

02 CLRG
03 "P<2>=?"
04 PROMPT
05 STO 02
06 "RIG1=?"
07 PROMPT
08 "FI1=?"
09 PROMPT
10 ST+ 03
11 *
12 STO 00
13 1.00401
14 STO 04
15*LBL 00
16 "N=W/G=?"

17 PROMPT
18 RCL 02
19 *
20 RCL 03
21 *
22 STO 01
23 RCL 00
24 X<>Y
25 -
26 STO 00
27 RCL 04
28 FRC
29 1 E3
30 *
31 INT
32 RCL 04
33 INT
34 X=Y?
35 GTO 01
36 RCL 00
37 "RIG=?"
38 PROMPT
39 /
40 ST+ 03
41 RCL 03
42 "FI="

43 ARCL X

44 AVIEW
45 PSE
46 ISG 04
47 GTO 00
48*LBL 01
49 RCL 00
50 "RES="

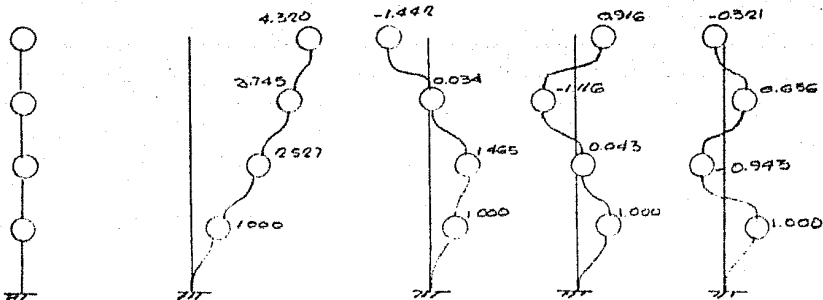
51 ARCL X
52 AVIEW
53 STOP
54*LBL A
55 ADV
56 PI
57 2
58 *
59 RCL 02
60 SQRT
61 /
62 "T="

63 ARCL X
64 AVIEW
65 END

A continuación se muestran los resultados. En el modo fundamental se imprimieron los valores de rigideces y masas, en las dos direcciones, omitiéndose en los restantes.

DATOS Y RESULTADOS

DIRECCION X-X		MODO 2	MODO 4
MODO FUNDAMENTAL		P(2)=?	P(4)=?
		950.000 ***	2.825.200 ***
		F11=?	F11=?
		1.000 ***	1.000 ***
P(2)=?	XEQ "HOLZER"	FI=1.465	FI=-0.943
123.550	RUH	FI=0.034	FI=0.656
RIG1=?		FI=-1.442	FI=-0.321
549.900	RUH	RES=0.086	RES=0.033
F11=?			
1.000	RUH	T=0.204	T=0.118
M=H/C=?			
.419	RUH		
RIG=?		MODO 3	
326.300	RUH		
FI=2.527		P(3)=?	
M=H/C=?		2.057.600 ***	
RIG=?		F11=?	
.419	RUH	1.000 ***	
301.500	RUH	FI=0.043	
FI=3.745		FI=-1.116	
M=H/C=?		FI=0.916	
.419	RUH	RES=0.075	
RIG=?			
301.500	RUH	T=0.139	
FI=4.320			
M=H/C=?			
.325	RUH		
RES=-0.008			
	XEQ A		
T=0.565			



Modo fundamental y modos superiores. Dirección X-X

DATOS Y RESULTADOS

DIRECCION Y-Y

MOD0 FUNDAMENTAL

XEQ "HOLZER"
 P(2)=? 97.800 RUN
 RIG1=? 400.900 RUN
 FI1=? 1.000 RUN
 M=W/G=? .419 RUN
 RIG=? 262.000 RUN
 FI=2.480
 M=W/G=? .419 RUN
 RIG=? 249.300 RUN
 FI=3.481
 M=W/G=? .419 RUN
 RIG=? 249.300 RUN
 FI=3.990
 M=W/G=? .325 RUN
 RES=0.880 XEQ A
 T=0.635

MOD0 2

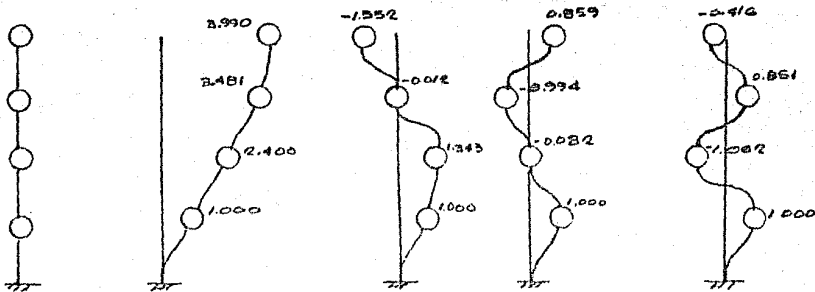
P(2)=? 760.500 ***
 FI1=? 1.000 ***
 FI=1.343
 FI=-0.012
 FI=-1.352
 RES=0.025
 T=0.228

MOD0 4

P(2)=? 2.269.250 ***
 FI1=? 1.000 ***
 FI=-1.062
 FI=0.815
 FI=-0.416
 RES=-0.017
 T=0.132

MOD0 3

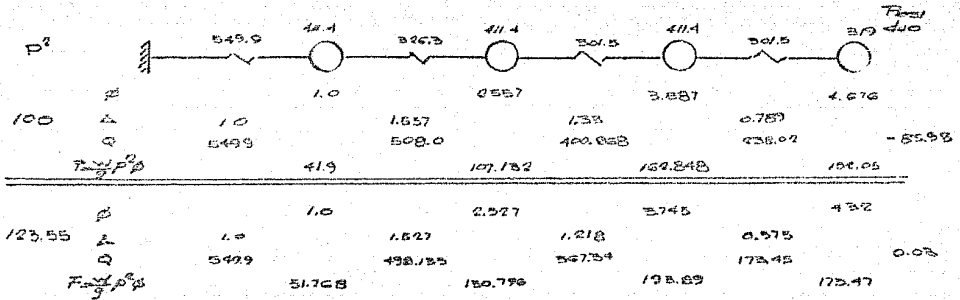
P(2)=? 1.654.000 ***
 FI1=? 1.000 ***
 FI=-0.002
 FI=-0.994
 FI=0.059
 RES=-0.012
 T=0.154



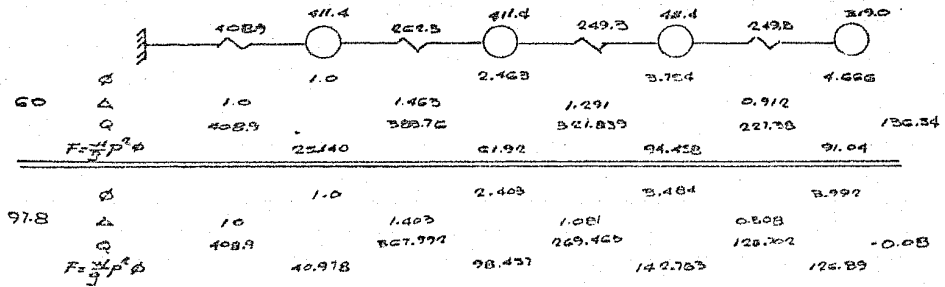
Modo fundamental y modos superiores. Dirección Y-Y

Cálculo manual del modo 1

Dirección X-X



Dirección Y-Y



ii).- COEFICIENTES DE PARTICIPACION

Una vez encontrados los diferentes modos de vibrar que tiene una estructura, después de haberla idealizado en la forma más conveniente, surge el problema de calcular la forma en que se combinan éstos para conocer el comportamiento probable de la estructura ante una excitación específica.

Al excitar un edificio cada modo responde como un sistema independiente de un grado de libertad. La respuesta total del edificio será la combinación de las respuestas independientes de cada uno de los modos, multiplicadas por un factor adecuado. A dicho factor se le da el nombre de coeficiente de participación.

Considerando el desplazamiento relativo de la masa "i" con respecto a la base de la estructura como la suma de participaciones al desplazamiento de cada modo "j", tenemos:

$$u_i(t) = \sum_{j=1}^n \phi_j(t) c_j x_{ij}$$

en donde:

$u_i(t)$ = Desplazamiento relativo a la base de la masa "i" en el instante "t".

c_j = Coeficiente de participación que define la escala a la que interviene el modo "j" en el movimiento.

x_{ij} = Desplazamiento de la masa "i" en el modo "j".

$\phi_j(t)$ = Función que expresa la variación con respecto al tiempo de la participación del modo "j". Representa el desplazamiento relativo a la base, en el tiempo "t", de un sistema simple con un periodo natural igual al del modo "j".

Para determinar el valor del coeficiente de participación de un modo cualquiera "m" se supondrá que la base sufre un incremento de velocidad "v". La velocidad de las masas relativas a las bases será:

$$\begin{aligned} \dot{u}_i(t) &= -v \\ \sum_{j=1}^n \dot{\phi}_j(0) c_j x_{ij} &= -v \end{aligned}$$

pero:

$$\phi_j(0) = -v$$

$$\sum_{j=1}^n c_j x_{ij} = 1$$

Multiplicando por $M_i x_{im}$ ambos miembros de la ecuación anterior:

$$\sum_{j=1}^n c_j M_i x_{im} x_{ij} = M_i x_{im}$$

Formando terminos semejantes para cada una de las masas y sumando, se obtiene:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_j M_i x_{im} x_{ij} = \sum_{i=1}^n M_i x_{im}$$

Por la propiedad de ortogonalidad:

$$\sum_{i=1}^n M_i x_{ij} x_{im} = 0 \quad \text{para } j \neq m$$

Por lo tanto:

$$\sum_{i=1}^n c_m M_i x_{im}^2 = \sum_{i=1}^n M_i x_{im}$$

$$c_m = \frac{\sum_{i=1}^n M_i x_{im}}{\sum_{i=1}^n M_i x_{im}^2}$$

El desplazamiento final de una masa "i" es:

$$u_i(t) = \sum_{j=1}^n \phi_j(t) \frac{\sum_{i=1}^n M_i x_{ij}}{\sum_{i=1}^n M_i x_{ij}^2} x_{ij}$$

NOMBRE DEL PROGRAMA: COPA

DATOS

W₁
 FI₁
 :
 :
 W_n
 FI_n

RESULTADOS

C (1/cm)

PROGRAMA:
 COPA

01*LBL "COP
 A"
 02 CLRG
 03 1.00401
 04 STO 00
 05*LBL 05
 06 SF 21
 07 "W ↑ FI=
 ?"
 08 PROMPT
 09 STO 02
 10 CLA
 11 ARCL Y
 12 "F "
 13 ARCL X
 14 CF 21
 15 AVIEW
 16 SF 21
 17 X<>Y
 18 STO 01
 19 10
 20 STO 03
 21 11
 22 STO 04
 23 RCL 01
 24 RCL 02
 25 *
 26 ST+ IND
 03
 27 RCL 02
 28 X↑2
 29 RCL 01
 30 *

31 ST+ IND
 04
 32 ISG 00
 33 GTO 05
 34 RCL 10
 35 RCL 11
 36 /
 37 "C="
 38 ARCL X
 39 AVIEW
 40 END

DATOS Y RESULTADOS

DIRECCION X-X

MODO FUNDAMENTAL

XEQ "COPA"
 W ↑ FI=? 411.400 ENTER↑
 .234 RUN
 W ↑ FI=? 411.400 ENTER↑
 .585 RUN
 W ↑ FI=? 411.400 ENTER↑
 .867 RUN
 W ↑ FI=? 319.000 ENTER↑
 1.000 RUN

C=1.279

MODO 2

C=0.290

MODO 3

C=0.220

MODO 4

C=0.193

DATOS Y RESULTADOS

DIRECCION Y-Y

MODO FUNDAMENTAL

XEQ "COPA"
 W ↑ FI=? 411.400 ENTER↑
 .251 RUN
 W ↑ FI=? 411.400 ENTER↑
 .602 RUN
 W ↑ FI=? 411.400 ENTER↑
 .872 RUN
 W ↑ FI=? 319.000 ENTER↑
 1.000 RUN

C=1.275

MODO 2

C=0.304

MODO 3

C=0.230

MODO 4

C=0.147

iii).--CALCULO DE LOS DESPLAZAMIENTOS Y FUERZAS CONTANTES.

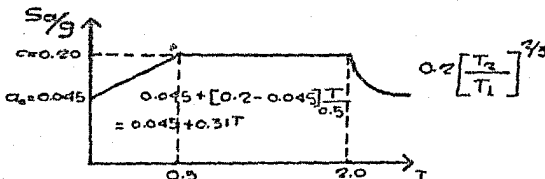
Como se ha mencionado, el desplazamiento de una masa cualquiera "i" en un tiempo "t" se puede expresar como:

$$u_i(t) = \sum_{j=1}^n \phi_j(t) C_j x_{ij}$$

El máximo valor absoluto del m-ésimo sumando de esta ecuación es $C_m x_{im} \phi_m(t)$, y ocurre en el instante t_m . La máxima contribución k-ésimo sumando vale $C_k x_{ik} \phi_k(t)$ y ocurre en el instante t_k . En general, $t_m \neq t_k$, es decir los máximos absolutos de cada uno de los modos no ocurrirán simultáneamente. Si así fuera el máximo valor absoluto de x_i se obtendría simplemente como $\sum_{j=1}^n x_{ij}$. Como no es así y basados en estudios de probabilidades, se recomienda estimar dicho máximo como $\left(\sum_{j=1}^n x_{ij}^2 \right)^{1/2}$. La misma conclusión es aplicable a cualquier elemento mecánico R, que sea proporcional a los desplazamientos o deformaciones.

Resumiendo lo anterior, en estructuras de varios grados de libertad; el valor de diseño que se adopta para un elemento mecánico puede obtenerse como $(\sum R_j^2)^{1/2}$, siendo R_j el máximo valor absoluto que dicho elemento mecánico alcanza durante el temblor de diseño debido a la contribución del modo j. Dicha contribución, R_j , se calcula como $C_j r_j \phi_j(t)$, en donde $\phi_j(t)$ es la ordenada del espectro de desplazamiento para el periodo del j-ésimo modo, r_j es el elemento mecánico de interés cuando se toma el modo a una escala arbitraria, y C_j es el factor de participación que corresponde a la misma escala.

La construcción corresponde al grupo B con estructuración tipo I, ductilidad $Q=4$ y localización en la zona de transición, el espectro de diseño es el siguiente.

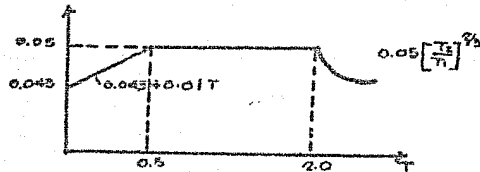


Estas ordenadas hay que dividir las por concepto de ductilidad, por los siguientes factores.

$$Q' = Q \text{ si } T > T_1$$

$$Q' = 1 + [Q-1] \frac{T}{T_1} \text{ si } T \leq T_1$$

El espectro de diseño reducido es el siguiente.



NOMBRE DEL PROGRAMA: DESYCOR

Este programa calcula los desplazamientos, con estos y las rigideces calcula las fuerzas cortantes.

DATOS: T1, T2 (Periodos característicos de los espectros de diseño).

c (Coeficiente sísmico).

Q (Factor de ductilidad).

a0 (Valor de a para T=0).

R (Exponente en las expresiones de los espectros de diseño).

T (Periodo natural).

CP (Coeficiente de participación).

FI (Desplazamiento de la masa "i" en el modo "j").

DESS (Desplazamiento superior).

DESI (Desplazamiento inferior).

RIG (Rigidez).

RESULTADOS: DES (Desplazamiento por entrepiso).

FC (Fuerza cortante por entrepiso).

PROGRAMA :
DES YCOR

```

01+LBL "DES
YCOR"
02 "T1 ↑ T2
=?"
03 PROMPT
04 STO 02
05 XEQ 20
06 STO 01
07 "c ↑ Q=?
"
08 PROMPT
09 STO 05
10 XEQ 20
11 STO 03
12 "a0 ↑ R=
?"
13 PROMPT
14 STO 08
15 XEQ 20
16 STO 04
17+LBL A
18 "T ↑ CP=
?"
19 PROMPT
20 STO 06
21 XEQ 20
22 STO 00
23 RCL 01
24 RCL 00
25 X>Y?
26 GTO 10
27 X<=Y?
28 GTO 01
29+LBL 10
30 RCL 02
31 X<>Y
32 X>Y?
33 GTO 03
34 X<=Y?
35 GTO 02
36+LBL 01
37 RCL 03
38 RCL 05
39 /
40 RCL 04

```

```

41 -
42 RCL 00
43 RCL 01
44 /
45 *
46 RCL 04
47 +
48 XEQ 15
49 GTO A
50+LBL 02
51 RCL 03
52 RCL 05
53 /
54 XEQ 15
55 GTO A
56+LBL 03
57 RCL 03
58 RCL 05
59 /
60 RCL 02
61 RCL 00
62 /
63 RCL 08
64 Y↑X
65 *
66 XEQ 15
67 GTO A
68+LBL 15
69 981
70 *
71 RCL 06
72 *
73 RCL 00
74 X↑2
75 PI
76 2
77 *
78 X↑2
79 /
80 *
81 STO 07
82 GTO B
83+LBL 20
84 CLR
85 ARCL Y
86 "↑ "
87 ARCL X
88 CF 21
89 AVIEW
90 SF 21

```

```
91 X<>Y
92 RTN
93 LBL B
94 1.00401
95 STO 15
96 LBL 05
97 "FI=?"
98 PROMPT
99 RCL 07
100 *
101 "DES="
102 ARCL X
103 AVIEW
104 ISG 15
105 GTO 05
106 LBL C
107 1.00401
108 STO 15
109 LBL 06
110 "DESS ↑
DESI=?"
111 PROMPT
112 XEQ 20
113 -
114 "RIG=?"
115 PROMPT
116 *
117 CHS
118 "FC="
119 ARCL X
120 AVIEW
121 PSE
122 ISG 15
123 GTO 06
124 STOP
125 END
```

DATOS Y RESULTADOS

MODO 2

DIRECCION X-X

MODO FUNDAMENTAL

XEQ "DESYCOR"
T1 ↑ T2=?

.500 ENTER
2.000 RUN

c ↑ 0=?

.200 ENTER
4.000 RUN

30 ↑ P=?

.045 ENTER
.666 RUN

T ↑ CP=?

