

85

2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE MICROCOMPUTADORA PARA  
DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO  
REFORZADO DE ACUERDO AL R C D F 87**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :**

**JAIME LOPEZ VIDAUR**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. FERNANDO MONROY MIRANDA**

**México, D. F.**

**1991**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CAPITULO I INTRODUCCION

El ritmo de la vida se ha acelerado tanto actualmente, que es necesario realizar los trabajos en el menor tiempo posible; la ingeniería civil no ha escapado a este vertiginoso ritmo de cambios, por lo que es importante apoyarnos y hacer uso de las herramientas que la moderna actualidad nos ofrece, este es uno de los objetivos de la presente.

Al igual que en otras disciplinas la herramienta que ha venido ha revolucionar el desarrollo de las mismas, es sin duda la microcomputadora, la cual se ha desarrollado en este siglo a velocidades vertiginosas prueba de ello es que en 1958 nacen las ya sofisticadas computadoras de circuito integrado y de microcircuito. Obviamente aunado a éstas se han desarrollado los lenguajes de programación.

En la vida profesional del ingeniero estructurista, se aplica una serie de métodos sistemáticos y reiterativos en el diseño de elementos estructurales de concreto reforzado, que requieren de un tiempo considerable de dedicación por parte del mismo.

Uno de los lenguajes de programación utilizados en la elaboración de los programas es el BASIC (*Beginner's All purpose Symbolic Instruction Code*), que aunque es conocido por todos que este lenguaje no es tan poderoso como los estructurados, si es muy generalizado en microcomputadoras (computadoras de bolsillo), por lo que tiene un amplio campo de aplicación.

A pesar de que existe software referente al tema, este no siempre es accesible para todos, ya sea por su costo, por lo sofisticados ó bien por el enfoque que le dan de acuerdo con reglamentos extranjeros los cuales difieren de las disposiciones nacionales, los programas aquí presentados han sido desarrollados de acuerdo al Reglamento de Construcciones del Distrito Federal en su versión 1987.

Los conocimientos teóricos y los métodos de solución aplicados en el desarrollo de los programas, son los que se adquieren en los cursos correspondientes de la licenciatura de ingeniería civil. Por lo que la presente pudo ser utilizada como apoyo didáctico para alumnos que comienzan a introducirse en el campo del diseño estructural, este es otro de los objetivos de la presente.

Diseño plástico es un método para calcular secciones de concreto reforzado, fundado en en las experiencias y teorías correspondientes al estado de ruptura de las secciones consideradas. El diseño a la ruptura tiene antecedentes muy antiguos, pues ya Galileo (1638) había realizado estudios en vigas a la ruptura.

En cambio, la distribución de esfuerzos según una línea recta (teoría elástica) no fue generalmente aceptada sino hasta principios de este siglo. La aceptación prácticamente universal de la teoría elástica se debió principalmente a su gran facilidad de aplicación y a que de ella se podían derivar todas las fórmulas con gran sencillez, apesar de esto no dejaron de presentarse trabajos y estudios sobre la conducta plástica del concreto, especialmente en la vecindad del estado de ruptura.

Si en una estructura de concreto se tiene interés en calcular los esfuerzos y deformaciones que ocurren bajo las cargas de servicio, la teoría elástica puede ofrecer la respuesta; pero si lo que se pretende es predecir la resistencia última de la estructura con el fin de determinar la intensidad de las cargas que provocan la ruptura y

poder asignar, en consecuencia, un coeficiente de seguridad, entonces, la teoría elástica es incapaz de proporcionar una respuesta verdadera, por que su hipótesis fundamental de la proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, es falsa en la vecindad de la falla de la estructura.

Esto hizo que en los últimos años se intensificarán los métodos de análisis fundados en la conducta plástica tanto del concreto como del acero de refuerzo, completandolos con numerosos ensayos de laboratorio. Todas las teorías que se elaboren sobre el estado de ruptura del concreto, tienen que depender en mayor o menor grado de los resultados del laboratorio, por que las curvas esfuerzo-deformación de ese material no son semejantes para concretos con diferentes fatigas de ruptura, además varias otras causas como la velocidad de aplicación de la carga y la velocidad de la deformación, modifican también tanto la resistencia última como la forma general de las curvas esfuerzo-deformación.

En la presente se trata el diseño para momento flexionante y fuerza cortante de trabes rectangulares simple y doblemente armadas; para el caso de losas se considera carga uniformemente distribuida el cálculo de momentos actuantes se hace de acuerdo a los coeficientes para tableros rectangulares, se presentan los cinco diferentes tipos de tableros; en el caso de diseño de columnas se toman en cuenta momentos bidireccionales y carga axial, el estudio de éstas se hace por medio de diagramas de interacción; par el caso de diseño de zapatas al igual que en columnas se presenta el caso general es decir momento flexionante actuando en ambos sentidos y carga axial, el dimensionamiento de la base se hace por esfuerzos permisibles en el suelo.

## CAPITULO II DISEÑO DE TRABES

El programa contempla el cálculo de la cantidad de acero longitudinal (flexión), y la cantidad de estribos por tensión diagonal (cortante).

Se consideran trabes rectangulares, simple y doblemente armadas, las fórmulas que se utilizan para el diseño y la revisión se obtuvieron en base a la teoría plástica y de acuerdo al Reglamento del Distrito Federal de 1967.

### II.A Hipótesis de la teoría plástica :

- a) La sección plana antes de la deformación permanece plana después de la deformación.

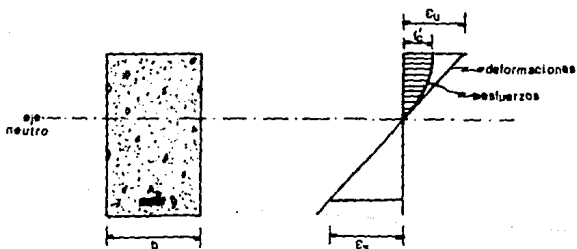
*corolario:* Las deformaciones son proporcionales a su distancia al eje neutro y siguen una ley de variación lineal.

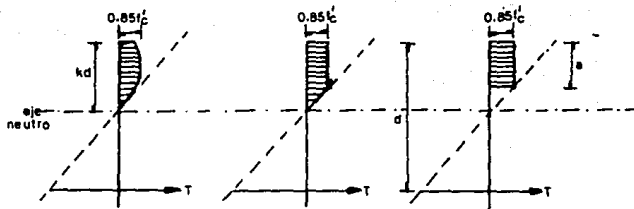
- b) Al llegar a su capacidad límite los esfuerzos del concreto no son proporcionales a las deformaciones, y su ley de variación no es lineal.

Para obtener resultados prácticos el diagrama de esfuerzos puede idealizarse por cualquier forma teórica (triangular, rectangular, trapecial, parabólica de 2º grado, hiperbólico, ect), siempre y cuando los valores resultantes de las fórmulas obtenidas con esta suposición estén de acuerdo con los valores reales experimentales. La distribución real del bloque de esfuerzos de compresión en una sección tiene la forma de una parábola creciente se requiere de mucho tiempo para evaluar el volumen del bloque, *puede utilizarse con facilidad y sin pérdida de exactitud un bloque rectangular equivalente de esfuerzos que tiene una*

profundidad  $a$  y una resistencia promedio a la compresión de  $0.85f'_c$ . El valor de  $0.85f'_c$  para el esfuerzo promedio del bloque equivalente de compresión se basa en los resultados de pruebas de corazones de concreto a una edad mínima de 28 días.

- c) La adherencia entre acero y concreto es perfecta y sus deformaciones son iguales a igual distancia del eje neutro.
- d) Las tensiones son tomadas íntegramente por el acero y se consideran aplicadas en el centro de gravedad de este.
- e) El conjunto de fuerzas interiores y exteriores constituyen un sistema en equilibrio.
- f) la deformación unitaria del concreto en el instante de la ruptura es  $\epsilon_{cu} = 0.003$ .



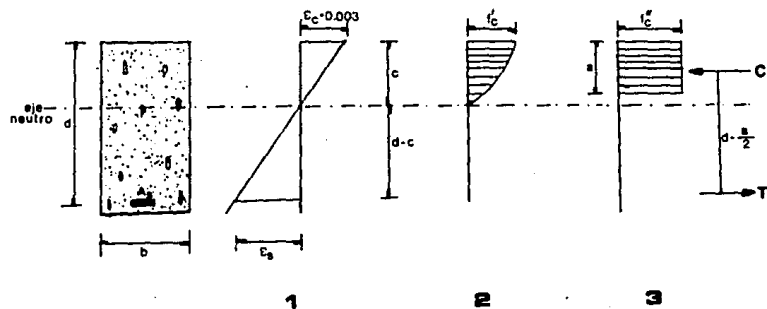


bloque equivalente de esfuerzos

## II.B Flexión

### II.B.1 Sección simplemente armada:

De acuerdo al Reglamento de construcciones del Distrito Federal (R.D.F-1987)





De la figura 3 :

$$a = 0.85 c \quad f_c'' = 0.8 f_c' \quad f_c'' = k_1 f_c''$$

$$C = f_c'' a b \quad T = A_s f_y$$

$$k_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{si } f_c'' \leq 250 \text{ Kg/cm}^2 \\ 1.05 - \frac{f_c''}{1250} & \text{si } f_c'' > 250 \text{ Kg/cm}^2 \end{cases}$$

Donde:

- c: Profundidad del eje neutro
- d: Peralte efectivo
- b: Ancho de la trabe
- C: Fuerza de compresión
- T: Fuerza de tensión

Por equilibrio de fuerzas internas de compresión (C) y tensión (T)  $C=T$  se llega a las siguientes expresiones:

$$M_r = F.R p f_y \left(1 - \frac{pm}{2}\right) b d^2 \dots\dots\dots A$$

Donde :

$$m = \frac{f_y}{f_c} \quad p = \frac{A_s}{bxd}$$

Si multiplicamos y dividimos A por  $\frac{f_c''}{f_c}$  queda:

$$M_r = F.R p f_y \frac{f_c''}{f_c} \left(1 - \frac{p f_y}{2 f_c}\right) b d^2 \dots\dots\dots B$$

Si definimos  $q = \frac{p f_y}{f_c}$  y sustituimos en B finalmente se tiene :

$$M_r = F.R q f_c'' (1 - 0.5 q) b d^2$$

Se presentan dos soluciones para el diseño:

- 1) Obligar el acero a la sección que se tiene.
- 2) Mínima sección posible

1) Obligar el acero a la sección que se tiene: para esta primer solución se manejarán las expresiones:

$$A_1 = \frac{2 M_u}{F.R b d^2} \quad (\text{cte para simplificar fórmula})$$

$$q = 1 - \frac{\sqrt{f_c'' (f_c'' - A_1)}}{f_c''}$$

$$p = q \frac{f_c''}{f_y}$$

$$A_s = p b d$$

Donde :

$$M_u = F.C \times \text{Mactuante}$$

Este momento es el producto final de una combinación o no, de una serie de condiciones de carga a las cuales es sometido el elemento.