.555 ENTER
1.279 RUN

FI=?

.232 RUN

DES=0.116

FI=?

.585 RUN

DES=0.297

FI=?

.867 RUN

DES=0.440

FI=?

1.000 RUN

DES=0.507

DESS ↑ DESI=?

.507 ENTER
.440 RUN

RIG=?

301.500 RUN

FC=20.201

DESS ↑ DESI=?

.440 ENTER
.297 RUN

RIG=?

301.500 RUN

FC=43.115

DESS ↑ DESI=?

.297 ENTER
.116 RUN

RIG=?

326.300 RUN

FC=58.408

DESS ↑ DESI=?

.116 ENTER
.000 RUN

RIG=?

549.800 RUN

FC=64.208

DES=6.014
DES=0.021
DES=4.796E-4
DES=-0.020
FC=5.885
FC=-6.167
FC=2.284
FC=7.699

MODO 3

DES=0.005
DES=2.167E-4
DES=-0.005
DES=0.004
FC=2.714
FC=1.444
FC=-1.563
FC=2.950

MODO 4

DES=0.003
DES=-0.003
DES=0.002
DES=-0.001
FC=-0.905
FC=1.503
FC=-1.953
FC=1.650

DATOS Y RESULTADOS

DIRECCION Y-Y

MOD0 FUNDAMENTAL

XEQ "DESycor"
 T1 ↑ T2=?
 .500 ENTER↑
 2.000 RUN
 c ↑ 0=?
 .200 ENTER↑
 4.000 RUN
 a0 ↑ R=?
 .045 ENTER↑
 .666 RUN
 T ↑ CP=?
 .635 ENTER↑
 1.275 RUN
 FI=?
 .251 RUN
 DES=0.160
 FI=?
 .602 RUN
 DES=0.305
 FI=?
 .872 RUN
 DES=0.557
 FI=?
 1.000 RUN
 DES=0.639
 DESS ↑ DESI=?
 .639 ENTER↑
 .557 RUN
 RIG=?
 249.300 RUN
 FC=20.443
 DESS ↑ DESI=?
 .557 ENTER↑
 .385 RUN
 RIG=?
 249.300 RUN
 FC=42.880
 DESS ↑ DESI=?
 .385 ENTER↑
 .160 RUN
 RIG=?
 262.300 RUN
 FC=59.018
 DESS ↑ DESI=?
 .150 ENTER↑
 0.000 RUN
 RIG=?
 400.900 RUN
 FC=65.424

MOD0 2

DES=0.019
 DES=0.025
 DES=-2.228E-4
 DES=-0.025
 FC=-6.177
 FC=-6.288
 FC=1.574
 FC=7.769

MOD0 3

DES=0.006
 DES=-0.001
 DES=-0.006
 DES=0.005
 FC=2.742
 FC=-1.247
 FC=0.336
 FC=2.453

MOD0 4

DES=0.003
 DES=-0.003
 DES=0.002
 DES=-0.001
 FC=-0.748
 FC=1.247
 FC=-1.574
 FC=1.227

A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos.

Zona de Transición (II)
 Coeficiente Sísmico 0.20
 Factor de ductilidad 4

Pesos y masas de los distintos niveles

Nivel	Peso	Masa
1	411.4	0.419
2	411.4	0.419
3	411.4	0.419
4	319.0	0.325

Módulo de Elasticidad (kg/cm^2)

Entrepiso	Columnas	Nivel	Trabes
1	1.581E05	1	1.581E05
2	1.581E05	2	1.581E05
3	1.581E05	3	1.581E05
4	1.581E05	4	1.581E05

Rigideces (ton/cm)

Entrepiso	Dirección x-x	Dirección y-y
1	549.9	408.9
2	326.3	262.8
3	301.5	249.3
4	301.5	249.3

Periodos y Frecuencias circulares

Modo	Periodo		Frecuencias	
	Dir x-x	Dir y-y	Dir x-x	Dir y-y
1	0.565	0.635	123.55	97.8
2	0.204	0.228	950.0	760.5
3	0.139	0.154	2057.6	1654.8
4	0.118	0.132	2825.2	2269.25

Modos Normalizados
 Direccion X-X

Modo	Piso	Desplaz	Fza. Sismica
1	1	0.118	64.828
1	2	0.297	54.408
1	3	0.440	43.115
1	4	0.507	20.200
2	1	0.014	7.699
2	2	0.021	2.284
2	3	4.796E-4	-6.187
2	4	0.020	5.885
3	1	0.005	2.950
3	2	2.107E-4	-1.563
3	3	-0.005	1.444
3	4	0.004	2.714
4	1	0.003	1.650
4	2	-0.003	-1.958
4	3	0.002	1.508
4	4	-0.001	-0.905

Direccion Y-Y

1	1	0.160	65.424
1	2	0.385	59.018
1	3	0.557	42.880
1	4	0.639	20.443
2	1	0.019	7.769
2	2	0.025	1.574
2	3	-2.228E-4	-6.288
2	4	-0.025	-6.177
3	1	0.006	2.453
3	2	-0.001	-1.836
3	3	-0.006	-1.247
3	4	0.005	2.742
4	1	0.003	1.227
4	2	-0.003	-1.574
4	3	0.002	1.297
4	4	-0.001	-0.748

Constantes Dinámicas de Diseño

Entrepiso	Dir. X-X	Dir. Y-Y
1	65.42	65.94
2	58.51	59.09
3	43.61	43.37
4	21.23	21.53

iv).- TORSION

La fuerza sísmica actúa en el centro de gravedad de las masas en cada piso mientras que la fuerza resistente pasa por el centro de torsión o centro de rigideces de los elementos resistentes en el sentido del sismo. Esto produce un par de torsión de magnitud igual al producto de la fuerza cortante por su distancia al centro de torsión o punto por la cual se debe de pasar la fuerza sísmica con objeto de que el movimiento relativo entre dos niveles, sea de traslación exclusivamente. El centro de torsión se puede definir por medio de las siguientes expresiones:

$$x_{CT} = \frac{\sum R_{iy} x_i}{\sum_T R_{iy}}$$

$$y_{CT} = \frac{\sum R_{ix} y_i}{\sum_T R_{ix}}$$

R_{iy} = Rigidez de cada elemento resistente del entrepiso, orientado según el eje Y.

R_{ix} = Rigidez de cada elemento resistente del entrepiso, orientado según el eje X.

La excentricidad de diseño que especifica el reglamento se define como:

$$e_{\text{diseño}} = 1.5 e_{\text{calculada}} + 0.1L$$

$$e_{\text{diseño}} = e_{\text{calculada}} - 0.1L$$

L = Máxima dimensión del piso medida en la dirección normal a la fuerza por sismo.

Se analizará con el valor de la excentricidad de diseño que produzca efectos más desfavorables.

v).- DISTRIBUCION DE LA FUERZA CORTANTE SISMICA

Una vez obtenida la fuerza cortante en cada entrepiso es necesario distribuirla entre los elementos resistentes que forman parte de la estructura en el sentido en que actúa la fuerza sísmica. Esta fuerza se hace proporcionalmente a la rigidez de

entrepiso de los marcos y demás elementos resistentes.

La fuerza resistente que se desarrolla en el entrepiso de un marco es proporcional a la rigidez lateral del mismo.

$$V_{ix} = R_{ix} \Delta_i$$

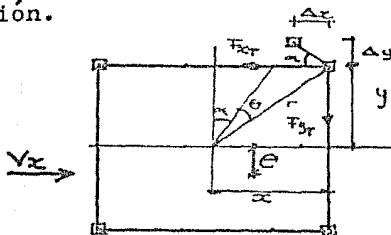
La suma de las fuerzas cortantes que se desarrollan en todos los marcos y en el mismo entrepiso es igual a la fuerza cortante externa

$$V_x = \sum V_{ix} = \sum R_{ix} \Delta_i$$

Por lo tanto la fuerza cortante directa en un entrepiso y en cada marco es para cada dirección:

$$V_{ix} = \frac{R_{ix}}{\sum R_{ix}} V_x$$

Para obtener la fuerza cortante por torsión se supone que todos los marcos resistentes giran el mismo ángulo alrededor del centro de torsión.



El par de torsión se calcula como

$$M_T = V_x e_D$$

en donde e_D es la excentricidad de diseño.

Las fuerzas cortantes que se desarrollan en los elementos resistentes son:

$$F_{xr} = R_{ix} \Delta_x$$

$$F_{yr} = R_{iy} \Delta_y$$

Al aceptar que los desplazamientos son muy pequeños, las ecuaciones anteriores se reducen a:

$$F_{x_T} = R_{ix} \Delta \cos \alpha = R_{ix} \Delta \frac{y}{r}$$

$$F_{y_T} = R_{iy} \Delta \sin \alpha = R_{iy} \Delta \frac{x}{r}$$

pero

$$\Delta = r\theta$$

por lo tanto

$$\begin{aligned} F_{x_T} &= R_{ix} \theta y \\ F_{y_T} &= R_{iy} \theta x \end{aligned}$$

El momento de cada una de las fuerzas resistentes con respecto al centro de torsión es:

$$M_{F_x} = F_{x_T} y = R_{ix} \theta y^2$$

$$M_{F_y} = F_{y_T} x = R_{iy} \theta x^2$$

Para que haya equilibrio es necesario que el momento de torsión sea igual a la suma de momentos con respecto al centro de torsión, de todas las fuerzas internas.

$$M_T = \sum R_{ix} \theta y^2 + \sum R_{iy} \theta x^2$$

$$= \theta [\sum R_{ix} y^2 + \sum R_{iy} x^2]$$

$$\theta = \frac{M_T}{\sum R_{ix} y^2 + \sum R_{iy} x^2}$$

Por lo tanto la fuerza cortante por torsión en un marco será para los marcos orientados en la dirección X

$$F_{x_T} = R_{ix} y \theta = \frac{M_T}{\sum R_{ix} y^2 + \sum R_{iy} x^2} R_{ix} y$$

y para los marcos orientados en la dirección Y

$$F_{y_T} = R_{iy} x \theta = \frac{M_T}{\sum R_{ix} y^2 + \sum R_{iy} x^2} R_{iy} x$$

x, y = Coordenadas, con respecto al centro de torsión del elemento resistente que se analiza.

M_T = Par de torsión de diseño en la dirección que se está analizando.

Por superposición de los dos valores anteriores se obtiene la fuerza cortante en un marco paralelo al eje X:

$$V_{ix} = \frac{P_{ix}}{\sum P_{ix}} V_x + \frac{P_{ix} \cdot y_{iT}}{\sum [P_{ix} \cdot y_{iT}^2 + P_{iy} \cdot x_{iT}^2]} M_{Tx}$$

y para un marco paralelo al eje Y:

$$V_{iy} = \frac{P_{iy}}{\sum P_{iy}} V_y + \frac{P_{iy} \cdot x_{iT}}{\sum [P_{ix} \cdot y_{iT}^2 + P_{iy} \cdot x_{iT}^2]} M_{Ty}$$

PROGRAMA:
TORSION

```

01*LBL "TOR
SION"
02 "POS FZA
CORT"
03 AVIEW
04 PSE
05 CLRG
06 1.00401
07 STO 05
08*LBL 01
09 "F=?"
10 PROMPT
11 STO 00
12 ST+ 01
13 RCL 01
14 "ZV="
15 ARCL X
16 AVIEW
17 PSE
18 "C CAR.
OD=?"
19 PROMPT
20 STO 02
21 10
22 STO 03
23 RCL 00
24 RCL 02
25 *
26 ST+ IND
03
27 RCL 10
28 RCL 01
29 /
30 "C CORT="
"
31 ARCL X
32 AVIEW
33 PSE
34 ISG 05
35 GTO 01
36*LBL A
37 CLRG
38 1.00601
39 STO 05
40*LBL 02

```

```

41 "R=?"
42 PROMPT
43 STO 00
44 ST+ 01
45 "D AL OR
IG=?"
46 PROMPT
47 STO 02
48 10
49 STO 03
50 RCL 02
51 RCL 00
52 *
53 ST+ IND
03
54 ISG 05
55 GTO 02
56 RCL 10
57 RCL 01
58 /
59 "CT="
60 ARCL X
61 AVIEW
62 STOP
6 LBL B
6 CLRG
65 1.00601
66 STO 05
67*LBL 03
68 "R=?"
69 PROMPT
70 STO 00
71 ST+ 01
72 "D MAR A
L CT=?"
73 PROMPT
74 STO 02
75 10
76 STO 03
77 11
78 STO 04
79 RCL 02
80 RCL 00
81 *
82 "R*cT="
83 ARCL X
84 AVIEW
85 PSE
86 ST+ IND
03

```

```

87 RCL 02
88 X↑2
89 RCL 00
90 *
91 ST+ IND
04
92 ISG 05
93 GTO 03
94 RCL 11
95 "ΣR*CT2="
..
96 ARCL X
97 AVIEW
98 STOP
99*LBL C
100 "CT=?"
101 PROMPT
102 "CC=?"
103 PROMPT
104 -
105 STO 06
106 1.5
107 *
108 "L=?"
109 PROMPT
110 STO 04
111 .1
112 *
113 +
114 "e1="
115 ARCL X
116 AVIEW
117 PSE
118 RCL 06
119 RCL 04
120 .1
121 *
122 -
123 "e2="
124 ARCL X
125 AVIEW
126 PSE
127 "eDIS=?"
128 PROMPT
129 "VT=?"
130 PROMPT
131 STO 07
132 *
133 STO 08
134 "ΣR*CT2="
?"
135 PROMPT
136 STO 11
137 "ΣR*CT2
OD=?"
138 PROMPT
139 STO 12
140 "ΣR=?"
141 PROMPT
142 STO 09
143*LBL c
144 RCL 08
145 "R*CT=?"
146 PROMPT
147 X↑2
148 SQRT
149 *
150 RCL 11
151 RCL 12
152 +
153 /
154 "R=?"
155 PROMPT
156 RCL 09
157 /
158 RCL 07
159 *
160 +
161 "V="
162 ARCL X
163 AVIEW
164 PSE
165 GTO c
166 END

```

NOMBRE DEL PROGRAMA: TORSION

DATOS

F
C CAR. OD
F
C CAR. OD
.
.
n,

RESULTADOS

V
C CORT
V
C CORT

Conociendo la magnitud y posición de la fuerza cortante se procede a distribuirla entre los marcos resistentes.

R
D AL ORIG
R
D AL ORIG
.
.
n₂

CT

Se encuentra el centro de torsion del nivel analizado.

R
D MAR AL CT
R
D MAR AL CT
.
.
n₂

R*CT

R*OT

$\Sigma R*CT2$

Se encuentra la sumatoria de las rigideces, por el centro de torsion al cuadrado.

CT
CC

L
.
.
eDIS

e,
e₂

VT

DATOS

RESULTADOS

 $\Sigma R \cdot CT^2$ $\Sigma R \cdot CT^2$ OD ΣR

R

 $R \cdot CT$

V

R

 $R \cdot CT$

V

.

.

 n_z

V

de donde:

F= Fuerza cortante por nivel (ton).

 $\Sigma V = \Sigma$ de la fuerza cortante por entrepiso (ton).

C CAR. OD= Centro de carga opuesto a la dirección que se analiza (m).

C CORT= Centro de cortante (m).

D AL ORIG= Distancia al origen del marco que se analiza (m).

R= Rigidez (ton/cm).

CT= Centro de torsión.

n = Número de niveles.

n = Número de marcos.

L= Longitud del edificio perpendicular a la dirección que se analiza (m).

e= Excentricidad (m).

eDIS= Excentricidad de diseño.

VT= Cortante total en el entrepiso.

V= Cortante total por marco y por entrepiso.

$$\Sigma R \cdot CT^2 = \Sigma R \cdot x(CT)^2$$

DATOS Y RESULTADOS

DIRECCION Y-Y

NEG *TORSION*

POS FZA CORT
F=? 21.530 RUN

EV=21.530
C CAR. OD=? 14.25 RUN

C CORT=14.25
F=? 21.84 RUN

EV=43.37
C CAR. OD=? 14.25 RUN

C CORT=14.25
F=? 15.72 RUN

EV=59.09
C CAR. OD=? 14.25 RUN

C CORT=14.25
F=? 6.85 RUN

EV=65.94
C CAR. OD=? 14.25 RUN

C CORT=14.25
R=? 67.68 RUN

D AL ORIG=? 9.80 RUN

R=? 81.026 RUN

D AL ORIG=? 7.35 RUN

R=? 55.739 RUN

D AL ORIG=? 11.55 RUN

R=? 55.739 RUN

D AL ORIG=? 16.95 RUN

R=? 81.026 RUN

D AL ORIG=? 21.15 RUN

R=? 67.68 RUN

D AL ORIG=? 26.50 RUN

CT=14.25 RUN

R=? 67.68 RUN

D MAR AL CT=? -14.25 RUN

R*CT=-964.44
R=? 81.026 RUN

D MAR AL CT=? -6.98 RUN

R*CT=-559.09
R=? 55.739 RUN

D MAR AL CT=? -2.70 RUN

R*CT=-150.58
R=? 55.739 RUN

D MAR AL CT=? 2.70 RUN

R*CT=150.58
R=? 81.026 RUN

D MAR AL CT=? 6.98 RUN

R*CT=559.09
R=? 67.68 RUN

D MAR AL CT=? 14.25 RUN

R*CT=964.44
EP*CT2=36,014.51 RUN

CT=?		
CC=?	14.25	RUN
L=?	14.25	RUN
	29.10	RUN
$\epsilon_1=2.91$		
$\epsilon_2=-2.91$		
$\epsilon_{DIS}=?$	2.91	RUN
VT=?	65.94	RUN
$EP+cT2=?$		
	36,614.51	RUN
$EP+cT2$ $OB=?$	17,825.00	RUN
EP=?	488.90	RUN
$R+cT=?$	-964.44	RUN
R=?	67.68	RUN
$V=14.35$		
$R+cT=?$	-559.08	RUN
R=?	81.026	RUN
$V=15.06$		
$R+cT=?$	-150.50	RUN
R=?	55.739	RUN
$W=9.52$		
$R+cT=?$	150.50	RUN
R=?	55.739	RUN
$V=9.52$		
$R+cT=?$	559.08	RUN
R=?	81.026	RUN
$V=15.06$		
$R+cT=?$	964.44	RUN
R=?	67.68	RUN
$V=14.35$		

Cálculo manual de la posición, y distribución de la fuerza cortante por sismo entre los elementos resistentes.