Se manejan las siguientes unidades :

longitud [m]  
Fuerza [Kg]

Factor de Reducción para flexión (F.R):

$$F.R = 0.9 \quad (R.D.F-87)$$

2) Minima sección posible

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{Q \times b}}$$

Donde :

$$Q = F.R \cdot P_{max} \cdot f_y \left( 1 - \frac{P_{max}}{2 f_c} \right)$$

$$P_{max} = 0.75 \times P_b$$

En elementos a flexión, de sección de cualquier forma sin acero a compresión, que forman parte de sistemas que deban resistir fuerzas sísmicas.

$P_b$  : porcentaje de acero balanceado

Tanto para el primer caso de solución como para el segundo se debe cumplir que el porcentaje de acero este dentro de cierto rango de valores, esto para garantizar que si llega a fallar el elemento su falla sea de tipo dúctil es decir, que fluya (falla) primero el acero que el concreto, ya que como sabemos la falla del concreto es explosiva e instantanea lo cual no es conveniente.

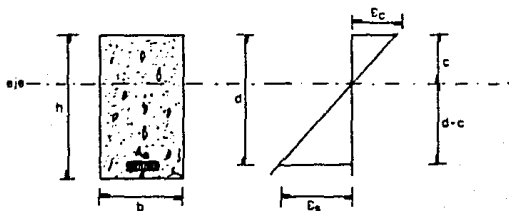
Condiciones que deben cumplirse:

$$\text{Para 1) } \quad q_{min} \leq q \leq q_{max}$$

Para 2)

$$p_{\text{máx}} = 0.75 \times p_b$$

## DETERMINACION DE LA CONDICION BALANCEADA



De la figura por triángulos semejantes:

$$c = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_s} \times d$$

$$\epsilon_c = 0.003$$

$$\epsilon_s = \frac{f_y}{2 \times 10^6}$$

$$c = \frac{6000}{6000 + f_y} \times d$$

$$c = T$$

$$f_c' a b = p b d f_y$$

$$f_c' 0.8 c = p d f_y$$

$$p = 0.8 k \frac{f_c''}{f_y} \frac{1}{d} c$$

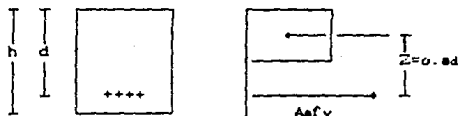
$$p_b = \frac{f_c''}{f_y} \frac{4800}{6000 + f_y}$$

Porcentaje de acero balanceado

$$q_{max} = 0.75 \frac{4800}{6000 + f_y}$$

$$q_{min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f_c'}}{f_c''}$$

El armado mínimo de tensión en secciones de concreto reforzado, será el requerido para que el momento resistente de la sección sea de por lo menos 1.5 veces el momento de agrietamiento de la sección transformada no agrietada. Para valuar el refuerzo mínimo, el momento de agrietamiento se obtendrá con el módulo de ruptura no reducido  $\bar{f}_f$ .



$$M_n \geq 1.5 M_{ao}$$

$\bar{f}_f = 2\sqrt{f_c'}$  Módulo de ruptura para concreto de peso normal.

El momento resistente es igual a:  $M_R = A_s f_y Z$

Por otro lado tenemos que el momento se puede expresar en términos de esfuerzo y módulo de sección:

$$M = f S$$

El módulo de sección para una sección rectangular es:  $S = \frac{b h^2}{6}$

$d = 0.92h$  valor experimental. Por lo que  $S = \frac{b d^2}{5.0784}$

Sustituyendo valores

$$A_s f_y Z \geq 1.5 f S$$

$$A_s f_y 0.8d \geq 1.5 \frac{3 \sqrt{f_c}}{5.0784} \frac{b d^2}{5.0784}$$

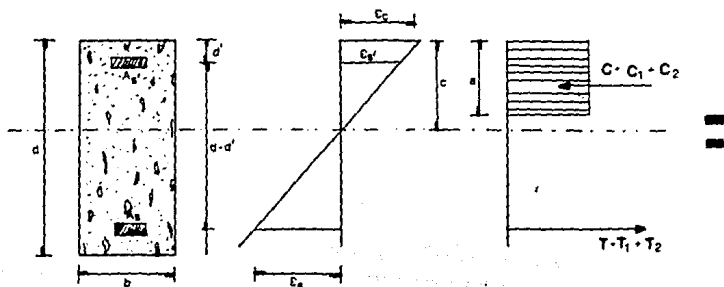
$$A_s \geq \frac{3 \sqrt{f_c} \frac{b d^2}{5.0784}}{f_y 0.8d} = \frac{3 \sqrt{f_c} b d}{4.06272 f_y}$$

$$A_s \geq \frac{0.7 \sqrt{f_c}}{f_y} b d$$

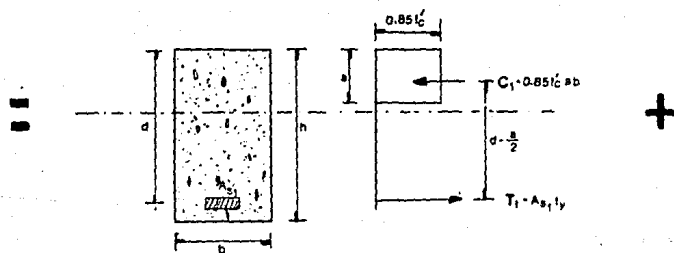
Finalmente:

$$p_{\min} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

II.B.2 Sección doblemente armada:



$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \quad \text{si} \quad A_{s2}' = A_{s1}' \quad A_{s1} = A_s - A_{s1}'$$

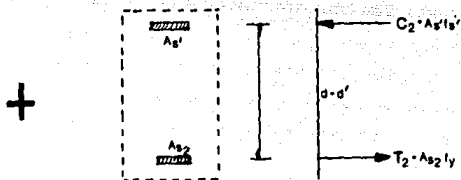


De la figura :

$$M_{r_1} = F \cdot R \times A_{s_1} \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad \text{si } A_{s_1} = A_s - A_{s'}$$

el momento resistente queda :

$$M_{r_1} = F \cdot R \times (A_s - A_{s'}) \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)$$



$$M_{r_2} = F \cdot R \times A_{s_2} \times f_y \times (d - d') \quad \text{si } A_{s_2} = A_{s'} \quad M_{r_2} = F \cdot R \times A_{s'} \times f_y \times (d - d')$$

Sumando  $M_{r_1}$  y  $M_{r_2}$  el momento total resistente queda :

$$M_r = F \cdot R \times \left[ (A_s - A_{s'}) \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_{s'} \times f_y \times (d - d') \right] \dots AA$$



Donde :

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

$A_s$ ...área de acero en tensión

$A_s'$ ...área de acero en compresión

$d'$ ...distancia del centroide del acero a compresión a la fibra extrema a compresión

En la ecuación anterior el acero de compresión debe de fluir (fallar) cuando se alcanza la resistencia de la sección, para lo cual se debe cumplir con la siguiente expresión.

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

Otra forma de determinar el momento total resistente es la siguiente :

Apoyandonos en las figuras anteriores tenemos

$$C = C_1 + C_2 = 0.85 f_c'' a b + p' b d f_y$$

$$T = p b d f_y$$

Por equilibrio igualando  $C=T$  y desarrollando finalmente :

$$M_u = F.R [(p-p') f_y (1 - \frac{(p-p') f_y}{2}) + p' f_y (1 - \frac{d'}{d})] b d^2$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c}$$

en la anterior se debe cumplir con :

$$0.85 k_1 \frac{f_c}{f_y} \frac{d}{6000 + f_y} \leq (p - p') \leq 0.75 (0.85 k_1 \frac{f_c}{f_y} \frac{6000}{6000 + f_y})$$

Solución para el caso de diseño

1) Con  $p_{\max} = 0.75 p_b$  se calcula  $M_{r1}$  como sección simple

2)  $M_{\text{actuante}} = M_{\text{actuante}} / F.R > M_{n1} = M_{r1} / F.R$

3)  $A_{s1} = p_{\max} b d$

4)  $M_{n2} = M_{\text{actuante}} - M_{n1}$

5)  $A_{s2} = A_{s'} = \frac{M_{n2}}{f_y (d - d')}$

6)  $A_{s1} = A_{s1} + A_{s2}$  (Tensión)

7)  $A_{s2} = A_{s'}$  (Compresión)

$M_{n1}$  = Momento nominal que resiste la sección como simplemente armada.

$M_{\text{actuante}}$  = Momento nominal de diseño.

$$M_n = \frac{M_u}{F.R}$$

Momento resistente de cada varilla

$$m_r = F.R. a_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$a = p m d$$

$$a = (p - p') m d$$

Solución para el caso de revisión

- 1) Se conocen  $A_s$ ,  $A_s'$ ,  $d$ ,  $d'$
- 2) Se calcula el momento resistente con la expresión AA

### IIC Cortante

En una viga sujeta a flexión simple, además del momento flector, debe considerarse la presencia de una fuerza que obra paralela a las cargas verticales, en el plano de la sección transversal de la viga.