N ^o de piso	N ^o de columnas	Base de columna		F. Cortante		Posición de la Fuerza Cortante							
		F _{ix}	F _{iy}	X	Y	V _x	V _y	F _{ix} ·Y	ΣF _{ix} ·Y	F _{iy} ·X	ΣF _{iy} ·X	X _c	Y _c
4	4	21.25	21.55	14.25	7.90			167.72		306.80			
3	3	22.38	21.84	14.25	7.90	21.25	21.55	176.80	167.72	311.22	306.80	14.25	7.9
2	3	14.90	15.72	14.25	7.90	43.61	43.57	117.71	344.52	618.02	14.25	7.9	
1	2	6.91	6.85	14.25	7.90	58.51	59.09	54.59	462.23	842.03	14.25	7.9	
	1					65.42	65.94		1008.15	959.64	14.25	7.9	

Entrepiso 1

Dirección Y-Y

E _p	F _{iy}	X _i	F _{iy} ·X _i	Centro de Torsión			Efectos de V _y			Efectos V _y Torsión
				X _{CT}	F _{iy} ·X _{CT}	F _{iy} ·X _i ²	Directo	Torsión	Total	
1	67.68	0	0	-14.25	-964.44	15745.27	10.91	3.44	14.35	1.92
2	81.026	7.35	595.54	-6.90	-559.08	3857.65	13.07	1.99	15.06	1.11
3	85.739	11.55	989.79	-2.70	-190.50	406.34	8.99	0.53	9.52	0.30
4	55.759	16.95	944.78	+2.70	150.50	406.34	8.99	0.53	9.52	0.30
5	81.026	21.15	1713.91	+6.90	559.08	3857.65	13.07	1.99	15.06	1.11
6	67.68	28.50	1928.88	+14.25	964.44	15745.27	10.91	3.44	14.35	1.92
	408.9		5826.88			36014.51	65.94			

$$X_{CT} = \frac{5826.88}{408.90} = 14.25 \quad L = 29.1$$

Dirección X-X

E _p	F _{ix}	Y _i	F _{ix} ·Y _i	Centro de Torsión			Efectos de V _x			Efectos V _x Torsión
				Y _{CT}	F _{ix} ·Y _{CT}	F _{ix} ·Y _i ²	Directo	Torsión	Total	
A	125.33	0	0	-7.9	-990.11	7821.85	14.91	1.97	16.88	3.52
B	149.61	5.2	777.97	-2.7	-403.95	1090.66	17.80	0.80	18.60	1.44
C	149.61	10.6	1585.87	+2.7	403.95	1090.66	17.80	0.80	18.60	1.44
D	125.33	15.8	1980.21	+7.9	990.11	7821.85	14.91	1.97	16.88	3.52
	549.88		4344.05			17825.0	65.42			

$$Y_{CT} = \frac{4344.05}{549.88} = 7.9 \quad L = 16.40$$

Entropiso 2

Dirección Y-Y

Eje	R _{iy}	Efectos de V _y		
		Directo	Torsión	Total
1	41.289	9.28	3.10	12.38
2	54.394	12.23	1.98	14.91
3	35.718	8.03	1.37	9.40
4	35.718	8.03	1.37	9.40
5	54.394	12.23	1.98	14.91
6	41.289	9.28	3.10	12.38

Dirección X-X

Eje	R _{ix}	Efectos de V _x		
		Directo	Torsión	Total
A	70.623	12.66	1.64	14.30
B	92.540	16.59	0.75	17.34
C	92.540	16.59	0.75	17.34
D	70.623	12.66	1.64	14.30

Entropiso 3

Dirección Y-Y

Eje	R _{iy}	Efectos de V _y		
		Directo	Torsión	Total
1	38.547	6.70	2.29	8.99
2	52.245	9.09	1.50	10.59
3	33.878	5.89	0.38	6.27
4	33.878	5.89	0.38	6.27
5	52.245	9.09	1.50	10.59
6	38.547	6.70	2.29	8.99

Dirección X-X

Eje	R _{ix}	Efectos de V _x		
		Directo	Torsión	Total
A	63.946	9.25	1.19	10.44
B	86.801	12.56	0.55	13.11
C	86.801	12.56	0.55	13.11
D	63.946	9.25	1.19	10.44

Entropiso 4

Dirección Y-Y

Eje	R _{iy}	Efectos de V _y		
		Directo	Torsión	Total
1	38.547	3.33	1.13	4.46
2	52.245	4.51	0.74	5.25
3	33.878	2.93	0.18	3.11
4	33.878	2.93	0.18	3.11
5	52.245	4.51	0.74	5.25
6	38.547	3.33	1.13	4.46

Dirección X-X

Eje	R _{ix}	Efectos de V _x		
		Directo	Torsión	Total
A	63.946	4.50	0.58	5.08
B	86.801	6.11	0.27	6.38
C	86.801	6.11	0.27	6.38
D	63.946	4.50	0.58	5.08

Entrepiso 2

Dirección Y-Y

Eje	Pij	Efectos de Yj		
		Directo	Torsión	Total
1	41.289	9.28	3.10	12.38
2	54.394	12.23	1.98	14.91
3	35.718	8.03	1.37	9.40
4	35.718	8.03	1.37	9.40
5	54.394	12.23	1.98	14.91
6	41.289	9.28	3.10	12.38

Dirección X-X

Eje	Pij	Efectos de Xj		
		Directo	Torsión	Total
A	70.623	12.66	1.64	14.30
B	92.540	16.59	0.75	17.34
C	92.540	16.59	0.75	17.34
D	70.623	12.66	1.64	14.30

Entrepiso 3

Dirección Y-Y

Eje	Pij	Efectos de Yj		
		Directo	Torsión	Total
1	38.547	6.70	2.29	8.99
2	52.245	9.09	1.50	10.59
3	33.878	5.89	0.38	6.27
4	33.878	5.89	0.38	6.27
5	52.245	9.09	1.50	10.59
6	38.547	6.70	2.29	8.99

Dirección X-X

Eje	Pij	Efectos de Xj		
		Directo	Torsión	Total
A	63.946	9.25	1.19	10.44
B	86.801	12.56	0.55	13.11
C	86.801	12.56	0.55	13.11
D	63.946	9.25	1.19	10.44

Entrepiso 4

Dirección Y-Y

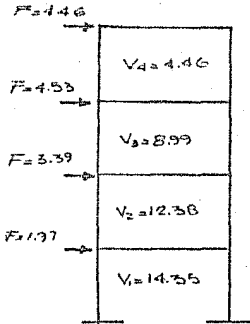
Eje	Pij	Efectos de Yj		
		Directo	Torsión	Total
1	38.547	3.33	1.13	4.46
2	52.245	4.51	0.74	5.25
3	33.878	2.93	0.18	3.11
4	33.878	2.93	0.18	3.11
5	52.245	4.51	0.74	5.25
6	38.547	3.33	1.13	4.46

Dirección X-X

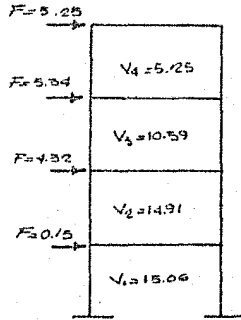
Eje	Pij	Efectos de Xj		
		Directo	Torsión	Total
A	63.946	4.50	0.58	5.08
B	86.801	6.11	0.27	6.38
C	86.801	6.11	0.27	6.38
D	63.946	4.50	0.58	5.08

Fuerzas cortantes finales para cada marco

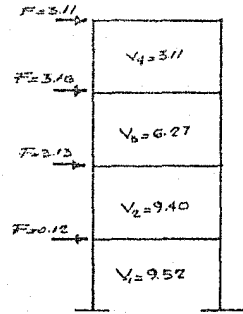
Ejes 1-6



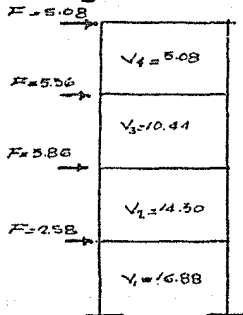
Ejes 2-5



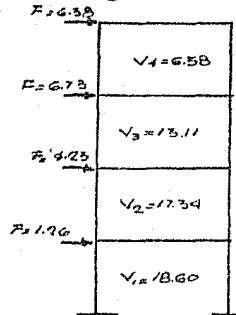
Ejes 3-4



Ejes A-D



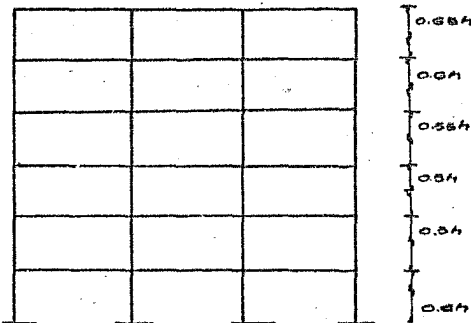
Ejes C-D



2.6 METODO DE BOWMAN

En la práctica revisten importancia el análisis de marcos de edificios sujetos a fuerzas laterales, este método es el resultado del estudio de un gran número de marcos resueltos por métodos "exactos", se ha propuesto un método aproximado con las siguientes hipótesis.

- 1.- Los puntos de inflexión en las trabes exteriores se encuentran a 0.55 de su claro, a partir de su extremo exterior, En trabes interiores, el punto de inflexión se encuentra al centro del claro, excepto en la crujía central cuando el número de crujías es impar, o en las dos centrales si es par en estas crujías la posición de los puntos de inflexión en las trabes está forzada por condiciones de simetría y equilibrio.
- 2.- Los puntos de inflexión en las columnas del primer entrepiso se encuentran a 0.6 de su altura a partir de la base. En marcos de dos o más, tres o más o cuatro o más entrepisos, respectivamente, los puntos de inflexión en las columnas de los entrepisos último, penúltimo y antepenúltimo, respectivamente se encuentran a 0.65, 0.6 y 0.55 de la altura correspondiente, a partir del extremo superior. En edificios de cinco o más entrepisos, los puntos de inflexión en columnas para las cuales no se ha especificado la posición, se encuentran al centro de su altura.



3.- La fuerza cortante de cada entrepiso se distribuye en la forma siguiente.

En el primer resorte:

Una fuerza cortante igual a

$$V_c = \frac{N - 0.5}{N + 1} V$$

se distribuye directamente entre las columnas proporcionales a sus rigideces, la fuerza cortante $V_c = V - V_e$ se distribuye entre las crujias proporcionalmente a la rigidez de la trabe que la limita en la parte superior. El cortante se distribuye en partes iguales entre las dos columnas que lo limitan.

En pisos superiores:

Una fuerza cortante igual a

$$V_c = \frac{N - 2}{N + 1} V$$

se distribuye directamente entre las columnas. El cortante $V_c = V - V_e$ se distribuye entre las crujias como se hizo para la planta baja.

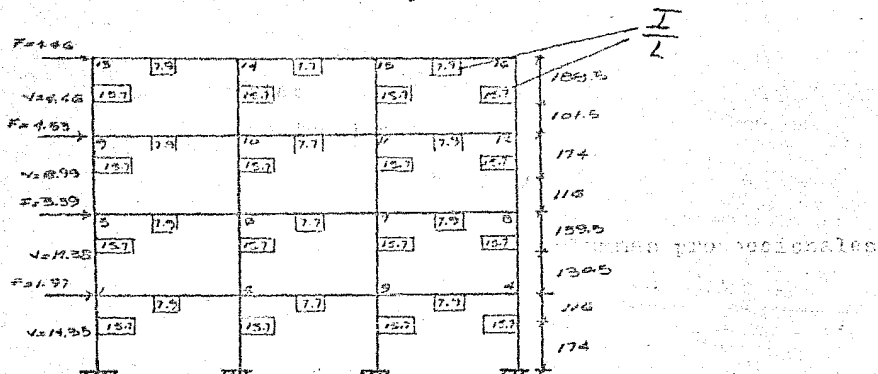
En estas expresiones.

V = Fuerza cortante en el entrepiso.

N = Número de crujias del marco en el entrepiso considerado

Una variante del método consiste en respetar los puntos 2y3, pero determinar los momentos en las trabes equilibrando en cada nudo la suma de los momentos en los extremos de las columnas con momentos proporcionales a la rigidez angular natural de cada trabe.

A continuación se muestran las fuerzas obtenidas para el marco ejes 1 y 6



NOMBRE DEL PROGRAMA: BOWMAN

DATOS

N= Número de crujiás.

VT= Cortante total.

ΣR_c = Σ de rigideces relativas de columnas (I/L).

ΣRT = Σ de rigideces relativas de trabes (I/L).

HINF= Altura inferior del entrepiaso (m).

HSUP= Altura superior del entrepiaso (m).

NUDO= Como referencia.

RIT= Rigidez trabe izquierda.

RDT= Rigidez trabe derecha.

Rc= Rigidez de columna.

RESULTADOS

VIT= Cortante trabe izquierda (ton).

VDT= Cortante trabe derecha (ton).

MINF= Momento inferior (ton-m).

MSUP= Momento superior (ton-m).

PROGRAMA:
BOWMAN

01*LBL "BOW
MAN"

02*LBL A

03 "ENTREPI
SO 1"

04 XEQ 01

05 .5

06 XEQ 02

07*LBL a

08 XEQ 03

09*LBL B

10 "ENT. SU
PERIORES"

11 XEQ 01

12 2

13 XEQ 02

14*LBL a

15 XEQ 03

16*LBL 01

17 AVIEW

18 PSE

19 "N=?"

20 PRA

21 PROMPT

22 PRX

23 STO 00

24 RTN

25*LBL 02

26 -

27 RCL 00

28 1

29 +

30 /

31 "VT=?"

32 PRA

33 PROMPT

34 PRX

35 STO 01

36 *

37 STO 02

38 "ERC=?"

39 PRA

40 PROMPT

41 PRX

42 STO 03

43 "ERT=?"

44 PRA

45 PROMPT

46 PRX

47 STO 04

48 "HIN=?"

49 PRA

50 PROMPT

51 STO 08

52 PRX

53 "HSU=?"

54 PRA

55 PROMPT

56 STO 09

57 PRX

58 RTN

59*LBL 03

60 "NUDO=?"

61 PRA

62 PROMPT

63 PRX

64 "RIT=?"

65 PROMPT

66 RCL 04

67 /

68 RCL 01

69 RCL 02

70 -

71 STO 05

72 *

73 "VIT="

74 XEQ 04

75 .5

76 *

77 "RDT=?"

78 PROMPT

79 RCL 04

80 /

81 RCL 05

82 *

83 "VDT="

84 XEQ 04

85 .5

86 *

87 +

88 "Rc=?"

89 PROMPT

90 RCL 03

91 /

92 RCL 02

93 *

94 +

```

95 STO 07
96 RCL 08
97 RCL 07
98 *
99 "MINF="
100 XEQ 04
101 RCL 09
102 RCL 07
103 *
104 "MSUP="
105 XEQ 04
106 GTO a
107 LBL 04
108 ARCL X
109 AVIEW
110 PSE
111 RTN
112 END

```

DATOS Y RESU LTADOS

```

ENTREPISO 1
N=?
VT=? 3.00 ***
ZRC=? 14.35 ***
ERT=? 62.00 ***
HIN=? 23.00 ***
HSU=? 1.74 ***
NUDO=? 1.16 ***
NUDO=? 1.00 ***
VIT=0.00
VDT=1.85
MINF=5.51
MSUP=3.67
NUDO=? 2.00 ***
VIT=1.85
VDT=1.68
MINF=6.98
MSUP=4.65
NUDO=? 3.00 ***
VIT=1.68
VDT=1.85
MINF=6.98
MSUP=4.65
NUDO=? 4.00 ***
VIT=1.85
VDT=0.00
MINF=5.51
MSUP=3.67
NUDO=?

```

ENT. SUPERIORES (2)

N=?		
VT=?	3.00	***
ERC=?	12.36	***
ERT=?	62.80	***
HIN=?	23.00	***
HSU=?	1.31	***
HUDO=?	1.60	***
	5.00	***
VIT=0.00		
VDT=3.19		
MINF=3.09		
MSUP=3.78		
HUDO=?	6.00	***
VIT=3.19		
VDT=2.91		
MINF=4.99		
MSUP=6.10		
HUDO=?	7.00	***

ENT. SUPERIORES (3)

N=?		
VT=?	3.00	***
ERC=?	8.99	***
ERT=?	62.80	***
HIN=?	23.00	***
HSU=?	1.16	***
HUDO=?	1.74	***
	9.00	***
VIT=0.00		
VDT=2.32		
MINF=1.99		
MSUP=2.99		

HUDO=?

10.00 ***

VIT=2.32

VDT=2.11

MINF=3.22

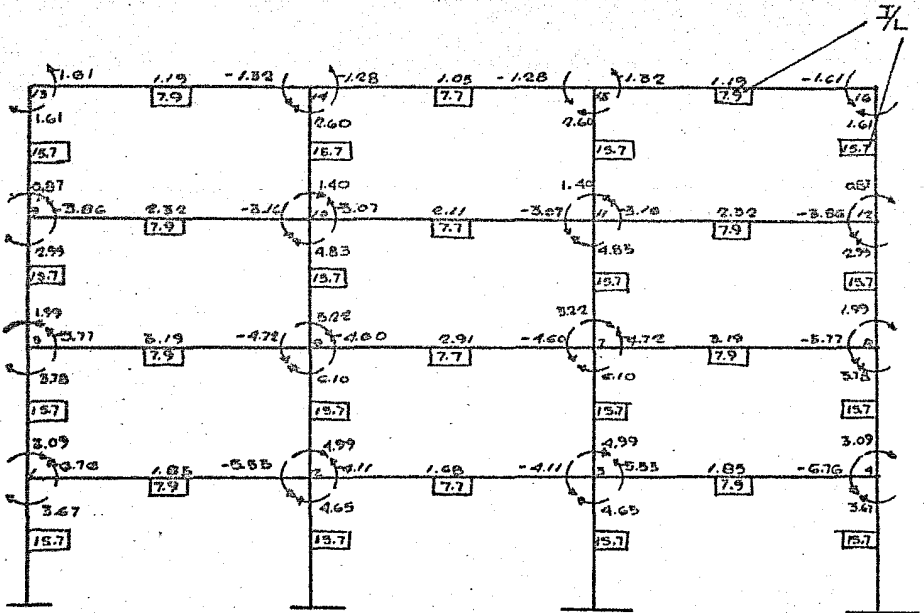
MSUP=4.83

HUDO=?