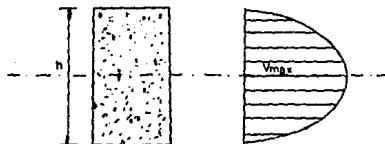
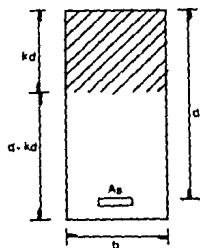


Diagrama de esfuerzos cortantes

## Esfuerzo cortante nominal máximo

Si se supone que bajo el eje neutro de una viga, el concreto -Agrietado generalmente por flexión- no toma tensiones.

Sección transformada



$$v = \frac{V Q}{I b} \text{ (esfuerzo cortante)}$$

$$I = \frac{b (kd)^2}{3} + n A_s (d - kd)^2$$

$$Q = \frac{b (kd)^2}{2} = n A_s (d - kd)$$

$$\frac{I}{Q} = \frac{2}{3} kd + d - kd = d - \frac{kd}{3}$$

$$\text{Pero : } d - \frac{kd}{3} = jd$$

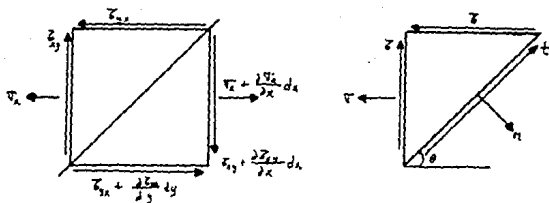
sustituyendo

$$v = \frac{V}{b j d}$$

Esta fórmula se utilizaba en reglamentos anteriores del ACI, sin embargo como la distribución real de los esfuerzos cortantes en una viga de concreto es prácticamente desconocida, la inclusión del coeficiente  $j$  parece un refinamiento que no está de acuerdo con la poca exactitud que acompaña a todas las fórmulas del esfuerzo cortante.

$$v_u = \frac{V_u}{\phi R b d}$$

Si se toma una partícula en el eje neutro los esfuerzos a flexión son nulos y por consecuencia sus caras estarán sujetas sólo a esfuerzos cortantes.



Haciendo el desarrollo (se puede ver en cualquier libro de resistencia de materiales) queda:

$$\tan 2\theta = -\frac{2\tau}{\sigma}$$

1º Condición

$$M \text{ max} \longrightarrow V = 0$$

$$n = 0$$

$$\tan 2\theta = 0 \begin{cases} 2\theta = 0 \text{ o } 180^\circ \\ \theta = 0 \text{ o } 90^\circ \end{cases}$$

2º Condición

$$M = 0 \longrightarrow V \text{ max}$$

$$\sigma = 0$$

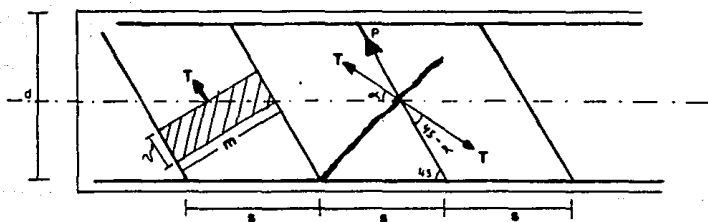
$$n = \pm \tau$$

$$\tan 2\theta \rightarrow \alpha \begin{cases} 2\theta = 90^\circ \text{ o } 270^\circ \\ \theta = 45^\circ \text{ o } 135^\circ \end{cases}$$



--- Tensión  
 ————— Compresión

### Diagrama de esfuerzos



Absorción de la tensión diagonal por el refuerzo

$$T = v' m b$$

$$m = S \sin 45$$

$$T = v' b S \sin 45$$

$$P = Av f_y$$

$$T = P \cos(45 - \alpha)$$

$$T = Av f_y \cos(45 - \alpha)$$

$$T = T$$

$$v' b S = Av f_y (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$v' = \frac{V'}{b d}$$

$$S = \frac{F.R \times Av \times f_y \times d}{V'} (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$V' = V_{\text{diseño}} - V_c$$

Donde:

$V_c$ : Cortante resistente del concreto

$S$ : Separación de estribos

$V'$ : Cortante que toman los estribos

FR: Factor de reducción = 0.8

AV: Área transversal del estribo, generalmente  $AV = 2xav$

av: Área transversal de la varilla

$\alpha$ : Angulo de inclinación con respecto al eje del elemento

### Esfuerzo cortante permisible en una viga

Desde el año de 1909, A.N. talbot, después de ensayar mas de 100 vigas, llamó la atención acerca de que el porcentaje de refuerzo longitudinal influye favorablemente en la resistencia contra el esfuerzo cortante. En las fórmulas que valgan la intensidad del esfuerzo cortante permisible (como medida de la tensión diagonal), la resistencia del concreto se refiere al esfuerzo de tensión y de acuerdo con todos los ensayos realizados, dicha resistencia es función de la  $\sqrt{0.8 f_c}$  en donde  $f_c$  es la fatiga de ruptura a los 28 días.

El reglamento establece que el cortante permisible en el alma de una viga sin refuerzo es :

$$\text{Si } p < 0.01 \quad V_c = [(0.2 + 30p) \sqrt{0.8 f_c}] b d$$

$$\text{Si } p \geq 0.01 \quad V_c = 0.5 \text{ F.R. } \sqrt{0.8 f_c} b d$$

Comúnmente los estribos son de dos ramas cerrados, sin embargo en algunos casos se utilizan también estribos de 4 ramas; el tipo de estribo más eficiente es aquel que tiene sus extremos doblados a  $135^\circ$ , ya que de esta manera quedan mejor anclados a las varillas longitudinales.

Valor del área de acero ( $A_v$ ) para estribos de :

$$\text{- Dos ramas} \quad A_v = 2 \times a_v$$

$$\text{- Tres ramas} \quad A_v = 3 \times a_v \quad a_v: \text{área de la varilla}$$

**Restricciones sobre la separación de estribos**

$$\text{Si :} \quad V_c \leq V_{\text{diseño}} \leq 1.5 \times \text{F.R.} \times b \times d \times \sqrt{f_c}$$

$$S_{\text{máx}} = 0.5 \times d$$

$$\text{Si :} \quad V_{\text{diseño}} > 1.5 \times \text{F.R.} \times b \times d \times \sqrt{f_c}$$

$$S_{\text{máx}} = 0.25 \times d$$

En ningún caso se permitirá que  $V_u$  sea superior a :

$$2.5 \text{ F.R. } b d \sqrt{0.8 f_c}$$



### CAPITULO III

## DISEÑO DE LOSAS

#### Introducción

Los sistemas de entrepiso, normalmente se construyen de concreto colado en sitio. El análisis del comportamiento en flexión se basó en los principios de la teoría clásica de la elasticidad, especialmente en Estados Unidos, la teoría de las deflexiones pequeñas, suponiendo al material homogéneo e isotrópico, fue la base de las recomendaciones del reglamento ACI.

En 1943 Johansen presentó su teoría de las líneas de fluencia para evaluar la capacidad de las losas al colapso. Desde entonces se emprendieron investigaciones extensas sobre el comportamiento último de las losas de concreto reforzado. Los estudios de muchos investigadores, como los de Ockleston, Mansfield, Rzhanitsyn, Powell, Wood, Sawczuk, GGamble-Sozen-Siess y Park, contribuyeron en gran medida a comprender mejor el comportamiento en el estado límite de las losas y placas en la falla, así como bajo cargas de servicio.

En tanto que el planteamiento simi-elástico del reglamento (ACI) se aplica a casos y formas estándar, y por ello tiene inherente un factor de seguridad excesivamente grande con relación a la capacidad, la teoría de las líneas de fluencia es una teoría plástica que es fácil de aplicar a formas y condiciones de frontera irregulares.

Aunque la teoría de las líneas de fluencia no está reconocida por el reglamento del ACI y la usan pocos ingenieros en este país, la importancia que tiene el utilizar este método es de naturaleza práctica. Las pruebas han corroborado con mucha aproximación los resultados del análisis por este método, las cargas calculadas normalmente son menores que las que se soportan en las pruebas. Wood atribuye parte de la resistencia adicional al comportamiento de la losa como membrana. El objetivo real del calculista que use este método será asegurarse que la losa funcione satisfactoriamente a las cargas de trabajo.

Se considera que el proyecto por resistencia a la ruptura, por sí mismo no conduce a losas aceptables, la flecha y la rigidez de estas losas pueden no ser satisfactorias. Evidentemente, estas cuestiones específicas deben investigarse o limitarse estableciendo relaciones máximas longitud-peralte.

Las losas son elementos estructurales cuyas dos de sus dimensiones en planta son relativamente mayores en comparación con su peralte o espesor, las losas de concreto pueden ser macizas o aligeradas.

En el caso de losas macizas se distinguen dos tipos, losas perimetralmente apoyadas éstas se apoyan sobre muros o trabes que se apoyan a su vez sobre columnas, mientras que otras se apoyan directamente sobre las columnas, estas se conocen como losas planas, una variante de este tipo de losas es la ampliación en la zona de unión de la columna con la losa esta ampliación puede ser capitel o abaco así mismo la combinación de ellas.

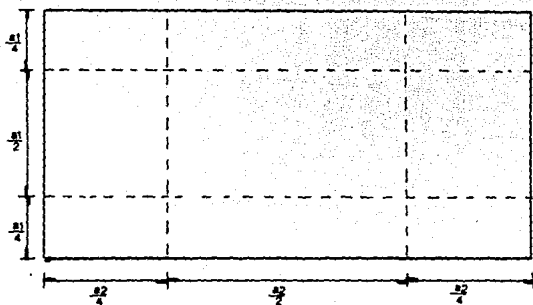
*En este capítulo se estudian losas macizas perimetralmente apoyadas sobre vigas.*

El dimensionamiento se hace por el método del Reglamento del Distrito Federal (R.C.D.F-1987), este método está basado en uno desarrollado originalmente por Sless y Newmark.