ENT. SUPERIORES (4)

N=?		
VT=?	3.00	***
ERC=?	4.46	***
ERT=?	62.80	***
HIN=?	23.00	***
HSU=?	1.02	***
HUDO=?	1.89	***
	13.00	***
VIT=0.00		
VDT=1.15		
MINF=0.87		
MSUP=1.61		
HUDO=?	14.00	***
VIT=1.15		
VDT=1.05		
MINF=1.40		
MSUP=2.60		
HUDO=?		

Marco eps 1y 6



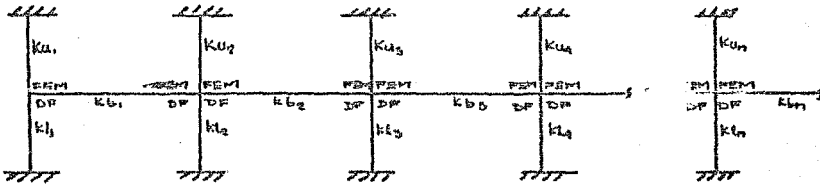
2.7 ANALISIS POR CARGA VERTICAL

El análisis se hará aplicando el método de Cross también -- llamado método de distribución de momentos, con este método la -- solución del sistema de ecuaciones del método de los residuos se realiza en forma iterativa y se puede detener el proceso al obtener la precisión deseada.

Para el análisis no se elaboró ningún programa, se aplicó -- el programa existente en el módulo de estructuras, que a conti-- nuación se muestra así como los resultados.

NOMBRE DEL PROGRAMA: CFRAME

Usando el método de distribución de momentos, este programa da los momentos finales en columnas y vigas, en marcos continuos. A continuación se muestra un marco y sus notaciones



de donde:

FEM es el momento de empotramiento

K es la rigidez de columna o trabe.

K_u es la rigidez de columna superior.

K_l es la rigidez de columna inferior.

K_b es la rigidez de la trabe.

DF es el factor de distribución

DATOS: N - de claros.

Factores de distribución

Momentos de empotramiento.

RESULTADOS: Momentos finales en trabes y columnas (t-m).

PROGRAMA:
CFRAME

```

01*LBL "CFR
AME"
02 CLRG
03 SF 21
04 "NO. OF
SPANS?"
05 PROMPT
06 1
07 -
08 5
09 *
10 8
11 +
12 XROM "SZ
?"
13 RDN
14 1
15 -
16 1 E3
17 /
18 5 E-5
19 +
20 1
21 +
22 STO 00
23 XEQ 02
24 RCL 00
25 1
26 +
27 ST+ L
28 RDN
29 STO IND
L
30 X<>Y
31 STO IND
T
32 ISG 00
33*LBL 01
34 XEQ 02
35 RCL 00
36 -1
37 +
38 ST+ L
39 RDN

```

```

40 STO IND
L
41 X<>Y
42 STO IND
T
43 XEQ 16
44 X=Y?
45 GTO 03
46 XEQ 02
47 RCL 00
48 1
49 +
50 ST+ L
51 RDN
52 STO IND
L
53 X<>Y
54 STO IND
T
55 ISG 00
56 GTO 01
57*LBL 03
58 " CYCLE
S?"
59 PROMPT
60 XEQ 16
61 1
62 +
63 RCL 2
64 STO IND
Y
65 " "
66 ARCL X
67 CF 21
68 AVIEW
69 SF 21
70 GTO 10
71*LBL 02
72 FIX 2
73 "DF ↑
FEM?"
74 PROMPT
75 CLA
76 ARCL Y
77 "F "
78 ARCL X
79 CF 21
80 AVIEW
81 SF 21
82 RTN

```

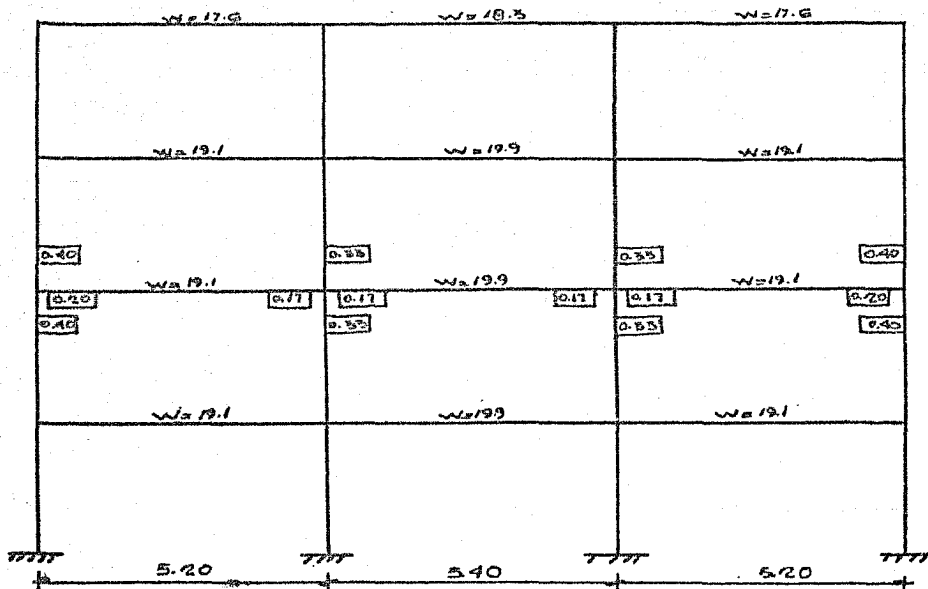
83	+	LBL	10
84		RCL	00
85		FRC	
86		1	
87		+	
88		STO	00
89		CLD	
90		XEQ	15
91	+	LBL	11
92		ISG	00
93		RCL	00
94		2	
95		-	
96		RCL	IND
X			
97		STO	IND
00			
98		XEQ	16
99		X=Y?	
100		GTO	12
101		XEQ	15
102		GTO	11
103	+	LBL	12
104		RCL	00
105		FRC	
106		1	
107		+	
108		STO	00
109		XEQ	17
110	+	LBL	13
111		ISG	00
112		RCL	00
113		1	
114		-	
115		STO	Y
116		1	
117		-	
118		RCL	IND
Y			
119		RCL	IND
00			
120		*	
121		CHS	
122		ST+	IND
Y			
123		2	
124		/	
125		RCL	00
126		5	
127		-	
128		X<>Y	
129		STO	IND
Y			
130		X<>Y	
131		2	
132		+	
133		X<>Y	
134		ST+	IND
Y			
135		XEQ	16
136		X=Y?	
137		GTO	14
138		XEQ	17
139		GTO	13
140	+	LBL	14
141		0	
142		STO	IND
Y			
143		RDN	
144		1	
145		+	
146		DSE	IND
X			
147		GTO	12
148		GTO	18
149	+	LBL	15
150		RCL	00
151		2	
152		+	
153		RCL	IND
X			
154		ST+	IND
00			
155		RTN	
156	+	LBL	16
157		RCL	00
158		INT	
159		RCL	00
160		FRC	
161		1	E3
162		*	
163		INT	
164		RTN	
165	+	LBL	17
166		RCL	00
167		1	
168		+	
169		STO	Y
170		1	
171		+	

172 RCL IND	216 R↑
Y	217 RCL 00
173 RCL IND	218 2
00	219 +
174 *	220 CLA
175 CHS	221 " "
176 ST+ IND	222 ARCL IND
Y	X
177 2	223 AVIEW
178 /	224 ISG 00
179 RCL 00	225 RDN
180 5	226 GTO 20
181 +	227*LBL 21
182 X<>Y	228 "S"
183 ST+ IND	229 FIX 0
Y	230 ARCL Y
184 X<>Y	231 "F="
185 2	232 FIX 2
186 -	233 ARCL IND
187 X<>Y	X
188 ST+ IND	234 AVIEW
Y	235 RDN
189 RTN	236 RTN
190*LBL 18	237*LBL 22
191 "BEAM MO	238 RCL 00
MENTS"	239 FRC
192 AVIEW	240 1
193 PSE	241 +
194 ADV	242 STO 00
195 RCL 00	243 RND
196 FRC	244 STO 01
197 1	245 ADV
198 +	246 "COL. MO
199 STO 00	MENTS"
200 1	247 AVIEW
201 RCL 00	248 ADV
202 2	249 RCL 00
203 +	250 2
204 XEQ 21	251 +
205 ISG 00	252 RCL IND
206*LBL 20	X
207 1	253 CHS
208 +	254 STO Y
209 RCL 00	255 GTO 04
210 2	256*LBL 05
211 -	257 XEQ 16
212 XEQ 21	258 X=Y?
213 XEQ 16	259 SF 00
214 X=Y?	260 RCL 00
215 GTO 22	261 2

262 -
 263 STO Y
 264 4
 265 +
 266 RCL IND
 Y
 267 FS?C 00
 268 GTO 07
 269 RCL IND
 Y
 270 +
 271 LBL 07
 272 CHS
 273 STO Y
 274 LBL 04
 275 "KU ↑
 KL?"
 276 PROMPT
 277 CLA
 278 ARCL Y
 279 "F "
 280 ARCL X
 281 CF 21
 282 AVIEW
 283 SF 21
 284 PSE
 285 CLA
 286 +
 287 LASTX
 288 /
 289 1/X
 290 1
 291 X<>Y
 292 -
 293 LASTX
 294 ST* Z
 295 X<>Y
 296 ST* T
 297 RDN
 298 RCL 01
 299 "S"
 300 FIX 0
 301 ARCL X
 302 "F="
 303 FIX 2
 304 ARCL T
 305 AVIEW
 306 " "
 307 ARCL Z
 308 AVIEW

309 ISG 01
 310 ISG 00
 311 GTO 05
 312 ADV
 313 RTN
 314 END

Marco ejes 1 y 6



Los momentos de empotramiento se calcularán con $M_e = \frac{w l^2}{12}$

XROM "CFRAME"
 ND. OF SPANS? 3.00 RUN
 DF ↑ FEM? .20 ENTER↑
 8.30 RUN
 DF ↑ FEM? .17 ENTER↑
 -8.30 RUN
 DF ↑ FEM? .17 ENTER↑
 9.00 RUN
 DF ↑ FEM? .17 ENTER↑
 -9.00 RUN
 DF ↑ FEM? .17 ENTER↑
 6.30 RUN
 DF ↑ FEM? .20 ENTER↑
 -8.30 RUN
 CYCLES? 5.00 RUN
 BEAM MOMENTS

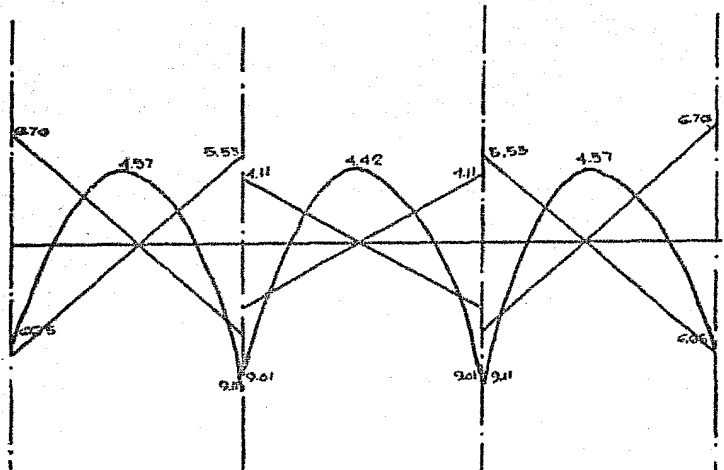
S1.=6.65
 S2.=-9.11
 9.01
 S3.=-9.01
 9.11
 S4.=-6.65

COL. MOMENTS

KU ↑ KL?
 .40 ENTER↑
 .40 RUN
 S1.=-3.32
 -3.32
 KU ↑ KL?
 .33 ENTER↑
 .33 RUN
 S2.=0.05
 0.05
 KU ↑ KL?
 .33 ENTER↑
 .33 RUN
 S3.=-0.05
 -0.05
 KU ↑ KL?
 .40 ENTER↑
 .40 RUN
 S4.=3.32
 3.32

	CS	CI	TD	TI	CS	CI	TD	TI	CS	CI	TD	TI	CS	
FD	0.40	0.40	0.20	0.17	0.33	0.33	0.17	0.17	0.33	0.33	0.17	0.20	0.40	0.40
ME			8.5	-8.5			9.0	-9.0			8.5	-8.5		
MF	3.32	-3.32	0.05	-9.11	0.05	0.05	9.01	-9.01	0.05	-0.05	9.11	-6.65	3.32	3.32
VP			9.08	10.02			9.95	9.95			10.02	-3.08		

Diagrama de momentos por carga estática + sismo ejes 1 y 6.



CM+CV	6.58	4.57	9.11	9.01	4.42	9.01	9.11	4.57	6.58
CM+CV+CA	13.41		14.64	13.12		13.12	14.64		13.41
CM+CV-CA	0.11		3.58	4.90		4.90	3.58		0.11
(CM+CV)1.4	9.21	6.40 ^o	12.75	12.61	6.20 ^o	12.61	12.75	6.40 ^o	9.31
(CM+CV+CA)1.1	14.75 ^o		16.10 ^o	14.40 ^o		14.40 ^o	16.10 ^o		14.75 ^o
(CM+CV-CA)1.1	0.12		3.94	5.39		5.39	3.94		0.12

% Momentos elegidos para diseño

F _{1a} 0.75 M-colum. 0.60 Mt	11.03		12.08	10.8		12.08	11.03		11.00
		3.84			3.72			3.84	
F _{1a} 0.25 M-central 0.40 Mt	3.69		4.02	3.0		4.02	3.69		3.69
		2.86			2.48			2.86	

Distribución de momentos por nervadura

F _{1a} 1N _a (25) colum	4.53	1.57	4.95	4.43	1.52	4.43	4.95	1.57	4.53
2N _b (25) colum	3.21	1.11	3.50	3.13	1.08	3.13	3.50	1.11	3.21
F _{1a} 2.5N _c central	1.48	1.02	1.61	1.44	1.0	1.44	1.61	1.02	1.48

CAPITULO III

DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

Uno de los aspectos fundamentales del diseño de una estructura es el dimensionamiento de los diversos elementos que lo integran. En el concreto reforzado su dimensionamiento es la determinación de sus propiedades geométricas y de la cantidad y posición del acero de refuerzo.

El procedimiento de dimensionamiento es el llamado plástico, que consiste en definir las acciones interiores, correspondientes a las condiciones de servicio, mediante un análisis elástico y multiplicarlas por un factor de carga, que puede ser constante o variable según los distintos elementos, para así obtener las resistencias de dimensionamiento.

3.1 DISEÑO POR FLEXION

El área máxima de acero de tensión en secciones de concreto reforzado que no deban resistir fuerzas sísmicas será el que corresponde a la falla balanceada de la sección considerada. La falla balanceada ocurre cuando el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión.

Las secciones rectangulares sin acero de compresión tiene falla balanceada cuando su área de acero es igual a:

$$\frac{f_c''}{f_y} = \frac{4800}{f_y + 6000} b d$$

donde

$$f_c'' = 0.85 f_c^* \Rightarrow f_c^* \leq 250 \text{ kg/cm}^2 \quad f_c^* = 0.8 f_c'$$

$$f_c'' = \left(1.05 + \frac{f_c^*}{1250}\right) f_c^* \Rightarrow f_c^* > 250 \text{ kg/cm}^2$$

A continuación se muestran las fórmulas, cuyas demostraciones se omiten, para calcular resistencias.

Secciones rectangulares sin acero de compresión.

$$M_n = F_n b d^2 f_c' q (1 - 0.59q)$$

$$M_n = F_n A_s f_y d (1 - 0.59q)$$

$$q = p \frac{f_y}{f_c'} \quad p = \frac{A_s}{bd}$$

Secciones rectangulares con acero de compresión.

$$M_n = F_n [(A_s - A_s') f_y (d - \frac{a}{2}) + A_s' f_y (d - d')]$$

donde

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{f_c' b}$$

esta expresión es válida solo si el acero de compresión fluye -- cuando se alcanza la resistencia de la sección. Esto se cumple -- si:

$$(p - p') \geq \frac{4800}{6000 - f_y} \frac{d'}{d} \frac{f_c'}{f_y}$$

donde

$$p' = \frac{A_s'}{bd}$$

NOMBRE DEL PROGRAMA: VIGREC

DATOS

RESULTADOS

H

d

b

MU

Fc

FY

AS

dCOM (Si se requiere).

ASCOM

de donde:

H= Peralte total (cm).

d= Peralte efectivo (cm).

b= Ancho (cm).

MU= Momento último (kg-cm).

Fc= Resistencia del concreto (kg/cm²).

FY= Resistencia del acero (kg/cm²).

dCOM= Peralte efectivo del acero a compresión (cm).

AS= Area del acero en tensión (cm²).

ASCOM= Area del acero en compresión (cm²).

PROGRAMA:
VIGREC

```

01⇨LBL "VIG
REC"
02 "H ↑ d=?
"
03 PROMPT
04 STO 00
05 XEQ 00
06 "b ↑ MU=
?"
07 PROMPT
08 STO 02
09 XEQ 00
10 STO 01
11 "Fc ↑ FY.
=?"
12 PROMPT
13 STO 04
14 XEQ 00
15 STO 03
16 .8
17 *
18 STO 05
19 250
20 X<>Y
21 X>Y?
22 GT0 01
23 X<=Y?
24 .85
25 *
26 STO 06
27⇨LBL 04
28 RCL 04
29 /
30 LASTX
31 6000
32 +
33 4000
34 X<>Y
35 /
36 *
37 .75
38 *
39 STO 07
40 RCL 04
41 RCL 06

```

```

42 /
43 *
44 ENTER↑
45 ENTER↑
46 .5
47 *
48 CHS
49 1
50 +
51 *
52 RCL 06
53 *
54 RCL 00
55 RCL 01
56 *
57 STO 08
58 RCL 00
59 *
60 .9
61 *
62 *
63 RCL 02
64 X<>Y
65 X>Y?
66 GT0 02
67 X<=Y?
68 -
69 "dCOM=?"
70 PROMPT
71 STO 09
72 RCL 00
73 -
74 CHS
75 RCL 04
76 *
77 .9
78 *
79 /
80 ENTER↑
81 ENTER↑
82 .75
83 /
84 "ASCOM="
85 ARCL X
86 AVIEW
87 PSE
88 X<>Y
89 RCL 08
90 RCL 07
91 *

```

```

92 +
93 "AS="
94 ARCL X
95 AVIEW
96 PSE
97 RCL 08
98 /
99 X<>Y
100 RCL 08
101 /
102 -
103 RCL 06
104 RCL 04
105 /
106 LASTX
107 6000
108 -
109 CHS
110 4800
111 X<>Y
112 /
113 *
114 RCL 09
115 RCL 00
116 /
117 *
118 X<>Y
119 X>Y?
120 GTO 03
121 X<=Y?
122 "NO FLUY
E ACOM"
123 AVIEW
124 STOP
125 LBL 00
126 CLA
127 ARCL Y
128 "F "
129 ARCL X
130 CF 21
131 AVIEW
132 SF 21
133 X<>Y
134 RTN
135 LBL 01
136 RCL 05
137 ENTER↑
138 ENTER↑
139 1250
140 /

```

```

141 CHS
142 1.05
143 +
144 *
145 STO 06
146 GTO 04
147 LBL 02
148 RCL 02
149 RCL 08
150 RCL 00
151 *
152 /
153 "MR/bd<2
>="
154 ARCL X
155 AVIEW
156 PSE
157 "DE TABL
AS"
158 AVIEW
159 "XAS=?"
160 PROMPT
161 RCL 08
1 2 *
163 "AS="
164 ARCL X
165 AVIEW
166 PSE
167 RTN
168 LBL 03
169 END

```

Se analizarán las nervaduras Na y Nb.