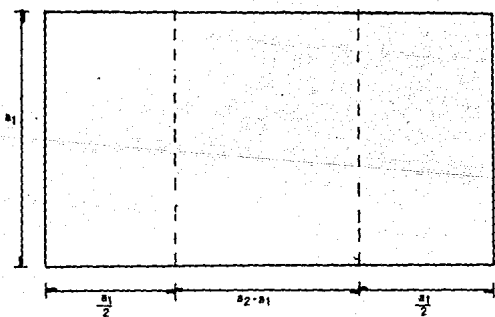
### III.A Observaciones sobre la tabla de coeficientes :

1) Las losas deben considerarse divididas en cada dirección, en dos franjas de borde y una central, la determinación de los anchos de las franjas se hace de la siguiente manera:

- Para relaciones de claro corto a claro largo mayores que 0.5, las franjas centrales tienen un ancho igual a la mitad del claro perpendicular a ellas, y cada franja extrema tiene un ancho igual a la cuarta parte del mismo.



- Para relaciones menores que 0.5 , la franja central perpendicular al lado largo tiene un ancho igual a  $a_2 - a_1$  y cada franja extrema, igual a  $a_1/2$  , donde  $a_1$  es el claro corto y  $a_2$  es el claro largo.



2) los coeficientes de la tabla corresponden a las franjas centrales, para determinar los correspondientes a las franjas extremas se multiplican por 0.6.

### III.B Disposiciones Generales (RCDF-87)

#### *Secciones críticas y franjas de refuerzo*

Para momento negativo las secciones críticas se tomarán en los bordes del tablero y para positivo en las líneas medias.

Para la colocación del refuerzo la losa se considera dividida, en cada dirección, en dos franjas extremas y una central, las franjas centrales tendrán un ancho igual a la mitad del claro perpendicular a ellas y las extremas igual a la cuarta parte del mismo.

#### *Distribución de momentos entre tableros adyacentes*

Cuando los momentos en un borde común de dos tableros adyacentes sean distintos se distribuirán, dos tercios del momento de desequilibrio entre los dos tableros si estos son monolíticos con sus apoyos o la totalidad de dicho momento si no lo son.

Para la distribución se supodrá que la rigidez del tablero es proporcional a  $d^3/a_1$ .

Donde:

d : Peralte efectivo  
a<sub>1</sub>: lado corto

**Porcentajes mínimos y separación máxima**

$p_{\min} = 0.002$  Elementos protegidos de la intemperie

$p_{\min} = 0.003$  Elementos no protegidos de la intemperie

$$S_{\max} \leq \begin{cases} 50 \text{ cm} \\ 3.5 \text{ h} \end{cases}$$

**Peralte efectivo mínimo**

$$d_{\min} = (0.034 \times \sqrt{f_s \times e}) \times \left( \frac{\text{perímetro}}{300} \right)$$

Donde :

$$f_s = 0.6 \times f_y$$

$e$  : Carga en condiciones de servicio [Kg/m<sup>2</sup>]

Perímetro :

Para el cálculo del perímetro la longitud de los lados discontinuos se incrementan en :

50% Si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella.

25% Si los apoyos de la losa son monolíticos con ella.

Peralte total

$$h = d_{\min} + \text{recubrimiento}$$

Revisión por flexión

$$p \leq P_{\max} = P_b = \frac{f_c}{f_y} \frac{4800}{8000 + f_y}$$

Revisión por cortante

$$V_{actuante} < V_c$$

Fuerza cortante actuante

$$V_u = \frac{(0.5 \times a_1 - d) \times w_u}{\left[ 1 + \left( \frac{a_1}{a_2} \right)^2 \right]}$$

$$w_u = w_s \times 1.4$$

Fuerza cortante resistente

$$V_c = 0.5 \times F.R \times b \times d \times \sqrt{f_c}$$

Cálculo de momento

$$M = w_u^2 \cdot F \cdot T \cdot 10^{-4}$$

Donde :

M : Momento actuante por unidad de ancho	[Kgm/m]
w : Carga en condiciones de servicio	[kg/m <sup>2</sup> ]
a <sub>1</sub> : Claro corto	[m]

F.I : Factor correspondiente de la Tabla 4.1  
coeficientes de momentos para tableros  
rectangulares, franjas centrales.

Cantidad de acero  $A_s$

$$A_2 = \frac{2 \times M}{F.R. \cdot b \cdot d^2}$$

$A_2 =$  variable

$$q = 1 - \frac{\sqrt{f_c (f_c - A_2)}}{f_c}$$

$$p = q \frac{f_c}{f_y}$$

$$A_s = p \cdot 100 \cdot d$$

Donde :

M : Momento actuante	[kgm/m]
d : Peralte efectivo	[cm]
$A_s$ : Area de acero requerido	[cm <sup>2</sup> /m]

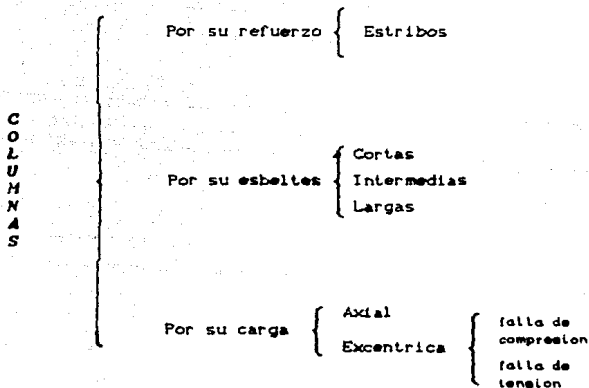
Separación de varillas

$$S = \frac{100 \times a_s}{A_s}$$

$a_s$ : Area de la varilla que se proponga	[cm <sup>2</sup> ]
$A_s$ : Area de acero requerido	

## CAPITULO IV DISEÑO DE COLUMNAS

Las columnas se clasifican de la siguiente manera :



### IV. A Columnas sujetas a carga axial

Debido a que casi siempre las estructuras son continuas, la carga axial se encuentra actuando simultáneamente con momento flexionante; por esta razón, los reglamentos recomiendan considerar siempre la existencia de excentricidades accidentales que originan momentos flexionantes, aun cuando el análisis indique que no hay dichos momentos.

Se considera que la resistencia en compresión axial de un elemento de concreto reforzado se obtiene de la contribución de tres



factores: el concreto del núcleo, el acero longitudinal y el concreto del recubrimiento. la resistencia puede estimarse utilizando la fórmula siguiente : (columnas con estribos)

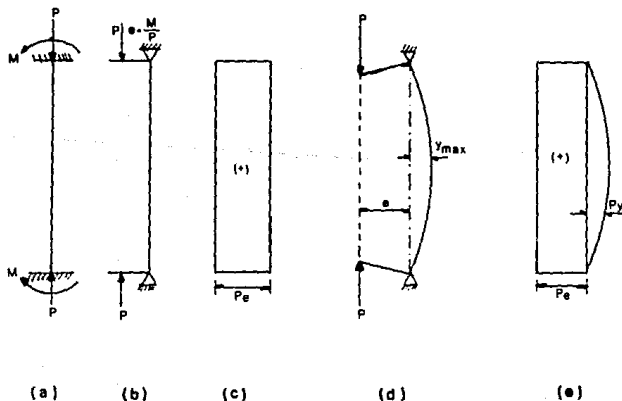
$$P_o = 0.85 \times [ f'c \times A_g + A_s \times f_y ]$$

Donde :

$P_o$ :	Carga máxima	[Kg]
$A_g$ :	Area total de concreto	[cm <sup>2</sup> ]
$A_s$ :	Area de acero	[cm <sup>2</sup> ]

#### IV.A.1 Efectos de esbeltez

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

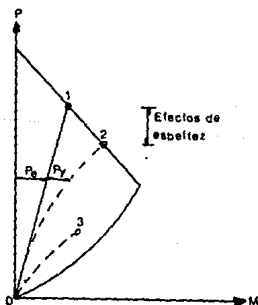


- (a) Columna articulada en sus extremos, sujeta a carga axial y momento flexionante.
- (b) Sistema equivalente
- (c) Diagrama de momentos flexionantes
- (d) Deformación ( $y$ ) de la columna al aplicar la carga  $P$  del sistema (b)
- (e) Diagrama de momentos finales

Como consecuencia de la deformación de la columna, aumenta la distancia de la línea de acción de las cargas  $P$  al eje de la columna, por lo que se incrementa la excentricidad de la carga un una cantidad ( $y$ ), por lo que el momento flexionante real en una sección cualquiera de la columna es :

$$M = P \times (e + y)$$

Como consecuencia de los momentos adicionales  $P_y$ , la resistencia del elemento se reduce respecto a la resistencia que tendría si sólo se aplicase el momento  $P_e$ , esta reducción se conoce como el efecto de esbeltez. Este se presenta en cualquiera que sea la longitud del elemento, pero es importante únicamente en elementos cuya relación longitud-peralte es grande.



En la figura se ha trazado con línea llena el diagrama de interacción de una columna corta en la que los efectos de esbeltez son despreciables, si en esta columna se incrementa la carga manteniendo la excentricidad constante, las combinaciones de P y M quedan representadas por la recta 0-1. Si en una columna esbelta la carga aumenta progresivamente en la misma forma, las combinaciones de P y M queda representadas por la curva 0-2, la diferencia en las ordenadas de los puntos de las dos líneas se debe precisamente a los momentos adicionales  $P_y$ . En la figura se ha indicado también la historia de carga de una columna sumamente esbelta que falla por inestabilidad, la falla en este caso ocurre por pandeo súbito del elemento.