DATOS Y RESULTADOS

Na

XEQ "VIGREC"
 H ↑ d=?
 40.00 ENTER↑
 37.00 RUN
 b ↑ MU=?
 35.00 ENTER↑
 4.95+05 RUN
 Fc ↑ FY=?
 250.00 ENTER↑
 4,200.00 RUN
 MR/b(d)2=10.33
 DE TABLAS
 %AS=?
 .0025 RUN
 AS=3.24

Nb

XEQ "VIGREC"
 H ↑ d=?
 40.00 ENTER↑
 37.00 RUN
 b ↑ MU=?
 25.00 ENTER↑
 3.5+05 RUN
 Fc ↑ FY=?
 250.00 ENTER↑
 4,200.00 RUN
 MR/b(d)2=10.23
 DE TABLAS
 %AS=?
 .0025 RUN
 AS=2.31

3.2 DISEÑO POR FUERZA CORTANTE

Al aumentar las cargas, la fuerza cortante puede originar esfuerzos principales que excedan la resistencia a tensión del concreto, produciendo grietas inclinadas a una altura aproximada de medio peralte, para evitar éstas grietas se utiliza el refuerzo transversal, o refuerzo en el alma, para aumentar su resistencia a la fuerza cortante. El tipo de refuerzo transversal de uso más extendido es el estribo. Comúnmente los estribos son de dos ramas en U o cerrados.

El mecanismo de falla de un elemento con refuerzo transversal no ha podido establecerse hasta ahora. Sin embargo, algunas funciones del refuerzo transversal pueden explicarse cualitativamente acudiendo a la idealización propuesta por Ritter en 1899. Esta idealización conocida como la "Analogía de la Armadura" con ésta analogía se obtuvieron las siguientes expresiones, cuyas demostraciones se omiten.

$$V_{cn} = F_n (0.2 + 30p) b d \sqrt{f_c'} \leq 0.5 F_n b d \sqrt{f_c'}$$

$$s = \frac{F_n A_v f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_u - V_{cn}} \leq \frac{F_n A_v f_y}{2.5 b}$$

$$\text{Si } V_{cn} \leq V_u \leq 1.5 F_n b d \sqrt{f_c'} \quad s = \frac{d}{2}$$

$$\text{Si } 2.5 F_n b d \sqrt{f_c'} \leq V_u \quad \text{La sección es escasa}$$

NOMBRE DEL PROGRAMA: CORT

DATOS

RESULTADOS

Fc

FY

aS

AS

b

d

VCR

 Δ

VU

S

 $S=d/2$

de donde:

Fc= Resistencia del concreto (kg/cm^2).FY= Resistencia del acero (kg/cm^2).aS= Area del acero en estribos (cm^2).AS= Area del acero de flexión (cm^2). Δ = Angulo de inclinación de los estribos (grados).

VU= Cortante último (kg).

PROGRAMA:
CORT

```

01*LBL "COR
T"
02 "Fc ↑ FY
=?"
03 PROMPT
04 STO 02
05 XEQ 00
06 STO 01
07 "aS ↑ AS
=?"
08 PROMPT
09 STO 00
10 XEQ 00
11 STO 05
12*LBL A
13 "b ↑ d=?
"
14 PROMPT
15 STO 04
16 XEQ 00
17 STO 03
18 RCL 01
19 .8
20 *
21 SQRT
22 RCL 03
23 RCL 04
24 *
25 STO T
26 *
27 STO 06
28 RCL 00
29 RCL T
30 /
31 30
32 *
33 .2
34 +
35 *
36 .8
37 *
38 "VCR="
39 ARCL X
40 AVIEW

```

```

41 PSE
42 STO 09
43 RCL 01
44 .8
45 *
46 SQRT
47 RCL 03
48 RCL 04
49 *
50 *
51 STO 06
52 .4
53 *
54 X>Y?
55 GTO 01
56 X<=Y?
57 "AUM SEC
C."
58 AVIEW
59 GTO A
60*LBL 01
61 "z ↑ yU=
?"
62 PROMPT
63 STO 07
64 X<>Y
65 ENTER↑
66 ENTER↑
67 SIN
68 X<>Y
69 COS
70 +
71 RCL 04
72 *
73 RCL 02
74 *
75 RCL 05
76 2
77 *
78 *
79 .8
80 *
81 RCL 07
82 RCL 09
83 X>Y?
84 GTO 04
85 X<=Y?
86 -
87 /
88 "S="

```

```
89 ARCL X
90 AVIEW
91 PSE
92 RCL 02
93 RCL 05
94 *
95 RCL 03
96 /
97 .457
98 *
99 X>Y?
100 GTO 02
101 X<=Y?
102 LBL 04
103 "S=d/2"
104 AVIEW
105 STOP
106 LBL 02
107 RCL 06
108 1.2
109 *
110 RCL 07
111 X>Y?
112 GTO 03
113 X<=Y?
114 "S=d/2"
115 AVIEW
116 STOP
117 LBL 00
118 CLA
119 ARCL Y
120 "f "
121 ARCL X
122 CF 21
123 AVIEW
124 SF 21
125 X<>Y
126 PSE
127 LBL 03
128 END
```

Se analizarán las nervaduras Na y Nb.

DATOS Y RESULTADOS

Na

VER "CORT"
 Fc ↑ FY=?
 250.00 ENTER↑
 4,200.00 RUN
 as ↑ AS=?
 .49 ENTER↑
 3.90 RUN
 b ↑ d=?
 35.00 ENTER↑
 37.00 RUN
 VCR=4,274.32
 z ↑ VU=?
 90.00 ENTER↑
 4.11+03 RUN
 S=d/2

Nb

VER "CORT"
 Fc ↑ FY=?
 250.00 ENTER↑
 4,200.00 RUN
 as ↑ AS=?
 .49 ENTER↑
 2.54 RUN
 b ↑ d=?
 25.00 ENTER↑
 37.00 RUN
 VCR=2,955.14
 z ↑ VU=?
 90.00 ENTER↑
 2.91+03 RUN
 S=d/2

3.3 COLUMNAS

1).- ESBELTEZ

Se entiende por efecto de esbeltez la reducción de resistencia de un elemento sujeto a compresión axial o a flexocompresión debida a que la longitud del elemento es grande en comparación con las dimensiones de su sección transversal.

Se revisará para ver si se pueden despreciar los efectos de esbeltez, se pueden despreciar si:

$$H' < 22$$

$$\frac{H'}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2}$$

para marcos con desplazamiento lateral o sin desplazamiento lateral respectivamente.

El grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de las columnas y del sistema de piso, lo cual puede definirse como

$$\rho = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{arbo}}$$

K es la rigidez $\frac{EI}{L}$ con el coeficiente ϕ superior e inferior se encuentra en el nomograma A

$$H' = \phi H$$

por último se calcula el factor de ampliación de momentos

$$F_a = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{P_c}} \geq 1.0$$

$$P_c = \frac{F_y \pi^2 EI}{(H')^2}$$

$$EI = 0.4 \frac{E_c I_g}{1 + \mu}$$

U = Es la relación entre el momento producido por la carga muerta y el momento total.

E_c = Módulo de elasticidad del concreto.

I_g = Momento de inercia de la sección gruesa.

NOMBRE DEL PROGRAMA: ESBEL

DATOS

RESULTADOS

ICSUP

HSUP

ICINF

HINF

ITI

LTI

ITD

LTD

FI

ICSUP

HSUP

:

LTD

FI

DEL NOMOGRAMA

K

H

LCE

M1

M2

NO ES ESBELTA

Si lo es

LC

E_c

U

PC

PR

CM

Fa

de donde:

ICSUP= Inercia columna superior (cm⁴).

ICINF= Inercia columna inferior (cm⁴).

ITI= Inercia trabe izquierda (cm⁴).

ITD= Inercia trabe derecha (cm⁴).

HSUP= Altura columna superior (cm).

HINF= Altura columna inferior (cm).

LTD= Longitud trabe derecha (cm).

LTI= Longitud trabe izquierda.

H= Altura de la columna que se analiza (cm).

LCE= Longitud de la columna en la dirección que se analiza (cm).

M1, M2= Momentos flexionantes en los extremos del elemento, siendo M2 el momento numéricamente mayor (kg-cm).

LC= Longitud de la columna en la otra dirección (cm).

Fc= Resistencia del concreto (kg/cm²).

PC= Carga crítica de pandeo (kg).

PR= Carga axial (kg).

CM= Factor que hace equivalente el diagrama de momentos flexionantes del elemento.

PROGRAMA:
ESBEL

```

01*LBL "ESE
EL"
02 1.00201
03 STO 00
04*LBL 01
05 "ICSUP ↑
HSUP=?"
06 PROMPT
07 XEQ 00
08 /
09 "ICINF ↑
HINF=?"
10 PROMPT
11 XEQ 00
12 /
13 +
14 STO 01
15 PSE
16 "ITI ↑ L
TI=?"
17 PROMPT
18 XEQ 00
19 /
20 "ITD ↑ L
TD=?"
21 PROMPT
22 XEQ 00
23 /
24 +
25 PSE
26 RCL 01
27 X<>Y
28 /
29 "FI="
30 ARCL X
31 AVIEW
32 PSE
33 ISG 00
34 GTO 01
35*LBL A
36 "DEL NOM
OGRAMA"
37 AVIEW
38 PSE

```

```

39 "K ↑ H=?
"
40 PROMPT
41 XEQ 00
42 *
43 STO 02
44 "LCE=?"
45 PROMPT
46 STO 00
47 .3
48 *
49 /
50 "M1 ↑ M2
=?"
51 PROMPT
52 XEQ 00
53 /
54 12
55 *
56 CHS
57 34
58 +
59 X<>Y
60 X>Y?
61 GTO 10
62 X<=Y?
63 "NO ES E
SBELTA"
64 AVIEW
65 STOP
66*LBL 10
67 RCL 00
68 3
69 Y↑X
70 "LC=?"
71 PROMPT
72 *
73 12
74 /
75 "Fc=?"
76 PROMPT
77 SORT
78 1 ES
79 *
80 *
81 "U=?"
82 PROMPT
83 1
84 +
85 2.5

```

```
86 * -
87 /
88 PI
89 X↑2
90 *
91 RCL 02
92 X↑2
93 /
94 "PC="
95 ARCL X
96 AVIEW
97 STO 03
98 PSE
99 "PR=?"
100 PROMPT
101 RCL 03
102 /
103 CHS
104 1
105 +
106 "CM=?"
107 PROMPT
108 X<>Y
109 /
110 "Fa="
111 ARCL X
112 AVIEW
113 STOP
114 LBL 00
115 CLA
116 ARCL Y
117 "F "
118 ARCL X
119 AVIEW
120 RTH
121 END
```

Se analizarán las columnas de los ejes 2-C y 3-A en la dirección Y-Y, y del nivel +1 al +2.

EJE	LC	LCB
2-C	60	45

EJE	LC	LCB
3-A	45	45

MSUP	7.55E05
MINF	3.21E05
REST	9.78E03

MSUP	3.82E05
MINF	4.31E06
REST	16.7E03

DATOS Y RESU LTADOS

2-C

XED *ESDEL*

ICSUP ↑ HSUP=?
4.55+05 ENTER↑
290 RUN

ICINF ↑ HINF=?
4.55+05 ENTER↑
290 RUN

ITI ↑ LTI=?
6.42+05 ENTER↑
520 RUN

ITD ↑ LTD=?
6.472+05 ENTER↑
540 RUN

FI=1.25E0
ICSUP ↑ HSUP=?
4.55+05 ENTER↑
290 RUN

ICINF ↑ HINF=?
4.55+05 ENTER↑
290 RUN

ITI ↑ LTI=?
6.42+05 ENTER↑
520 RUN

ITD ↑ LTD=?
6.47+05 ENTER↑
540 RUN

FI=1.29E0
DEL HONOGRAMA (Fig 1)
K ↑ H=?

1.4 ENTER↑
290 RUN

LCE=?
45 RUN

M1 ↑ M2=?
6.21+05 ENTER↑
7.55+05 RUN

LC=?
68 RUN

Fc=?
250 RUN

U=?
.1 RUN

PC=1.57E7
PR=?
97.85+03 RUN

CK=?
1 RUN

Fa=1.01E0
1 RUN

3-A

XED *ESDEL*

ICSUP ↑ HSUP=?
3.147+05 ENTER↑
290 RUN

ICINF ↑ HINF=?
3.147+05 ENTER↑
290 RUN

ITI ↑ LTI=?
0 ENTER↑
1 RUN

ITD ↑ LTD=?
3.86+05 ENTER↑
520 RUN

FI=2.92E0
ICSUP ↑ HSUP=?
3.147+05 ENTER↑
290 RUN

ICINF ↑ HINF=?
3.147+05 ENTER↑
290 RUN

ITI ↑ LTI=?
0 ENTER↑
1 RUN

ITD ↑ LTD=?
3.86+05 ENTER↑
520 RUN

FI=2.92E0
520 RUN

DEL HONOGRAMA (Fig 1)
K ↑ H=?

1.91 ENTER↑
295 RUN

LCE=?
45 RUN

M1 ↑ M2=?
3.82+05 ENTER↑
4.31+05 RUN

LC=?
45 RUN

Fc=?
250 RUN

U=?
.1 RUN

PC=6.32E6
PR=?
16.7+03 RUN

CK=?
1 RUN

Fa=1.00E0
1 RUN

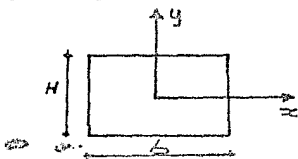
ii).- DISEÑO POR FLEXOCOMPRESIÓN BIAXIAL

En el caso de flexocompresión biaxial, el diagrama de interacción resulta ser una superficie de falla en tres dimensiones, la cual se puede reducir a un problema de dos dimensiones haciendo cortes verticales a la superficie original. Cada corte corresponde a una relación fija entre los momentos adimensionales en las dos direcciones (R_x/R_y).

Se analizarán 5 condiciones, tomándose la más crítica para el diseño.

- 1.- CONDICION ESTADICA.
- 2.- CONDICION ESTADICA + SISMO EN X
- 3.- CONDICION ESTADICA + SISMO EN Y
- 4.- CONDICION ESTADICA + SISMO EN X
- 5.- CONDICION ESTADICA + SISMO EN Y

considerando la nomenclatura de la figura siguiente.



Excentricidad accidental: La excentricidad de diseño no será menor que la excentricidad calculada más una accidental igual a $0.05h \geq 2\text{cm}$ donde h es la dimensión de la sección en la dirección en que se considera la flexión. La excentricidad se toma con su signo más desfavorable.

1.- CONDICION ESTATICA.

$$k = \frac{1.4 P_x}{F.R. b H f_c}$$

$$P_x = \frac{1.4 (M_{EX} + \Delta M)}{F.R. b H f_c}$$

$$P_y = \frac{1.4 (M_{EY} + \Delta M)}{F.R. b H f_c}$$

$$\Delta M = P_x \cdot e_d$$

2 y 3.- CONDICION ESTATICA \pm SISMO EN X.

$$k_+ = \frac{1.1 (P_x + P_{sx})}{F.R. b H f_c}$$

$$k_- = \frac{1.1 (P_x - P_{sx})}{F.R. b H f_c}$$

$$P_x = \frac{1.1 (M_{EX} + M_{SX} + \Delta M)}{F.R. b H f_c}$$

$$* P_y = \frac{1.1 P_y}{1.4}$$

$$\Delta M = (P_x + P_{sx}) \cdot e_d$$

4 y 5.- CONDICION ESTATICA \pm SISMO EN Y.

$$k_+ = \frac{1.1 (P_x + P_{sy})}{F.R. b H f_c}$$

$$k_- = \frac{1.1 (P_x - P_{sy})}{F.R. b H f_c}$$

$$P_y = \frac{1.1 (M_{EY} + M_{SY} + \Delta M)}{F.R. b H f_c}$$

$$* P_x = \frac{1.1 P_x}{1.4}$$

$$\Delta M = (P_x + P_{sy}) \cdot e_d$$

Como se debe cumplir $R_x / R_y \leq 1.0$, entonces R_x está asociado al menor de ambos momentos adimensionales siendo el plano de este momento perpendicular al eje Y

NOMBRE DEL PROGRAMA: COLJON

DATOS

RESULTADOS

b

H

Fc

CONDICION ESTATICA

PE

K

MEY

MEY

RX

RY

CONDICION ESTATICA ± SISMO EN X

PSX

MSX

K

K

RX

*RY

CONDICION ESTATICA ± SISMO EN Y

PSY

MSY

K

K

RY

*RX

Con las relaciones R_x/R_y y K en las 5 condiciones se entra a graficas, tomandose la más desfavorable.

Q

FY

%AS

AS

de donde:

b= Longitud de la columna en la dirección
X-X (m).

H= Longitud de la columna en la dirección
Y-Y (m).

PE= Carga estática (ton).

MEX= Momento estático en X (ton-m).

MEY= Momento estático en Y (ton-m).

PSX= Carga sísmica en X (ton).

MSX= Momento sísmico en X (ton-m).

PSY= Carga sísmica en Y (ton).

MSY= Momento sísmico en Y (ton-m).

Fc= Resistencia del concreto (kg/cm^2).

FY= Resistencia del acero (kg/cm^2).

AS= %ASbH (cm^2).

PROGRAMA:
COLCON

```

01+LBL "COL
CON"
02 SF 21
03 "CONDICI
ONES"
04 XEQ 06
05 ADV
06 "1 CAR.
EST.."
07 XEQ 06
08 "2Y3 EST
+-SIS:X:"
09 XEQ 06
10 "4Y5 EST
+-SIS:Y:"
11 XEQ 06
12 ADV
13 "DATOS G
EN.."
14 XEQ 06
15 ADV
16 "b ↑ H=?
"
17 PROMPT
18 STO 02
19 XEQ 00
20 STO 01
21 *
22 "Fc=?"
23 PROMPT
24 ,68
25 *
26 10
27 *
28 STO 07
29 *
30 STO 06
31 ADV
32+LBL A
33 "CAR. ES
T.."
34 XEQ 06
35 ADV
36 "PE=?"
37 PROMPT
38 STO 09

```

```

39 1.64
40 *
41 RCL 06
42 /
43 "K="
44 XEQ 05
45 "MEX ↑ M
EY=?"
46 PROMPT
47 STO 04
48 XEQ 00
49 STO 05
50 RCL 01
51 XEQ 01
52 STO 14
53 RCL 01
54 X↑2
55 RCL 02
56 *
57 RCL 07
58 *
59 STO 08
60 /
61 "RX="
62 XEQ 05
63 RCL 04
64 RCL 02
65 XEQ 01
66 STO 15
67 RCL 02
68 X↑2
69 RCL 01
70 *
71 RCL 07
72 *
73 STO 00
74 /
75 "RY="
76 XEQ 05
77 ADV
78+LBL B
79 "EST+-SI
S :X:"
80 XEQ 06
81 ADV
82 "PSX ↑ M
SX=?"
83 PROMPT
84 STO 11
85 XEQ 00
86 STO 10

```

```

87 XEQ 02
88 RCL 10
89 XEQ 03
90 RCL 05
91 RCL 11
92 +
93 RCL 10
94 RCL 01
95 .05
96 *
97 *
98 RCL 01
99 XEQ 04
100 RCL 08
101 /
102 "RX="
103 XEQ 05
104 RCL 15
105 RCL 00
106 /
107 .786
108 *
109 "**RY="
110 XEQ 05
111 ADV
112 LBL C
113 "EST+-SI
S :Y:"
114 XEQ 06
115 ADV
116 "PSY ↑ M
SY=?"
117 PROMPT
118 STO 13
119 XEQ 00
120 STO 12
121 XEQ 02
122 RCL 12
123 XEQ 03
124 RCL 04
125 RCL 13
126 +
127 RCL 12
128 RCL 02
129 .005
130 *
131 *
132 RCL 02
133 XEQ 04
134 RCL 00
135 /
136 "RY="
137 XEQ 05
138 RCL 14
139 RCL 03
140 /
141 .786
142 *
143 "**RX="
144 XEQ 05
145 ADV
146 "DE GRAF
ICAS"
147 XEQ 06
148 ADV
149 "Q=?"
150 PROMPT
151 "FY=?"
152 PROMPT
153 /
154 RCL 07
155 *
156 10
157 /
158 "%AS="
159 XEQ 05
160 RCL 01
161 *
162 RCL 02
163 *
164 1 E4
165 *
166 "AS="
167 XEQ 05
168 STOP
169 LBL 00
170 CLA
171 ARCL Y
172 "F "
173 ARCL X
174 CF 21
175 AVIEW
176 SF 21
177 PSE
178 X<>Y
179 RTN
180 LBL 01
181 .05
182 *
183 RCL 09
184 *

```

```
185 +
186 1.4
187 *
188 RTN
189◊LBL 02
190 RCL 03
191 +
192 1.294
193 *
194 RCL 06
195 /
196 "K+="
197 XEQ 05
198 RCL 09
199 RTN
200◊LBL 03
201 -
202 1.294
203 *
204 RCL 06
205 /
206 "K-="
207 XEQ 05
208 RTN
209◊LBL 04
210 XEQ 01
211 .786
212 *
213 X<>Y
214 1.1
215 *
216 +
217 RTN
218◊LBL 05
219 ARCL X
220 AVIEW
221 RTN
222◊LBL 06
223 AVIEW
224 PSE
225 RTN
226 END
```

Se analizarán las columnas de los ejes 2-C y 3-A del nivel ± 0 al nivel +1.

EIF	$b_0(a-x)$	$H(y-y)$
2-C	60	45

CONDIC.	CAR. EST.	DIF. X-X	DIF. Y-Y
ESTÁTICA	121.40	6.6	0.3
SISMO X-X	2.90	6.8	
SISMO Y-Y	9.60		7.4

EIF	$b_0(b-x)$	$H(y-y)$
3-A	45	45

CONDIC.	CAR. EST.	DIF. X-X	DIF. Y-Y
ESTÁTICA	26.05	1.06	1.99
SISMO X-X	4.15	3.52	
SISMO Y-Y	2.97		3.63

DATOS Y RESULTADOS

COLUMNA EJE 2-C XEP "COLCON"

CONDICIONES

1 CAR. EST.
2Y3 EST+-SIS: X:
4Y5 EST+-SIS: Y:

DATOS GEN.

$b \uparrow H = ?$ $\frac{d}{b} = \frac{E_0}{E_0} = 0.93$
 .60 ENTER1
 .45 RUN
 Fc=?
 258.00 RUN

CAR. EST.

PE=?
 121.40 RUN
 K=0.43
 MEX \uparrow MEY=?

6.00 ENTER1
 .30 RUN
 RX=0.05
 RY=0.02

EST+-SIS :Y:

PSX \uparrow MSX=?
 2.90 ENTER1
 6.30 RUN

K+=0.35
 K-=0.33
 RX=0.07
 *RY=0.02

EST+-SIS :Y:

PSY \uparrow MSY=?
 9.60 ENTER1
 7.40 RUN

K+=0.37
 K-=0.32
 PY=0.05
 *RX=0.04

DE GRÁFICAS (Figs 3-6)

0=?
 .20 RUN
 FY=?
 4,200.00 RUN
 ZAS=0.01
 AS=21.86

COLUMNA EJE 3-A XEP "COLCON"

CONDICIONES

1 CAR. EST.
2Y3 EST+-SIS: X:
4Y5 EST+-SIS: Y:

DATOS GEN.

$b \uparrow H = ?$ $\frac{d}{b} = \frac{E_0}{E_0} = 0.91$
 .450 ENTER1
 .450 RUN
 Fc=?
 258.000 RUN

CAR. EST.

PE=?
 26.050 RUN
 K=0.124
 MEX \uparrow MEY=?
 1.060 ENTER1
 1.990 RUN
 K+=0.015
 K-=0.023

EST+-SIS :X:

PSX \uparrow MSX=?
 4.150 ENTER1
 3.520 RUN
 K+=0.114
 K-=0.002
 RX=0.037
 *RY=0.018

EST+-SIS :Y:

PSY \uparrow MSY=?
 2.970 ENTER1
 3.630 RUN

K+=0.109
 K-=0.007
 RY=0.044
 *RX=0.012

DE GRÁFICAS (Figs 3-6)

0=?
 .200 RUN
 FY=?
 4,200.000 RUN
 ZAS=0.008
 AS=16.393

3.4 ZAPATAS AISLADAS

Las zapatas aisladas son estructuras constituidas parcialmente por una losa que puede tener formas diversas como cuadradas, rectangulares, circulares o cualquier otra, de acuerdo a la construcción. Las zapatas, con respecto a las acciones que actúan en ellas, pueden tener cargas axiales, cargas axiales y momentos flexionantes además de las fuerzas cortantes.

A continuación se muestran las expresiones que se utilizarán para el dimensionamiento.

1.- Se supone h

2.- Se calcula:

P_{act} = Presión de diseño = $1.4(p.\text{psuelo} - \text{peso relleno})$

$$A = \frac{1.4P}{P_{\text{act}}} = \frac{P_u}{P_{\text{act}}}$$

3.- Revisión del área bajo CE+CA

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

Ancho de cálculo

$$B' = B - 2e$$

$$B = LLZ$$

$$\frac{P_u}{A} \leq P_{\text{actuante}}$$

4.- Revisión del peralte propuesto bajo CE

Reacción debido a P_u

$$q = \frac{P_u}{A}$$

$$m_u = \frac{q d_2^2}{2}$$

$$d_2 = \frac{LLZ - C_1}{2}$$

con $\frac{m_u}{b d^2}$ se calcula p

5.- Tensión diagonal

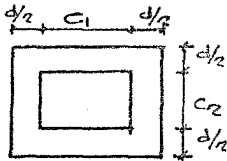
Revisión como viga ancha (la sección crítica esta a un peralte d, del pano de la columna).

$$V_{cr} = F_b b d (0.2 + 30p) \sqrt{f_c'}$$

$$V_u = (d_2 - q) q$$

$V_{cr} > V_u$ en caso contrario se aumenta d o p

6.- Revisión por penetración



$$P_r = 2((c_1+d) + (c_2+d))$$

$$A_c = P d$$

Fracción de momento que debe trasmitirse por esfuerzo cortante y torsión.

$$\alpha = L - \frac{L}{1 + 0.67 \sqrt{(c_1+d)/(c_2+d)}} \quad F_{rm} = \alpha M_u$$

$$V_u = P_u - (c_1+d)(c_2+d) q$$

$$V_u = \frac{V_u}{A_c} + \frac{\alpha M_u C_{AB}}{J_c} \quad C_{AB} = \frac{c_1+d}{2}$$

$$J_c = \frac{d(c_1+d)^3}{6} + \frac{(c_1+d)d^3}{6} + \frac{d(c_2+d)(c_1+d)^2}{2}$$

7.- Refuerzo por flexión.

Refuerzo paralelo al lado corto

$$\text{Momento total en el lado corto} = \frac{q L^2}{2} \times \frac{L L^2}{2}$$

$$d_1 = \frac{L C_2 - C_1}{2}$$

$$\text{Momento en la franja central} = \frac{q}{2 C_2} \frac{2 L C_2}{2 C_2 + L L^2}$$

Refuerzo en la franja central

$$\frac{M_n}{b d^2} \text{ se encuentra p}$$

$$A_s = \rho b d$$

$$S_{ep} = \frac{100 d_s}{A_s}$$

NOMBRE DEL PROGRAMA: ZAPATAS

DATOS	RESULTADOS
ME	
PE	
MA	
PA	
LCC	
LLC	
Fc	
DF	
WSU	
WRE	
HSUP	A
LCZ	
LLZ	
d	MR/bd ²
%AS	
RFZO // LL	
aS	S
RFZO // LC	
	MR/bd ²
%AS	
aS	S

de donde:

ME= Momento estático (ton-m).
PE= Carga estática (ton).
MA= Momento accidental (ton-m).
PA= Carga accidental (ton).
LCC= Lado corto columna (m).
LLC= Lado largo columna (m).
Fc= Resistencia del concreto (kg/cm²).
DF= Profundidad de desplante (m).

WSU= Presión del suelo (ton/m^2).

WRE= Peso del relleno (ton/m^3).

HSUP= Peralte supuesto (m).

A= Area de la zapata (m^2).

d= Peralte efectivo (m).

%AS= $AS \times b \times d$.

aS= Area de la varilla a usar (cm^2).

S= Separación (cm).

PROGRAMA:
ZAPATAS

01+LBL "ZAP	41 1.4
ATAS"	42 *
02 "NE ↑ PE	43 RCL 06
=?"	44 -
03 PROMPT	45 CHS
04 STO 01	46 STO 16
05 XEQ 00	47 RCL 01
06 STO 00	48 1.4
07 "MA ↑ PA	49 *
=?"	50 X<>Y
08 PROMPT	51 /
09 STO 02	52 "A="
10 XEQ 00	53 ARCL X
11 STO 03	54 XEQ 02
12 "LCC ↑ L	55+LBL B
LC=?"	56 "REV AR
13 PROMPT	:E+A:"
14 STO 04	57 XEQ 02
15 XEQ 00	58 "LCZ ↑ L
16 STO 05	LZ=?"
17 "Fc ↑ DF	59 PROMPT
=?"	60 STO 11
18 PROMPT	61 XEQ 00
19 STO 10	62 STO 12
20 XEQ 00	63 RCL 02
21 STO 07	64 RCL 01
22 "WSU ↑ W	65 +
RE=?"	66 ENTER↑
23 PROMPT	67 ENTER↑
24 STO 08	68 RCL 03
25 XEQ 00	69 RCL 00
26 STO 06	70 +
27+LBL A	71 X<>Y
28 "HSUP=?"	72 /
29 PROMPT	73 2
30 ENTER↑	74 *
31 ENTER↑	75 RCL 11
32 2.4	76 -
33 *	77 CHS
34 X<>Y	78 RCL 12
35 RCL 10	79 *
36 -	80 RCL Y
37 RCL 08	81 1.1
38 *	82 *
39 CHS	83 X<>Y
40 +	84 /
	85 RCL 16
	86 STO 19
	87 X>Y?
	88 GTO C

89	X<=Y?	137	2
90	"AUMENTA	138	/
R A"		139	RCL 09
91	AVIEW	140	-
92	PSE	141	RCL 16
93	GTO B	142	*
94	*LBL C	143	X<>Y
95	RCL 01	144	X>Y?
96	1.4	145	GTO D
97	*	146	XEQ 01
98	RCL 11	147	*LBL D
99	RCL 12	148	"PENETRA
100	*	CION"	
101	/	149	XEQ 02
102	STO 16	150	RCL 09
103	RCL 11	151	ENTER↑
104	RCL 04	152	ENTER↑
105	-	153	RCL 05
106	2	154	+
107	/	155	STO 13
108	X↑2	156	RCL Y
109	*	157	RCL 04
110	2	158	+
111	/	159	STO 18
112	"d=?"	160	X<>Y
113	PROMPT	161	/
114	STO 09	162	SQRT
115	XEQ 03	163	.67
116	STO 17	164	*
117	"TENS DI	165	1
AGONAL "		166	+
118	AVIEW	167	1/X
119	PSE	168	1
120	30	169	-
121	*	170	CHS
122	.2	171	STO 14
123	+	172	RCL 18
124	RCL 07	173	ENTER↑
125	.8	174	ENTER↑
126	*	175	X↑2
127	SQRT	176	RCL 13
128	STO 20	177	*
129	*	178	3
130	RCL 09	179	*
131	0	180	RCL Y
132	*	181	RCL 09
133	*	182	X↑2
134	RCL 11	183	*
135	RCL 04	184	+
136	-	185	RCL 18

186	3	236	"REF //
187	Y↑X	LL"	
188	+	237	XEQ 02
189	RCL 09	238	RCL 09
190	*	239	10000
191	6	240	*
192	/	241	RCL 17
193	STO 15	242	*
194	RCL 00	243	ENTER↑
195	RCL 03	244	XEQ 04
196	+	245	X<>Y
197	1.1	246	XEQ 04
198	*	247	"RFZO //
199	RCL 14	LC"	
200	*	248	XEQ 02
201	RCL 18	249	RCL 12
202	2	250	RCL 05
203	/	251	-
204	*	252	2
205	X<>Y	253	/
206	/	254	X↑2
207	RCL 01	255	RCL 16
208	RCL 02	256	*
209	+	257	RCL 11
210	1.1	258	*
211	*	259	RCL 11
212	RCL 18	260	RCL 12
213	RCL 13	261	+
214	*	262	/
215	RCL 19	263	ENTER↑
216	*	264	ENTER↑
217	-	265	XEQ 03
218	RCL 18	266	RCL 09
219	RCL 03	267	*
220	+	268	1 E4
221	2	269	*
222	*	270	XEQ 04
223	RCL 09	271	STOP
224	*	272	*LBL 00
225	/	273	CLA
226	+	274	ARCL Y
227	10	275	"↑ "
228	/	276	ARCL X
229	RCL 20	277	AVIEW
230	.8	278	X<>Y
231	*	279	PSE
232	X>Y?	280	RTN
233	OTO E	281	*LBL 01
234	XEQ 01	282	X<=Y?
235	*LBL E	283	"AUMENTA
		R H"	

```
284 AVIEW
285 PSE
286 GTO A
287 RTN
288 *LBL 02
289 AVIEW
290 PSE
291 RTN
292 *LBL 03
293 RCL 09
294 X12
295 10
296 *
297 RCL Z
298 X<>Y
299 /
300 "MR/bd<2
>="
301 ARCL X
302 AVIEW
303 PSE
304 "DE TABL
AS"
305 AVIEW
306 PSE
307 "%AS=?"
308 PROMPT
309 RTN
310 *LBL 04
311 "sS=?"
312 PROMPT
313 100
314 *
315 RCL Y
316 /
317 "S="
318 ARCL X
319 AVIEW
320 PSE
321 PSE
322 RTN
323 END
```

Se analizarán las zapatas de los ejes 2-0 y 3-A

EJE

2-0

MEST.	G.0
PEST	121.4
Macc.	5.3
Pacc	7.4

DATOS Y RESU
LTADOS

2-0

XEQ "ZAPATAS"

ME ↑ PE=?

6.00 ENTER↑

121.40 RUN

MA ↑ PA=?

5.30 ENTER↑

7.40 RUN

LCC ↑ LLC=?

.45 ENTER↑

.60 RUN

Fc ↑ DF=?

250.00 ENTER↑

1.50 RUN

WCU ↑ WRE=?

22.00 ENTER↑

1.30 RUN

HSUP=?

.60 RUN

A=9.26

REV AR :E+A:

LCZ ↑ LLZ=?

2.50 ENTER↑

3.50 RUN

d=?

.55 RUN

MR/bd(2)=6.75

DE TABLAS

%AS=?

.0025 RUN

TENS DIAGONAL

AUMENTAR H

HSUP=?

.65 RUN

A=9.30

REV AR :E+A:

EJE

3-A

MEST.	199
PEST	26.05
Macc	5.63
Pacc	7.12

LCZ ↑ LLZ=?

2.50 ENTER↑

3.50 RUN

d=?

.60 RUN

MR/bd(2)=5.67

DE TABLAS

%AS=?

.0025 RUN

TENS DIAGONAL

PENETRACION

RFZO // LL

aS=?

1.90 RUN

S=13.20

aS=?

2.85 RUN

S=19.00

RFZO // LC

MR/bd(2)=3.31

DE TABLAS

%AS=?