#### IV.8 Columnas cortas

Relación de esbeltez :

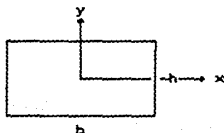
$$\frac{kl}{r}$$

Donde :

k : Factor de longitud efectiva, que depende de las restricciones en los extremos.

r : Radio de giro

l : longitud



Sección rectangular

$$\begin{cases} r_x = \frac{h}{\sqrt{12}} \\ r_y = \frac{b}{\sqrt{12}} \end{cases}$$

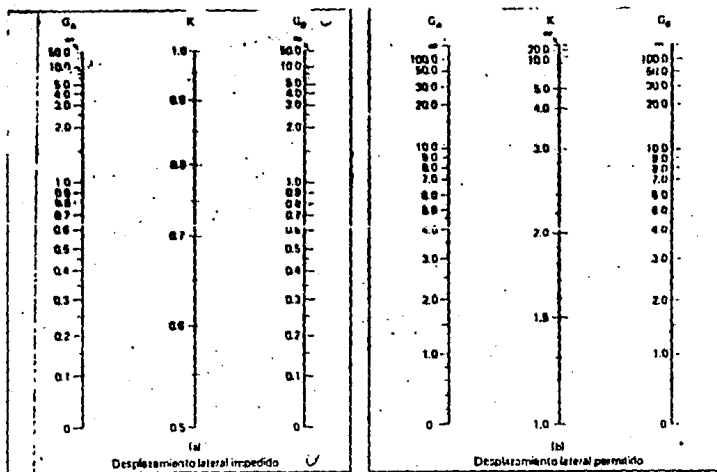
h : dimensión perpendicular al eje x  
b : dimensión perpendicular al eje y

Sección circular  $r = 0.5 \times r$   $r$  : radio de la sección

## IV.B.1 Determinación del factor k

Se puede determinar el valor real de k, a partir de los nomogramas de Jackson y Moreland

$$\psi = \frac{\sum (EI / L) \text{ Columnas}}{\sum (EI / L) \text{ Trabes}}$$



Se consideran columnas cortas según (RCDF-87) las que cumplan :

$$\text{Marcos con contravientos : } \frac{k_1 l}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2}$$

$$\text{Marcos sin contravientos : } \frac{k_1 l}{r} < 22$$

$M_1$  y  $M_2$  son los momentos en los extremos opuestos del miembro en compresión.  $M_2$  siempre es mayor que  $M_1$  y la relación  $M_1/M_2$  se toma como positiva para curvatura simple y negativa para curvatura doble, si  $M_1=M_2=0$  el cociente  $M_1/M_2$  se tomará igual a 1.

La excentricidad de diseño no será menor que  $0.05 h \geq 2$  cm, donde  $h$  es la dimensión de la sección en la dirección en que se considera la flexión.

#### IV.C Columnas largas

Para el diseño de este tipo de columnas se utiliza el método de amplificación de momentos :

$$M_c = F_{ab} M_{2b} + F_{aa} M_{2a}$$

Las cargas laterales tienden a incrementar los momentos más que las cargas de gravedad. Para tomar en cuenta la diferencia entre las cargas laterales y las gravitacionales, el factor de amplificación  $F_a$  se divide en dos componentes,  $F_{ab}$  y  $F_{aa}$ , en donde  $F_{ab}$  es el factor de amplificación del momento  $M_{2b}$  que se produce por las cargas gravitacionales. El momento  $M_{2b}$  se define como el mayor de los momentos factorizados en el extremo de una columna producido por las cargas que no ocasionan un desplazamiento lateral apreciable, esto es, únicamente momentos por cargas gravitacionales.  $F_{aa}$  es el factor de amplificación que se aplica al mayor momento  $M_{2a}$  de extremo, que producen cargas que ocasionan un desplazamiento lateral apreciable, como por ejemplo los momentos que originan las cargas de sismo.

Los factores de amplificación  $F_{ab}$  y  $F_{as}$  de momento dependen de la esbeltez del miembro, de la rigidez del marco completo, de las restricciones o de los momentos aplicados en los extremos y del diseño de la sección transversal, de modo que :

$$F_{ab} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_c}} \geq 1$$

$$F_{as} = 1 + \frac{W_u/h}{R/Q - 1.2 W_u/h} \quad \text{o} \quad F_{as} = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\sum P_c}} \geq 1$$

$$C_m = 0.8 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4 \quad M_1 < M_2$$

La anterior sirve para elementos sin posibilidad de desplazamiento lateral relativo. Para elementos con desplazamiento lateral  $C_m = 1$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(Kl/r)^2} \quad EI = 0.4 \frac{E_c I_g}{1 + u}$$

$u$  : Relación entre el máximo momento de diseño por carga muerta y el máximo momento de diseño total  $u \leq 1$ .

$W_u$  : Suma de las cargas de diseño, muertas y vivas (cargas especificadas en el título VI del reglamento multiplicadas por el factor de carga correspondiente), acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado.

$R$  : Rigidez de entrepiso, definida como la fuerza cortante en ese entrepiso dividida entre el desplazamiento relativo de los niveles que lo limitan, provocado por la fuerza cortante mencionada (suma de rigideces de entrepiso de todos los marcos de la estructura en la dirección analizada).

Q : Cantidad adimensional definida en las Normas T.C. para diseño por sismo. Cuando los desplazamientos laterales sean debidos a acciones distintas del sismo, se tomará  $Q=1$

h : Altura de entrepiso, entre ejes

*Los momentos flexionantes en las trabes que restringen a las columnas también deben incrementarse, ya que no sería posible que las columnas resistan el momento amplificado, si las trabes no pueden resistirlo también. El incremento en las trabes que concurren en un nudo dado, debe ser igual al incremento de momentos en las columnas que concurren en el mismo nudo.*

## Diseño

### IV.D Columnas sujetas a compresión y flexión biaxial

#### Método de Bresler :

Se han hecho varias sugerencias sobre métodos basados en aproximaciones para el perfil de la superficie de interacción de la que pueden calcularse las resistencias a flexión biaxial, conocidas las resistencias uniaxiales. Bresler encontró que la carga última predicha por la ecuación A concuerda excelentemente con las cargas últimas dadas por la teoría y por los resultados de pruebas, en que la desviación máxima de los resultados de prueba encontrados es de 9.4%. Una expresión tomada del código ruso, deducida por Bresler para la resistencia de una columna cargada biaxialmente es :

$$\frac{1}{P_r} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_o} \dots\dots A$$

Donde :

$P_r$  : Carga de compresión resistente

$P_x$  : La resistencia de la columna si sólo existiera excentricidad en la dirección x

$P_y$  : La resistencia de la columna si sólo existiera excentricidad en la dirección y

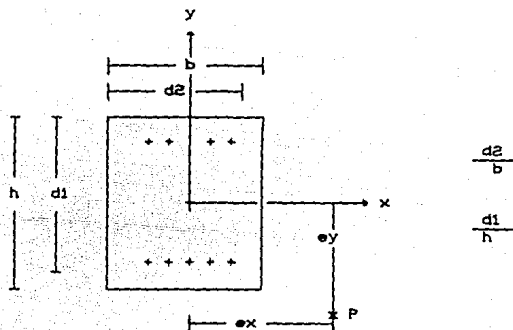
$P_o$  : La resistencia a carga axial sin excentricidades

**Secuencia de cálculo**

- 1) Se conocen los elementos mecánicos actuantes de diseño ( $P$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ )
- 2) Se calculan las excentricidades  $e_x$  y  $e_y$

$$e_x = \frac{M_x}{P} \qquad e_y = \frac{M_y}{P}$$

- 3) Se calcula el diagrama de iteración correspondiente a cada una de las direcciones  $x$  e  $y$ , ya que el diagrama varía de acuerdo a la relación  $d_2/b$ ,  $d_1/h$



sección supuesta

Con la excentricidad se obtiene la carga  $P_x$  y  $P_y$  del diagrama de iteración correspondiente.

- 4) Se determina  $P_o$

$$P_o = 0.85 f'c A_g + A_s f_y$$



5) Se sustituyen los valores de  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_o$  en :

$$P_r = \frac{P_x P_y P_o}{P_x P_o + P_y P_o - P_x P_y}$$

este valor se compara con  $P$ , se debe cumplir  $P_r \geq P$

#### IV.E Columnas sujetas a compresión y flexión uniaxial

En este trabajo para el diseño se consideran conocidos los elementos mecánicos últimos de diseño por lo que la solución estará enfocada a proponer un armado con el cual se obtendrá su diagrama de interacción y se revisará que los elementos últimos de diseño estén dentro de éste, ya que como sabemos el diagrama de interacción es la representación gráfica del lugar geométrico de las combinaciones de carga axial y momento flexionante que hacen que un elemento alcance su resistencia.

#### IV.F Disposiciones generales (RCDF-87)

##### -Geometría

$$\frac{b}{h} \leq 4 \quad h > b \quad b \geq 20 \text{ cm}$$

##### -Refuerzo mínimo y máximo

$$P_{\min} = \frac{20}{f_y} \quad P_{\max} = 0.08$$

$$\frac{20}{f_y} \leq \frac{A_s}{A_g} \leq 0.08$$

$A_s$  = área de acero

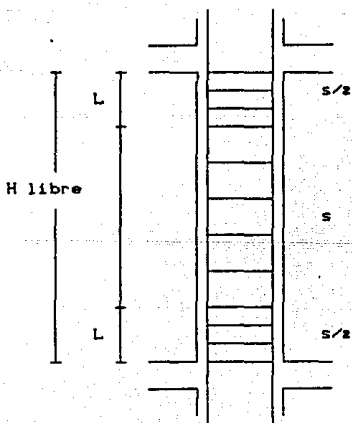
$A_g$  = área gruesa (área sección transversal)

El número mínimo de barras será seis en columnas circulares y cuatro en rectangulares.

**Requisitos para el refuerzo transversal**

$$S_{\text{máx}} \leq \begin{cases} \frac{850}{\sqrt{f_y}} \phi_v & \phi_v : \text{Diámetro de la barra mayor.} \\ 48 \phi_{v\text{Est}} & \phi_{v\text{Est}} : \text{Diámetro del estribo} \\ b/2 & b : \text{Dimensión mayor} \end{cases}$$

$$L \geq \begin{cases} h & h : \text{Dimensión menor} \\ H \text{ libre} / 6 \\ 60 \text{ cm} \end{cases}$$



## CAPITULO V

### DISENO DE ZAPATAS AISLADAS

#### V. A Introducción

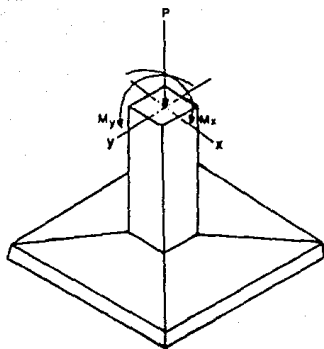
Resultan una solución adecuada para soportar cargas concentradas sobre materiales poco compresibles y hasta cierto punto estables, como los mantos rocosos de origen volcánico, los sedimentarios, conocidos por lo regular con el nombre de tepetates y aun los suelos arenosos compactos, debidamente confinados. Cuando se tienen momentos flexionantes importantes la zapata aislada no es un elemento eficiente para transmitirlos al suelo, además esto implica aumentos importantes en el tamaño de la zapata lo cual las hace ineficientes. En estas situaciones es conveniente ligar las zapatas con una contratrabe que tome los momentos flexionantes.