.0025 RUN

aS=?

2.85 RUN

S=19.00

3-A

XEQ "ZAPATAS"

ME ↑ PE=?

1.90 ENTER↑

26.05 RUN

MA ↑ PA=?

3.63 ENTER↑

7.12 RUN

LCC ↑ LLC=?

.45 ENTER↑

.45 RUN

Fc ↑ DF=?

250.00 ENTER↑

1.20 RUN

WCU ↑ WRE=?

22.00 ENTER↑

1.30 RUN

HSUP=?

.45 RUN

A=1.91

REV AR :E+A:

LCZ ↑ LLZ=?

1.50 ENTER↑

1.50 RUN

AUMENTAR A

REV AR :E+A:

LCZ ↑ LLZ=?

1.50 ENTER↑

2.00 RUN

d=?

.40 RUN

MR/bd(2)=2.28

DE TABLAS

%AS=?

.0025 RUN

TENS DIAGONAL

PENETRACION

RFZO // LL

aS=?

1.27 RUN

S=12.70

aS=?

1.90 RUN

S=19.00

RFZO // LC

MR/bd(2)=1.20

DE TABLAS

%AS=?

.0025 RUN

aS=?

1.90 RUN

S=19.00

CONCLUSIONES

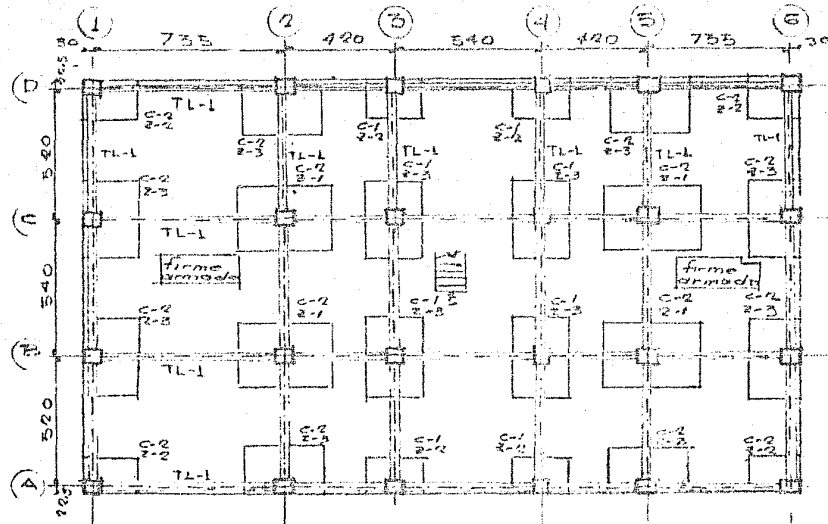
El presente trabajo ha sido enfocado para dar un panorama general de la aplicación de calculadoras de bolsillo al análisis y diseño estructural de edificios.

Las calculadoras de bolsillo no solo nos ofrecen gran capacidad para almacenar información, también podemos; operar, comparar, acumular o cambiar dicha información, con una velocidad y precisión difícil de lograr con las herramientas convencionales.

Los programas antes mencionados son solo una muestra de la ayuda que pueden prestar las calculadoras de bolsillo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Requisitos de Seguridad y Servicio para las Estructuras, Reglamento para las Construcciones del D.F. (400), Instituto de Ingeniería, 1977.
- 2.- Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, Reglamento para las Construcciones del D.F. (401), Instituto de Ingeniería, 1977.
- 3.- Apuntes de Diseño Estructural, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 4.- Folleto Complementario para el Análisis Sísmico de Edificios, E. Rosenblueth.
- 5.- Análisis Sísmico Modal, Carlos Madaleno.
- 6.- Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado, González, Robles, Casillas, Díaz de Cosío, Edit. Limusa, 1974.
- 7.- Design of Concrete Structures, Winter, Nilson, Edit McGraw-Hill.



PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS

TABLA DE COLUMNAS		
CONCRETO	$C_2 = 220 \text{ kg/cm}^2$	
NIVEL	SEÑAL 1.50	
TIPO	LIBRE	
C-1	SECCION	30x30
	AREA	900 cm^2
C-2	SECCION	25x25
	AREA	625 cm^2
	PERIMETRO	100 cm
	SECCION	25×25



SECCION 1 SECCION 2

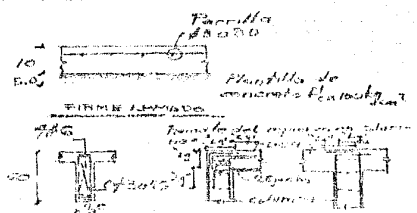
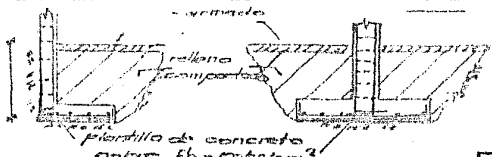


TABLA DE ZAPATAS				
CONCRETO $C_2 = 220 \text{ kg/cm}^2$				
TIPO	DIMENSIONES		REFUERZO	
	LCxLL	H	L. CORTO	L. LARGO
Z-1	25x230	65	15x18	15x18
Z-2	150x200	15	15x20	15x20
Z-3	200x200	55	15x15	15x15

Fraccion de contacto 22 ton/m^2

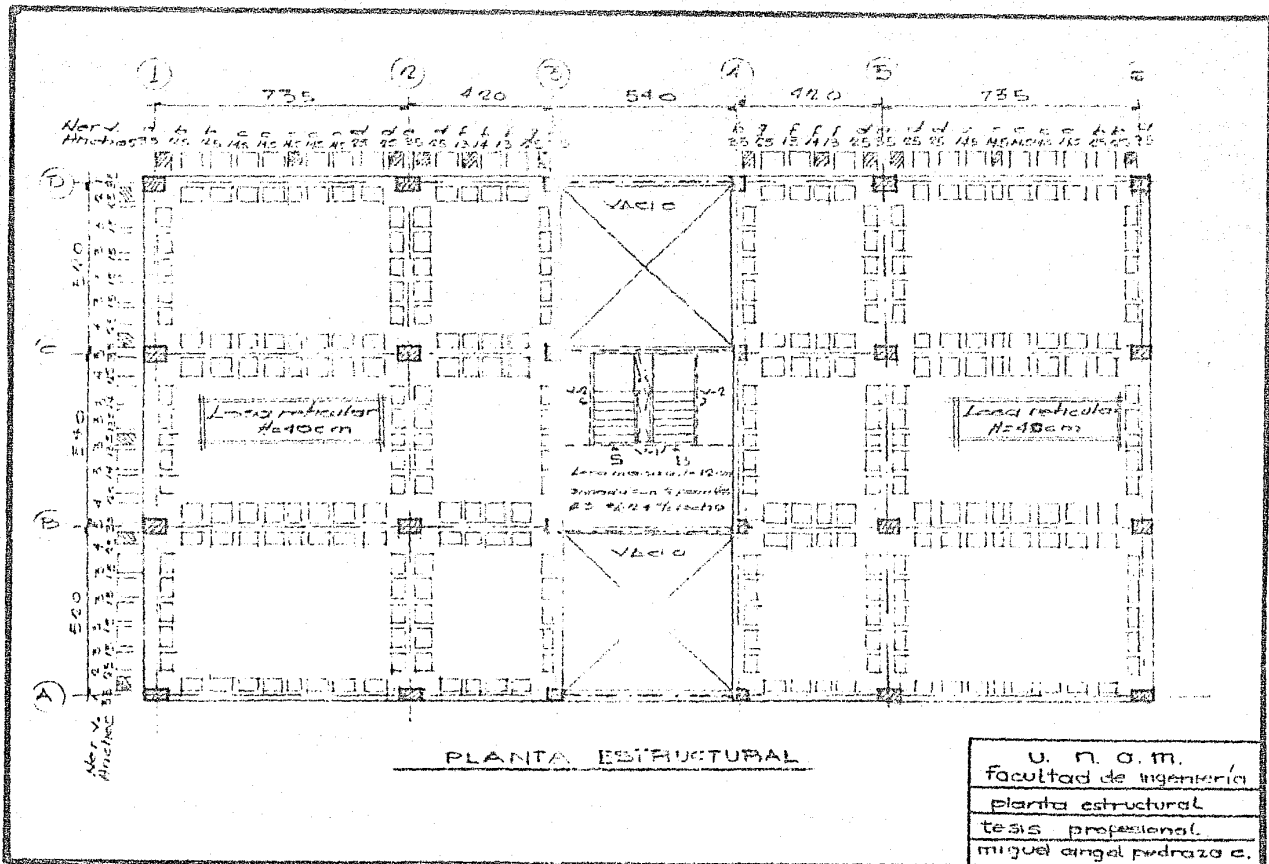


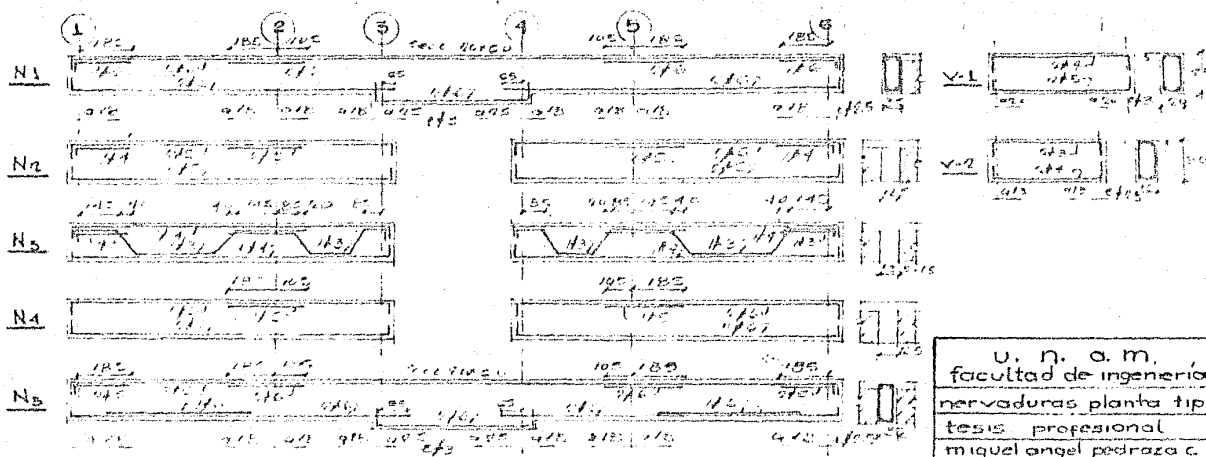
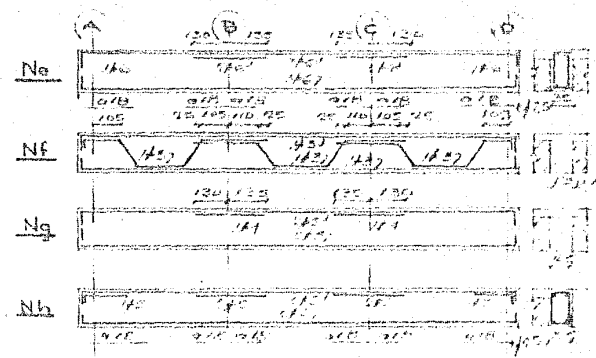
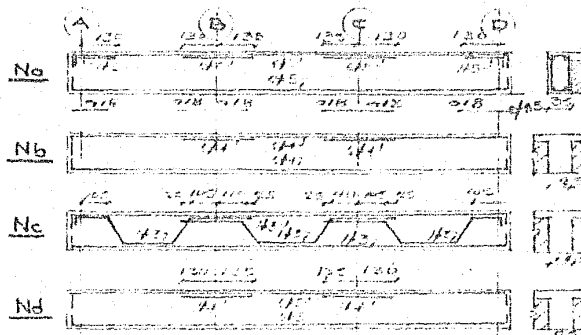
ZAPATA Z-2 y Z-3

ZAPATA Z-1 y Z-1

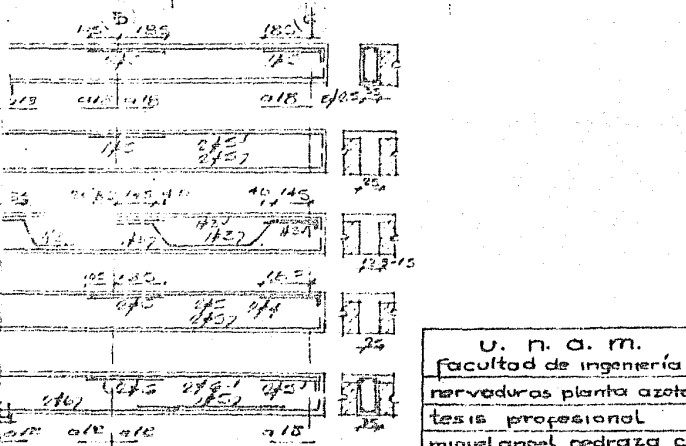
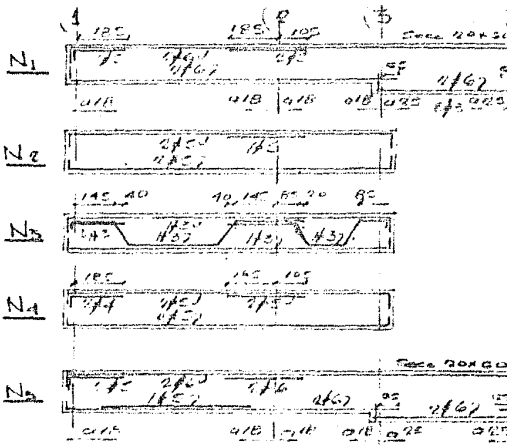
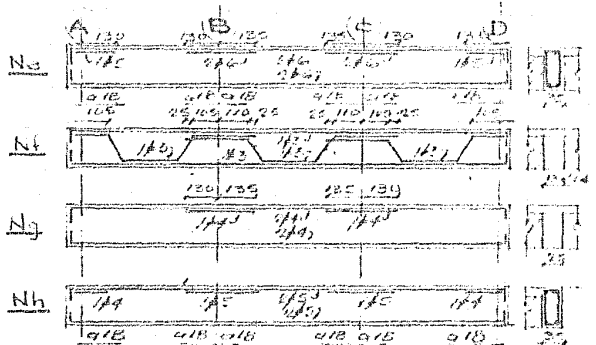
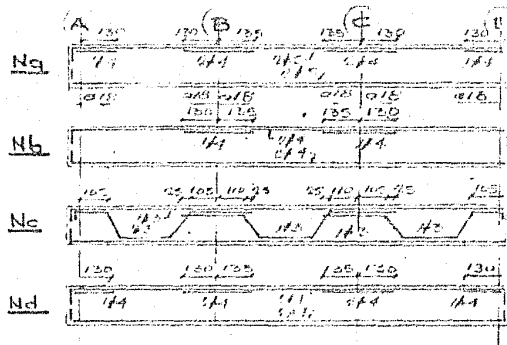
TABLA DE VOLUMENES				
TIPO	LCxLL	H	VOLUMEN	REINFORZO
Z-1	25x230	65	3800	15x18
Z-2	150x200	15	4500	15x20
Z-3	200x200	55	22000	15x15

U. N. A. M.
 facultad de Ingeniería
 cimentación y columnas
 tesis profesional
 miguel angel pedraza c.





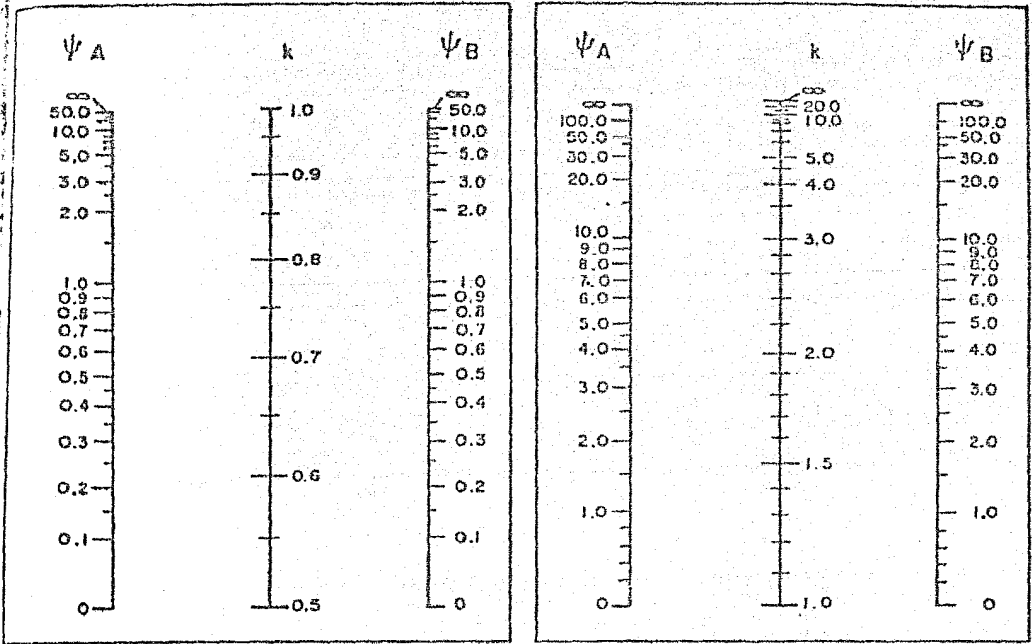
U. N. A. M.
 facultad de ingeniería
 tesis profesional
 miguel angel pedraza c.



U. N. A. M.
 facultad de ingeniería
 nervaduras planta azota
 tesis profesional
 miguel angel pedraza c.

(a)

(b)



ψ = cociente de $\sum(I/L)$ de las columnas, entre $\sum(I/L)$ de los miembros de flexión que llegan a un extremo de una columna, en el plano considerado

$H' = kH$

A y B son los extremos de la columna

Fig 11. Nomogramas para determinar longitudes efectivas, H' , de miembros a flexocompresión

MOMENTOS RESISTENTES DE SECCIONES RECTANGULARES

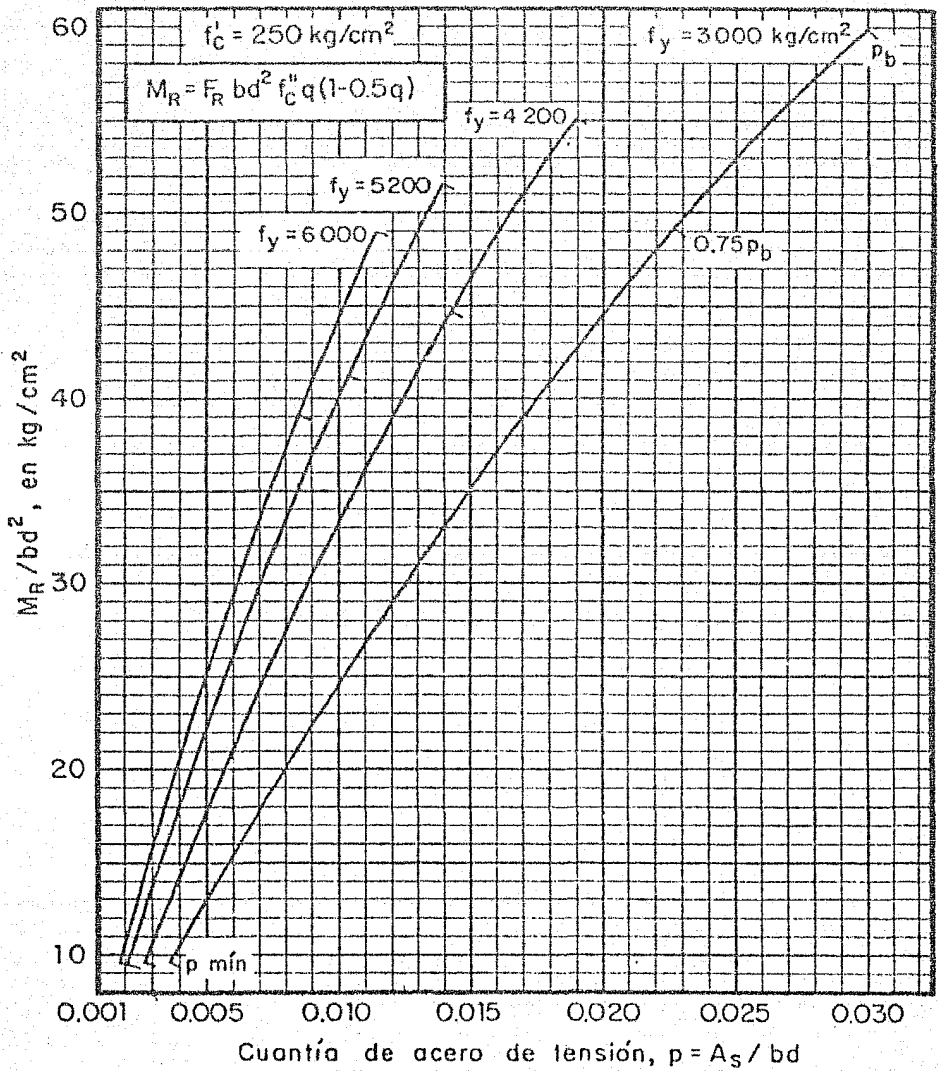
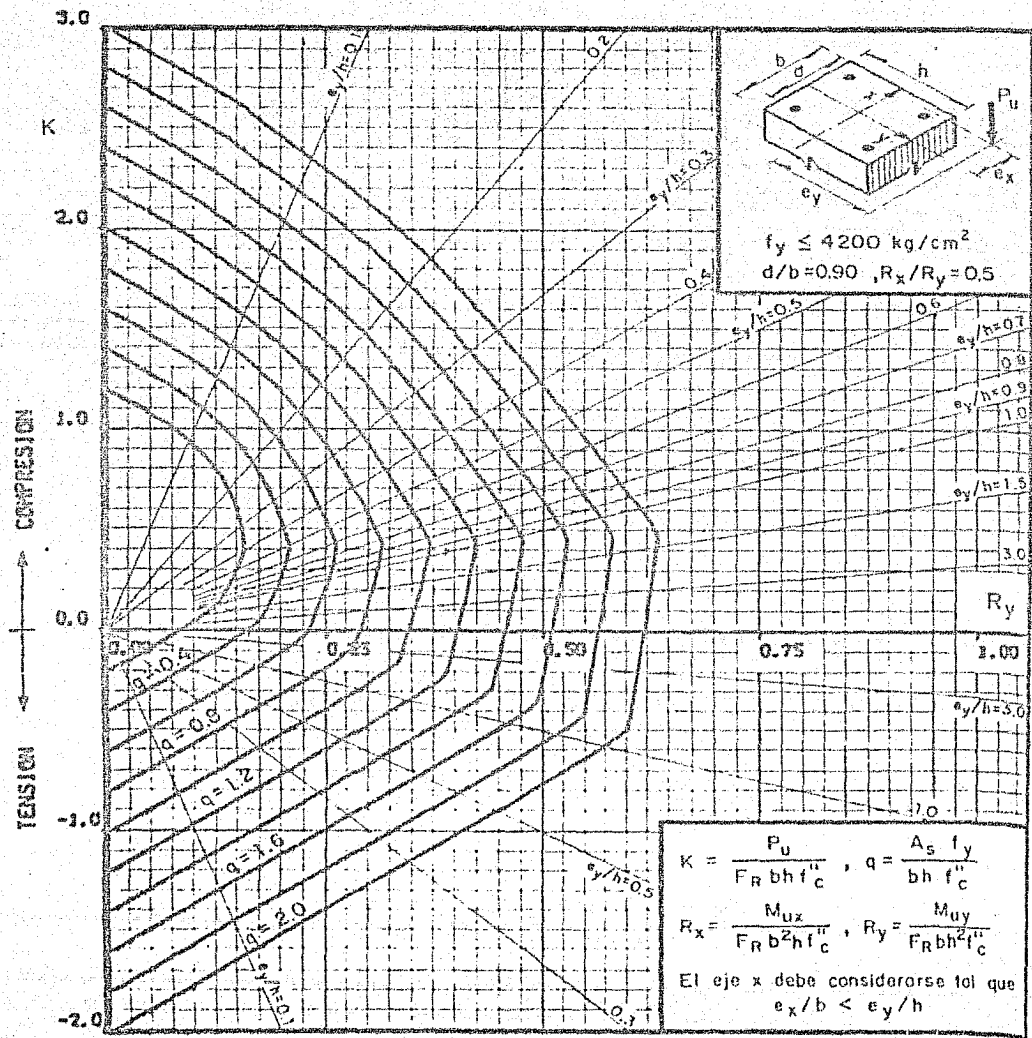


FIG 2



A_s = Area total de refuerzo

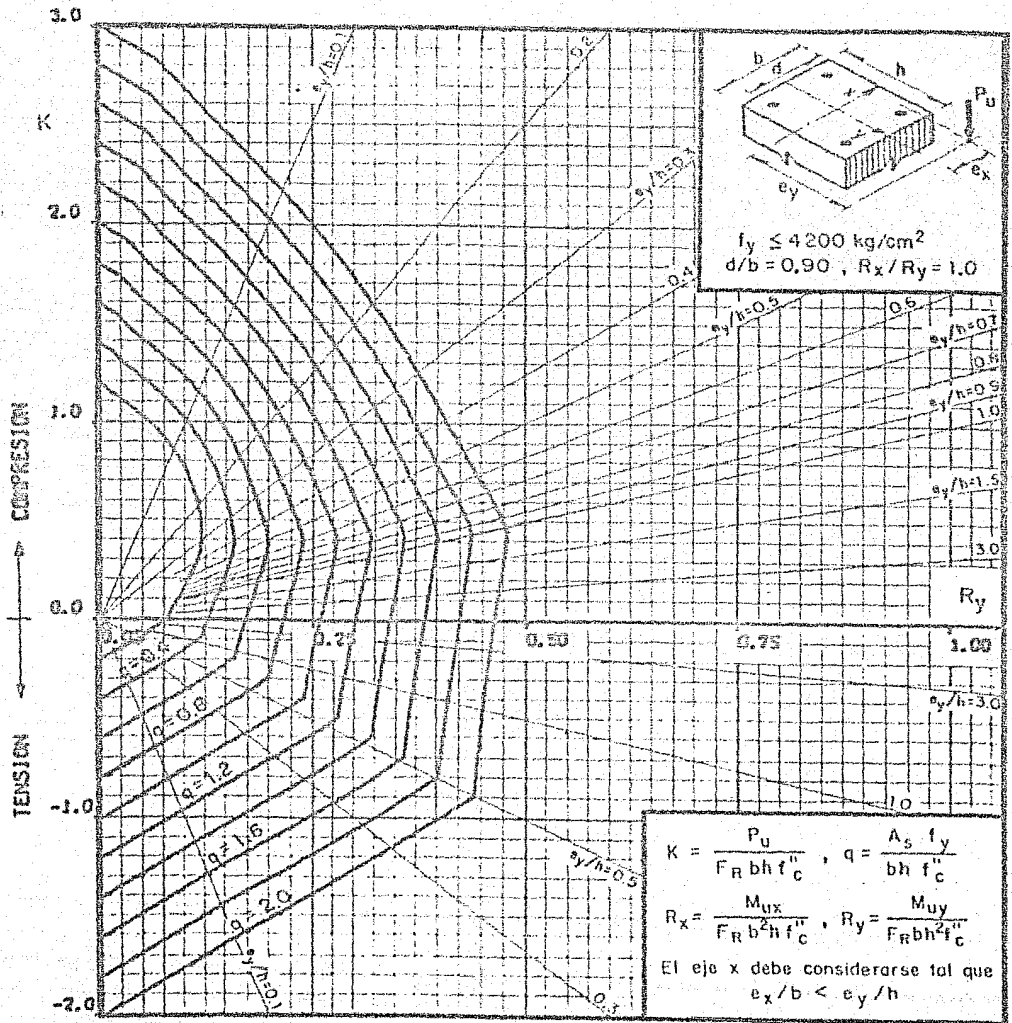
$f_c'' = 0.85 f_c^*$, si $f_c^* \leq 280 \text{ kg/cm}^2$; $f_c'' = (1.05 - \frac{f_c^*}{1400}) f_c^*$, si $f_c^* > 280 \text{ kg/cm}^2$

F_R = Factor de reducción de resistencia

P_u = Carga axial última

M_{uy} = Momento flexionante último en dirección y = $P_u \cdot e_y$

M_{ux} = Momento flexionante último en dirección x = $P_u \cdot e_x$



A_s = Area total de refuerzo

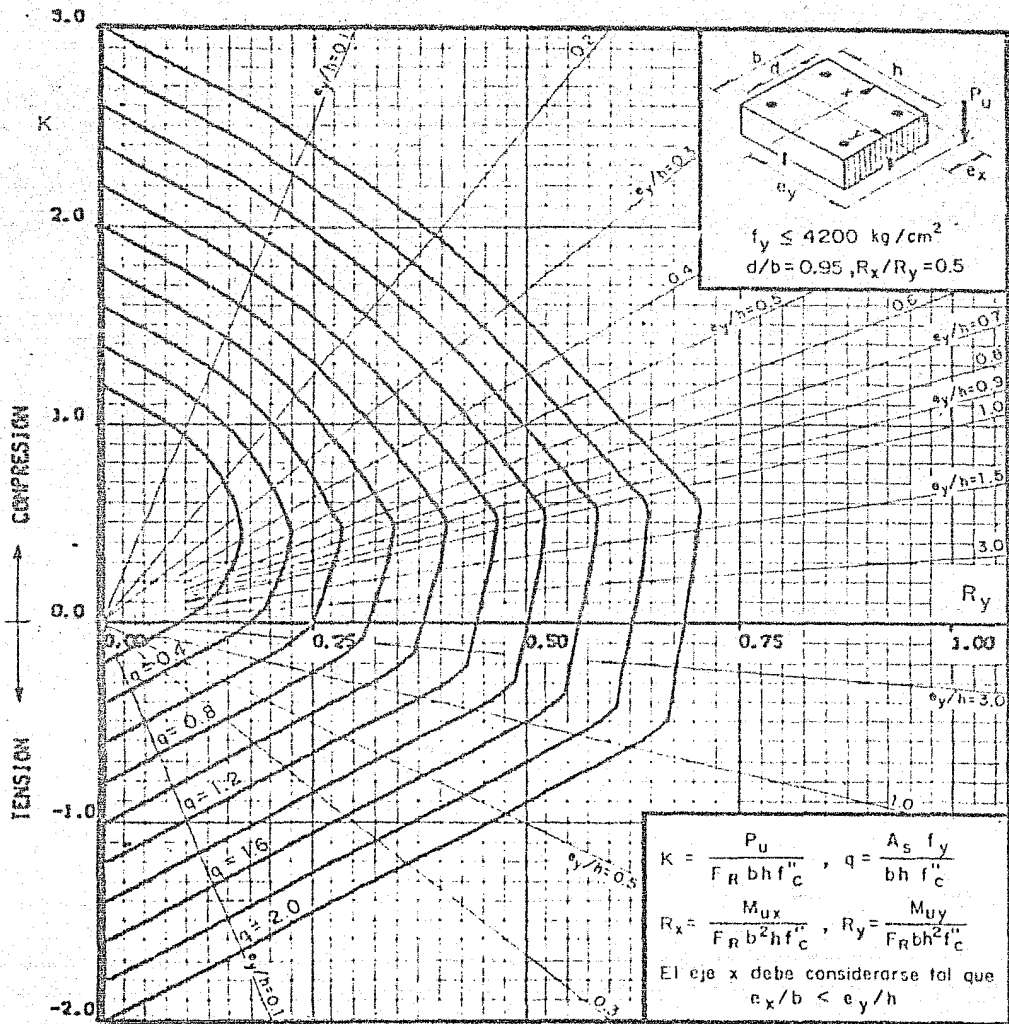
$f_c'' = 0.85 f_c^*$, si $f_c^* \leq 280 \text{ kg/cm}^2$; $f_c'' = (1.05 - \frac{f_c^*}{1400}) f_c^*$, si $f_c^* > 280 \text{ kg/cm}^2$

F_R = Factor de reducción de resistencia

P_u = Carga axial última

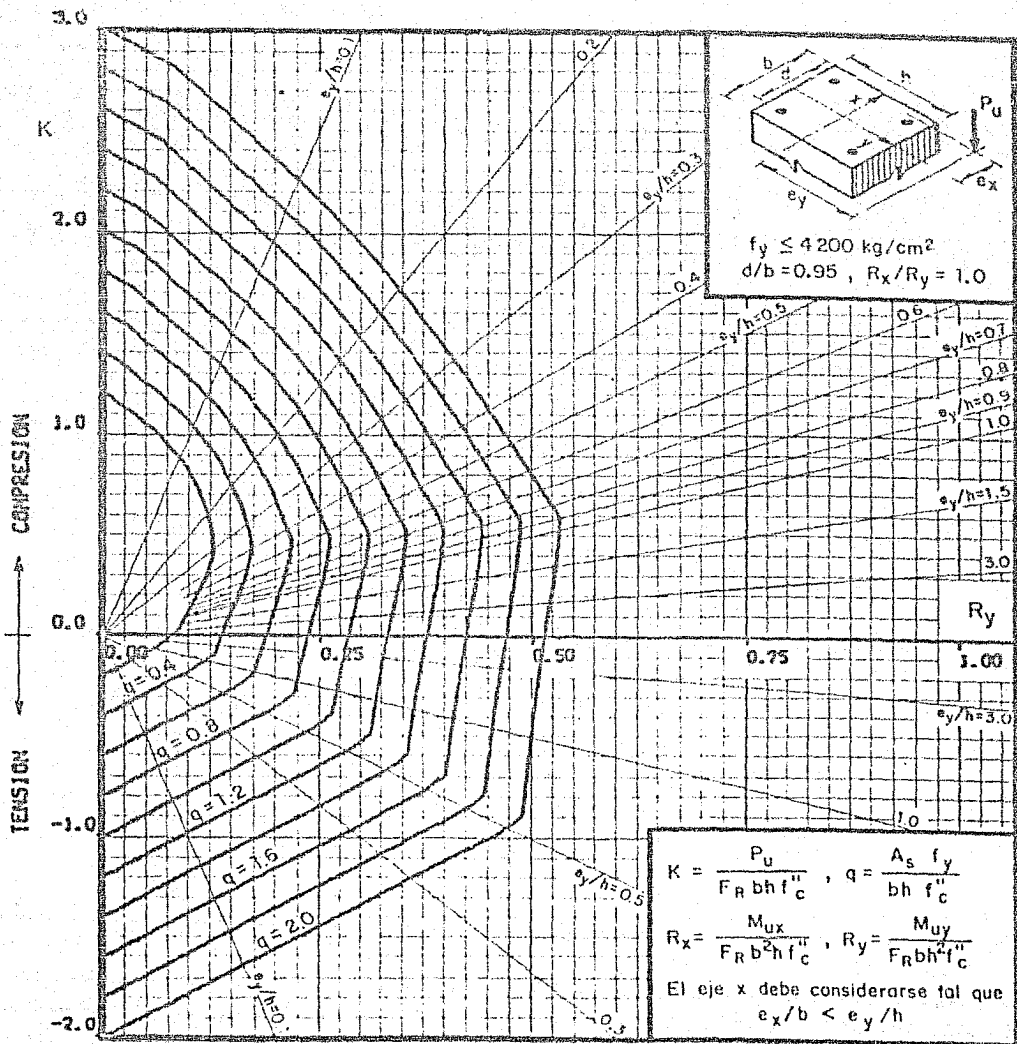
M_{uy} = Momento flexionante último en dirección $y = P_u \cdot e_y$

M_{ux} = Momento flexionante último en dirección $x = P_u \cdot e_x$



A_s = Area total de refuerzo
 $f_c'' = 0.85 f_c^*$, si $f_c^* \leq 280 \text{ kg/cm}^2$; $f_c'' = (1.05 - \frac{f_c^*}{1400}) f_c^*$, si $f_c^* > 280 \text{ kg/cm}^2$
 F_R = Factor de reducción de resistencia
 P_u = Carga axial última
 M_{uy} = Momento flexionante último en dirección y = $P_u \cdot e_y$
 M_{ux} = Momento flexionante último en dirección x = $P_u \cdot e_x$

FIG 5



A_s = Area total de refuerzo

$f'_c = 0.85 f_c^*$, si $f_c^* \leq 280 \text{ kg/cm}^2$; $f'_c = (1.05 - \frac{f_c^*}{1400}) f_c^*$, si $f_c^* > 280 \text{ kg/cm}^2$

F_R = Factor de reducción de resistencia

P_u = Carga axial última

M_{uy} = Momento flexionante último en dirección y = $P_u \cdot e_y$

M_{ux} = Momento flexionante último en dirección x = $P_u \cdot e_x$