En general la práctica recomienda por lo menos 60cm de profundidad de desplante en el estrato sobre el cual se apoyan.

Las zapatas consisten de losas rectangulares o cuadradas, que pueden tener un espesor constante o que se reduce en la punta del voladizo. Se refuerzan en las dos direcciones y son económicas para cargas relativamente pequeñas o para cimentaciones sobre roca.

#### V. B CASO GENERAL

Se consideran fuerzas actuantes en ambos sentidos, es decir carga axial, momento flexionante actuando en dirección x y en dirección y.



#### V.C Tipos de zapatas

- Zapata aislada
- Zapata central
- Zapata de esquina

#### V.D Secuencia de cálculo :

- 1) dimensionar la base de la zapata por esfuerzos permisibles en el suelo.
- 2) Se calcula el cortante último actuante para compararlo con el resistente.
- 3) Se calcula el momento último actuante.
- 4) Se propone el peralte, que se revisará :
  - por cortante (penetración)
  - por flexión
- 5) Se calcula el área de acero necesaria
- 6) Se calcula la separación

### V.E Dimensionamiento de la base de la zapata por esfuerzos permisibles

Cuando existen cargas excéntricas o momentos producidos por cualquier combinación de cargas, la presión extrema del suelo que resulta de estas condiciones de carga deben encontrarse dentro del valor permisible de la capacidad del suelo.

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} \leq q_a$$

condiciones estáticas

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M_x}{S_x} + \frac{M_y}{S_y} \leq q_a \times 1.3$$

condiciones sísmicas

Recuérdese que tanto en la carga axial como en los momentos flexionantes deben estar incluidas todas las cargas actuantes, es decir debe considerarse peso propio, relleno y para el caso de momento flexionante todas las excentricidades que provoquen momentos flexionantes. Con estas condiciones de carga se determina el tamaño de la base de la zapata.

Una vez que queda determinado el dimensionamiento de la base de la zapata por esfuerzos permisibles en el suelo, se procede a determinar el peralte, la cantidad de acero en ambos sentidos y su distribución, aplicando los principios de diseño por cortante (penetración) y por flexión respectivamente, para este fin se utilizan valores últimos factorizados.

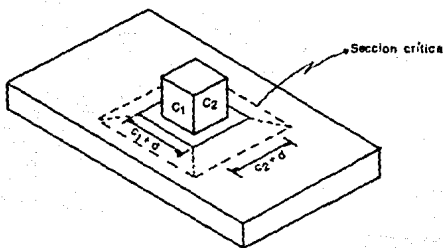
La revisión y diseño se hará con la condición de carga que resulte más desfavorable, es decir si cualquiera de las combinaciones sísmicas más desfavorable es menor que 1.3 de la condición estática, se diseñara con la condición estática ó bien si la combinación sísmica es mayor entonces se hará con ésta.

El espesor mínimo de borde de una zapata será de 15 cm; las zapatas con refuerzo en una dirección y las zapatas cuadradas

reforzadas en dos direcciones llevarán su refuerzo espaciado uniformemente.

En zapatas rectangulares con flexión en dos direcciones, el refuerzo paralelo al lado mayor se distribuirá uniformemente; el paralelo al lado menor se distribuirá en tres franjas : franja central de ancho  $a_1$ , una cantidad de refuerzo igual a la totalidad que debe colocarse en esa dirección, multiplicada por  $2a_1/(a_1 + a_2)$ , donde  $a_1$  y  $a_2$  son, respectivamente, los lados corto y largo de la zapata. El resto del refuerzo se distribuirá uniformemente en las dos franjas extremas.

La sección crítica para diseño por tensión diagonal se localiza a medio peralte del paño de columna ó dado.



#### V.F Revisión del peralte por cortante (penetración)

$$p_u = \frac{F_c \times P}{A'}$$

Donde :

$$A' = (B2 - 2ex)(B1 - 2ey)$$

$$e_x = \frac{F_c M_x}{N_u}$$

$$e_y = \frac{F_c M_y}{N_u}$$

$$N_u = (P + P_o P_o + \dots) F_c$$

$$A_p = [2 \times (C_1 + d) + 2 \times (C_2 + d)] \times d$$

El esfuerzo cortante total actuante en la sección crítica es:

$$v_T = v_u + \alpha M_u \frac{C_{AB}}{J_c}$$

$$v_u = \frac{V_u}{A_p}$$

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.07 [(C_1 + d)/(C_2 + d)]^{1/2}}$$

$$J_c = \frac{d b_1^3}{6} + \frac{b_1 d^3}{6} + \frac{d b_2 b_1^2}{2}$$

Según el RCDF-87 el esfuerzo cortante resistente vale :

$$v_R = F_R \sqrt{f'c}$$

## V.G Revisión del peralte por flexión

$$d \leq \sqrt{\frac{Mu}{k' b}}$$

$$Mu = Pu \times B1 \times \frac{(B2/2)^2}{2}$$

$$K = 0.5 f_c j k$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n f_c}}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$As = \frac{Mu}{F_a j d f_y}$$

$$S = \frac{B a_s}{As}$$



## CAPITULO VI PROGRAMAS DE COMPUTADORA Y EJEMPLOS

### TRABES

Este programa es muy fácil de usar ya que la estructura de éste permite hacer la lectura de los datos muy sencilla, los resultados también son bastante claros.

### LOSAS

Para el uso de este programa se recomienda primero numerar los tableros y dimensionarlos, para hacer más fácil la lectura de datos que hay que proporcionar, ejemplo :

<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">2</div> 1    I        3 1	<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">2</div> II	<div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">2</div> 3 1    III    3	L1
4	4	4	
2	2	2	
1    IV        3 1	V	3 1    VI    3	L2
4	4	4	
2	2	2	
1    VII        3 1	VIII	3 1    IX    3	L3
4	4	4	
2	2	2	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 0;"> <span style="border-top: 1px solid black; width: 33%;"></span> <span style="border-top: 1px solid black; width: 33%;"></span> <span style="border-top: 1px solid black; width: 33%;"></span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <span>L4</span> <span>L5</span> <span>L6</span> </div>			

Los números romanos corresponden a la numeración a la que hace referencia el párrafo anterior, ésta no necesariamente tiene que ser en este orden; la otra numeración corresponde a los lados de cada

tablero y si tiene que ser en este orden ya que el programa pregunta por los lados de continuidad entre uno y otro tablero, para el ejemplo el tablero I tiene continuidad con los tableros II y IV, el programa pregunta:

*el tablero I tiene continuidad con el tablero II en los lados :  
3 con 1 y 4 con 2*

Aunque el programa pregunta por estas dos últimas opciones, sólo a una debe contestarse afirmativo en el ejemplo el tablero I tiene continuidad con el tablero II en los lados 3 con 1 y el tablero I tiene continuidad con el tablero IV en los lados 4 con 2.

El programa proporciona los resultados para cada tablero en base a la numeración de los lados, los lados 5 y 6 corresponden al momento positivo en sentido del claro corto y largo respectivamente.

#### TIPOS DE TABLEROS

Aunque como sabemos las normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones para el D.F define 5 diferentes tipos de tableros el programa maneja 19 estos se definen de la siguiente manera:

- 1.- Tablero interior claro corto horizontal
- 2.- Tablero de borde un lado corto horizontal discontinuo superior
- 3.- Tablero de borde un lado largo discontinuo vertical izquierdo
- 4.- Tablero aislado
- 5.- Tablero de esquina superior izquierdo claro corto horizontal
- 6.- Tablero de esquina superior derecho claro corto horizontal
- 7.- Tablero de esquina inferior izquierdo claro corto horizontal
- 8.- Tablero de esquina inferior derecho claro corto horizontal
- 9.- Tablero de borde un lado largo discontinuo vertical derecho
- 10.- Tablero de borde un lado corto horizontal discontinuo

- inferior
- 11.- Tablero de borde un lado largo horizontal discontinuo superior
  - 12.- Tablero de borde un lado corto vertical discontinuo izquierdo
  - 13.- Tablero de borde un lado corto vertical discontinuo derecho
  - 14.- Tablero de borde un lado largo horizontal discontinuo inferior
  - 15.- Tablero interior claro corto vertical
  - 16.- Tablero de esquina superior izquierdo claro largo horizontal
  - 17.- Tablero de esquina superior derecho claro largo horizontal
  - 18.- Tablero de esquina inferior izquierdo claro largo horizontal
  - 19.- Tablero de esquina inferior derecho claro largo horizontal

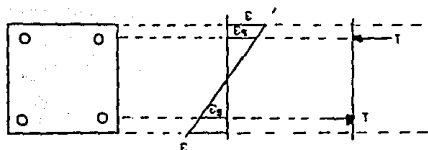
## TIPOS DE TABLEROS

5	2	6
3	1	9
7	10	8

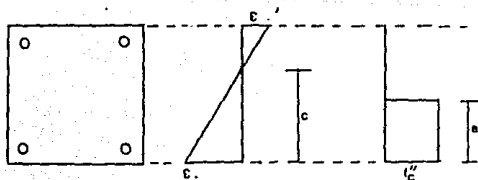
16	11	17
12	15	13
18	14	10

## COLUMNAS

El cálculo del diagrama de interacción de la columna se determina en base a la resistencia de su sección transversal, de manera que se consideran deformaciones planas a lo largo de la sección de la columna.

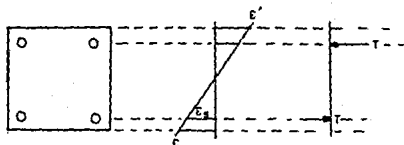


Para el cálculo de la fuerza a compresión resistente del concreto consideramos un bloque de esfuerzos de profundidad  $a$  por el espesor  $f''c$ , la resistencia a tensión se desprecia.

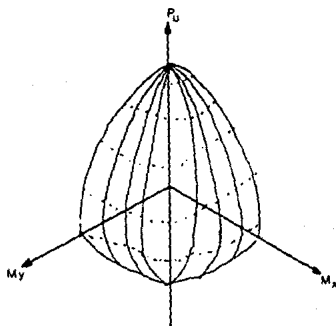
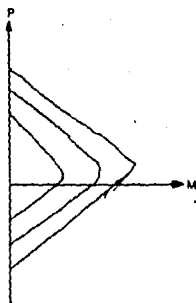


El acero a compresión y a tensión se considera en base a su

módulo de elasticidad teniendo como límite el esfuerzo de fluencia.



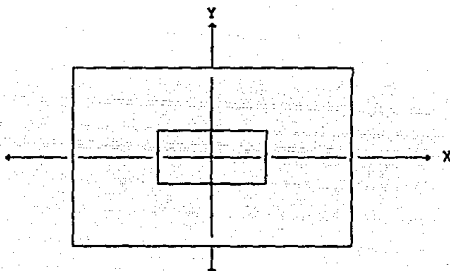
los diagramas de interacción para las columnas son las representaciones gráficas de la relación de la carga axial y del momento máximo resistente. Para el concreto reforzado se puede también representar con diferentes proporciones de refuerzo, usualmente se representa por diferentes cuantías de acero. Estos diagramas también pueden ser utilizados en tres dimensiones.



## ZAPATAS

El programa maneja efectos bidireccionales, por lo que toma las fuerzas actuantes de la siguiente manera: 100% fuerzas en X y 30% en la dirección Y. De manera que si se diseña una zapata con fuerzas sólo en una dirección los datos deben darse para las correspondientes a X.

Ejes



Esta aclaración de los ejes es necesaria ya que en base a estos el programa considera las dimensiones de la base de la zapata, por otro lado cuando se trata de zapatas de colindancia las excentricidades a las que se hacen referencia están referidas a estos.

El programa primero calcula los esfuerzos sobre el terreno, los cuales deben de ser menores o iguales a los permisibles (dimensionamiento de la base de la zapata), mientras no ocurra esto no se podrá continuar con el diseño.

Una vez dimensionada la base se procede al diseño, se hace la revisión por penetración del peralte posteriormente se calcula la cantidad de acero necesaria en ambas direcciones.

```

50 CLEAR : CLS
52 PRINT *
54 PRINT *
56 PRINT *
60 PRINT : PRINT : PRINT *
70 PRINT *
80 PRINT *
90 PRINT : PRINT : PRINT
100 INPUT * f'c (kg/cm2): *; F1: PRINT : INPUT * fy (kg/cm2): *; F4
102 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
104 INPUT *
106 IF NS40 = "N" THEN 50
108 F2 = .8 * F1: IF F2 > 250 THEN 120
110 F3 = .85 * F2: GOTO 130
120 F3 = 1.05 * (F2 / 1250)
130 F5 = F3 / F4: Q1 = .75 * (4800 / (6000 + F4)): Q2 = ((.7 * SQRT(F1)) / F3)
140 CLS : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
142 PRINT * 1 DISEÑO*: PRINT : PRINT : PRINT * 2 REVISIÓN *
144 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
146 INPUT *
148 IF T0 = 2 THEN 1045
100 PRINT
190 CLS : PRINT *
200 PRINT *
210 PRINT *
215 PRINT : PRINT
220 INPUT * CORTANTE Wu (TON) = *; V1
225 DIM M1(5), Q3(10), A1(10): PRINT
230 PRINT : INPUT * MOMENTO NEGATIVO Wu (Tm) = *; M1(1)
240 PRINT : INPUT * MOMENTO POSITIVO Wu (Tm) = *; M1(2): PRINT
250 PRINT : INPUT * SIMPLE (SA) O DOBLEMENTE (DA) APUNDA *; Z0
254 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
256 INPUT *
258 IF NS40 = "N" THEN 190
260 IF Z0 = "DA" THEN 263
262 CLS : PRINT *
263 PRINT *
270 PRINT *
275 PRINT *
280 PRINT : INPUT * b (cm) = *; B1: PRINT : INPUT * d (cm) = *; D1
284 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
286 INPUT *
288 IF NS40 = "N" THEN 263
290 I = 1
295 IF M1(1) = 0 THEN 390
300 A1(I) = ((2 * M1(1) * 1000000) / (.9 * B1 * D1 ^ 2)): IF F3 < A1(I) THEN 305 ELSE 307
305 Q3(I) = Q1: GOTO 590
307 Q3(I) = 1 - (SQRT(F3 * (F3 - A1(I))) / F3)
310 IF Q3(I) < Q1 THEN Q3(I) = Q1 ELSE 330
320 GOTO 590
330 IF Q3(I) < Q2 THEN 340 ELSE 380
340 IF I = 2 THEN Q3(I) = Q2 ELSE 360
350 GOTO 360
360 CLS : PRINT *

```

\*\* REDUCIR SECCION \*\*: A2 = INT((1 - (Q3(I) / Q2)) \* 100)

```

370 PRINT : PRINT : PRINT *** q ESTA POR SEBAJO DE q min UN *; A2; * Z; GOTO 263
380 P1(I) = Q3(I) * F5; A3(I) = P1(I) * B1 * D1
390 IF I = 2 THEN 1000 ELSE 400
400 I = I + 1; GOTO 295
590 IF Z0 = "14" THEN 700
600 CLS : PRINT "-----"
610 PRINT * CON ESTA SECCION *; B1; * *; D1; * NO ES POSIBLE SIMPLEMENTE APUNDA *
620 PRINT "-----"
625 PRINT : PRINT
630 PRINT : PRINT : PRINT *1 = CAMBIAR SECCION*; PRINT : PRINT *2 = SECCION DOBLEMENTE APUNDA *
635 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
640 PRINT : PRINT : INPUT * O P C I O N *; X; ON X GOTO 265, 700
700 IF I = 1 THEN J = 1 ELSE J = 3
710 M2(J) = (.9 * Q3(I) * F3 * (1 - .5 * Q3(I)) * B1 * D1 ^ 2) / .9
720 M3(J) = (M1(I) / .9) * 100000!
730 M3(J + 1) = M3(J) - M2(J)
740 A4(J) = Q3(I) * F5 * B1 * D1
750 A4(J + 1) = M3(J + 1) * (F4 * (5) - 5); AT(J) = A4(J) + A4(J + 1); PRINT "AT("; J; ")="; AT(J)
760 IF I = 2 THEN 1000 ELSE 770
770 I = I + 1; GOTO 300
1000 I = 1
1005 PRINT "I="; I
1010 IF I = 1 THEN J = 1 ELSE 1070
1020 IF AT(J) = 0 THEN 1490 ELSE 1030
1030 CLS : PRINT *PARA MOMENTO NEGATIVO SE REQUIERE DOBLEMENTE APUNDA *
1040 PRINT : PRINT *PRINT "SECCION", " ACERO", " ACERO"
1042 PRINT * DE", " DE"
1044 PRINT * TENSION", "COMPRESION"
1050 PRINT : PRINT B1; "x"; D1, AT(J), A4(J + 1)
1060 I = I + 1; GOTO 1010
1070 J = 3
1080 IF AT(J) = 0 THEN 1540 ELSE 1090
1090 PRINT : PRINT : PRINT *PARA MOMENTO POSITIVO SE REQUIERE DOBLEMENTE APUNDA *
1100 PRINT : PRINT : PRINT *SECCION", " ACERO", " ACERO"
1102 PRINT * DE", " DE"
1104 PRINT * TENSION", "COMPRESION"
1110 PRINT : PRINT B1; "x"; D1, AT(J), A4(J + 1)
1120 GOTO 1562
1490 IF M1(I) = 0 THEN 1060
1500 CLS : PRINT *PARA MOMENTO NEGATIVO SECCION SIMPLEMENTE APUNDA *
1510 PRINT : PRINT : PRINT * SECCION", " ACERO"
1520 PRINT : PRINT B1; "x"; D1, A3(I)
1530 GOTO 1060
1540 PRINT : PRINT : PRINT *PARA MOMENTO POSITIVO SECCION SIMPLEMENTE APUNDA *
1550 PRINT : PRINT * SECCION", " ACERO"
1560 PRINT : PRINT B1; "x"; D1, A3(I)
1562 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
1564 INPUT *QUIERES PROBAR OTRA SECCION (P) O CONTINUAS (C) *; A00
1566 IF A00 = "P" THEN CLS ELSE 1570
1568 GOTO 263
1570 CLS : PRINT *
1575 PRINT *
1576 PRINT *
1577 PRINT *
1578 PRINT *
1579 PRINT *
1580 PRINT *
1581 PRINT *
1582 PRINT *
1583 PRINT *
1584 PRINT *
1585 PRINT *
1586 PRINT *
1587 PRINT *
1588 PRINT *
1589 PRINT *
1590 PRINT *
1591 PRINT *
1592 PRINT *
1593 PRINT *
1594 PRINT *
1595 PRINT *
1596 PRINT *
1597 PRINT *
1598 PRINT *
1599 PRINT *
1600 V2 = (.4 * SQRT(.8 * F1) * B1 * D1) / 1000

```



```

1610 V3 = (V1 - V2) * 1000
1620 PRINT : PRINT : PRINT : INPUT * fyE (kg/cm2) = *; F6
1625 IF X2# = "N" THEN 1640
1630 PRINT : INPUT * ESTRIBOS DEL 8 *; E1; PRINT : INPUT * # DE RAMAS = *; N1
1634 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
1636 INPUT *                SON CORRECTOS S/N *; MS4#
1638 IF MS4# = "N" THEN 1570
1640 E2 = (.0791732 * (E1) ^ 2) * N1
1650 S1 = (.8 * E2 * F6 * D1) / V3
1660 S2 = .5 * D1
1670 IF V1 < V2 THEN S1 = S2 ELSE 1690
1680 GOTO 1720
1690 IF V1 > ((1.2 * B1 * D1 * SQRT(F2)) / 1000) THEN S2 = .25 * D1 ELSE 1710
1700 GOTO 1720
1710 IF S1 > S2 THEN S1 = S2 ELSE 1720
1720 CLS : PRINT * PARA EL CORTANTE VU = *; V1; * ITON#
1730 PRINT : PRINT * CON ESTRIBOS DE fyE = *; F6; * (kg/cm2) *
1740 PRINT : PRINT * Y VARILLAS DEL 8 *; E1; * DE *; N1; * RAMAS *
1750 PRINT : PRINT : PRINT * LA SEPARACION DE ESTRIBOS ES *; S1; * cm *
1760 PRINT : PRINT : INPUT * QUIERES CAMBIAR fyE S/N *; X1#
1770 PRINT : INPUT * QUIERES CAMBIAR DE VARILLA S/N *; X2#
1780 IF X1# = "S" THEN CLS ELSE 1790
1785 GOTO 1620
1790 IF X2# = "S" THEN CLS ELSE 1795
1793 GOTO 1630
1795 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
1800 PRINT : PRINT : INPUT *                NUEVO DISEÑO S/N *; X3#
1810 IF X3# = "S" THEN 50 ELSE END
1845 CLS : PRINT *                CALCULO DE ELEMENTOS RESISTENTES *
1846 PRINT *                ----- *
1850 PRINT : PRINT : INPUT * AREA DE ACERO EN TENSION (cm2) = *; A5
1852 PRINT : INPUT * AREA DE ACERO EN COMPRESION (cm2) = *; A6
1854 PRINT : INPUT * fyE (kg/cm2) = *; F8; PRINT : INPUT * ESTRIBOS DEL 8 *; A9
1856 PRINT : INPUT * # DE RAMAS = *; N1; PRINT : INPUT * SEPARACION (cm) = *; S1
1858 PRINT : INPUT * ANGULO DE INCLINACION (grados) = *; A10
1860 PRINT : PRINT : PRINT
1862 INPUT *                SON CORRECTOS S/N *; MS4#
1864 IF MS4# = "N" THEN 1845
1865 CLS : PRINT : PRINT *                SECCION b x d; PRINT
1870 PRINT : INPUT * b (cm) = *; B1; PRINT : INPUT * d (cm) = *; D1; PRINT : INPUT * d' (cm) = *; D2
1872 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
1874 INPUT *                SON CORRECTOS S/N *; MS4#
1876 IF MS4# = "N" THEN 1845
1880 A7 = ((A5 - A6) * F4) / (FJ * B1)
1890 M4 = .9 * ((A5 - A6) * F4 * (D1 - .5 * A7) + A6 * F4 * (S1 - D2))
1892 V2 = .4 * SQRT(F1) * B1 * D1
1894 A11 = ((.0791732 * (A9) ^ 2) * N1) * .9 * F8 * D1 * (SIN(A10) + COS(A10)) / S1
1896 V4 = (V2 + A11) / 1000
1900 CLS : PRINT * ELEMENTOS MECANICOS RESISTENTES *
1910 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT * SECCION *; B1; * *; D1
1920 PRINT : PRINT : PRINT * MOMENTO RESISTENTE M = *; M4 * .00001; * (Tm) *
1922 PRINT : PRINT * CORTANTE RESISTENTE Vr = *; V4; * (TON) *
1924 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
1930 INPUT *                OTRA REVISION S/N *; A8#
1935 IF A8# = "S" THEN 1345 ELSE END

```

## Ejemplo 2

Se tiene una viga con una carga de 8.55 T/m determinar la cantidad de acero que se requiere si se tiene que respetar la sección de 25 x 60 ,  $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$  ,  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ .

Los elementos mecánicos de diseño son:

$$M_{(-)} = 53.87 \text{ Tm}$$

$$M_{(+)} = 30.3 \text{ Tm}$$

$$V = 44.88 \text{ Ton}$$

-Para  $M = 53.87 \text{ Tm}$  sea  $d = 54 \text{ cm}$

$$P_{\max} = 0.7 P_b = 0.7 \cdot 0.01632 = .012$$

Momento nominal actuante  $M_n = 59.87 \text{ Tm}$

Momento nominal resistente con  $P_{\max}$   $M_n = 29.7 \text{ Tm}$

El momento nominal negativo actuante es mayor que el momento nominal resistente por lo que es necesario diseñar la viga como doblemente armada.

$$A_{s1} = P_{\max} b d = 0.012 \times 25 \times 54 = 16.2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_{uz}}{f_y (d - d')}$$

$$M_{uz} = 59.87 - 29.7 = 30.17 \text{ Tm}$$

$$A_{s2} = A_{s'} = \frac{30.17 \times 10^6}{4000 (54 - 4)} = 15.09 \text{ cm}^2$$

Acero de tensión  $A_s = 15.09 + 16.2 = 31.29 \text{ cm}^2$

Acero de compresión  $A_{s'} = 15.09 \text{ cm}^2$

-Para momento positivo  $M=25.1 \text{ Tm}$

Se puede considerar simplemente armada con  $\rho_{\text{max}} = 0.012$  el momento nominal resistente es  $29.7 \text{ Tm}$ , sección simplemente armada  $A_s = 16.2 \text{ cm}^2$

Cortante

$$V = 44.88 \text{ Ton}$$

$$V_{cr} = 0.5 \times 0.8 \times \sqrt{0.8 \times 200} \times 25 \times 54 = 6.83 \text{ Ton}$$

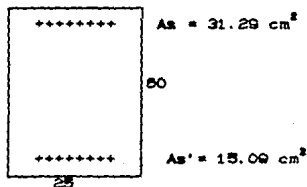
$$V' = 44.88 - 6.83 = 38.05 \text{ Ton}$$

$$S = 34500 \text{ av} / 38050$$

Con varillas del número 4  $S = 11.5 \text{ cm}$

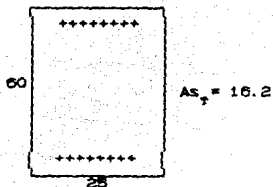
Finalmente queda :

$$M_{\rightarrow} = 53.87 \text{ Tm}$$



Sección doblemente  
armada

$$M_{\rightarrow} = 25.1 \text{ Tm}$$



Sección simplemente  
armada

\*\*\*\*\*  
 DISEÑO DE TRABES  
 \*\*\*\*\*

-----  
 DATOS GENERALES  
 -----

$f'c$  [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 200  
 $f_y$  [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 4000

SON CORRECTOS S/N ? S

- 1 DISEÑO  
 2 REVISIÓN

OPCIÓN ? 1

-----  
 ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO  
 -----

CORTANTE  $V_u$  [TON] = ? 44.88  
 MOMENTO NEGATIVO  $M_u$  [Tm] = ? 53.87  
 MOMENTO POSITIVO  $M_u$  [Tm] = ? 30.3  
 SIMPLE (SA) O DOBLEMENTE (DA) ARMADA ? SA

SON CORRECTOS S/N ? S

-----  
 SECCION b x d  
 -----

b [cm] = ? 25  
 d [cm] = ? 54

S O N C O R R E C T O S S / N ? S

-----  
 CON ESTA SECCION 25 x 54 NO ES POSIBLE SIMPLEMENTE ARMADA  
 -----

- 1 = CAMBIAR SECCION  
 2 = SECCION DOBLEMENTE ARMADA

O P C I O N ? 2

PARA MOMENTO NEGATIVO SE REQUIERE DOBLEMENTE ARMADA

SECCION	ACERO DE TENSION	ACERO DE COMPRESION
25 x 54	32.13025	15.60625

PARA MOMENTO POSITIVO SE REQUIERE DOBLEMENTE ARMADA

SECCION	ACERO
25 x 54	16.33127

QUIERES PROBAR OTRA SECCION (P) O CONTINUAS (C) ? C

-----  
C O R T A N T E  
-----

fyE [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 4000

ESTRIBOS DEL # ? 4

# DE RAMAS = ? 2

S O N   C O R R E C T O S   S / N ? S

PARA EL CORTANTE Vu = 44.88 [TON]

CON ESTRIBOS DE fyE = 4000 [Kg/cm<sup>2</sup>]

Y VARILLAS DEL # 4 DE 2 RAMAS

LA SEPARACION DE ESTRIBOS ES 11.50597 cm

QUIERES CAMBIAR fyE S/N ? N

QUIERES CAMBIAR DE VARILLA S/N ? N

N U E V O   D I S E N O   S / N ? N

```

1990 CLEAR : CLS
2000 PRINT "
2010 PRINT "
2020 PRINT "
2030 PRINT : PRINT : PRINT
2040 INPUT " ry (kg/cm2) *": F1
2050 PRINT : INPUT " f'c (kg/cm2) *": F2
2060 PRINT : INPUT " CARGA DE SERVICIO (kg/m2) w=": M1
2070 PRINT : INPUT " NUMERO DE TABLEROS": N
2072 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
2074 INPUT " S O N C O R R E C T O S S/N": M20
2076 IF M20 = "N" THEN 1990
2077 F3 = .8 * F2: IF F3 > 250 THEN 2079
2078 F4 = .85 * F3: GOTO 2080
2079 F4 = 1.05 * (F3 / 1250)
2080 DIM T(N), R(N), L(N), L1(N), P1(N), D1(N), D3(N), V1(N)
2081 DIM FAC(5, 45), K(N), JL(N, 6)
2082 DIM LD(N, 6), MJ(N, 6), CT(N), TC(N, 4), RIG(N), NDM(N, 4)
2084 DIM MUMI(N, 4), NUJ(N, 4)
2085 DIM SOT(N), SOTI(N), PA(N, 6), SEP(N, 6), NUJ(N, 6), ORV(N, 6)
2086 DIM ASL(N, 6), QJ(N)
2090 I = 1
2095 CLS : PRINT " **** L E C T U R A D E T A B L E R O S ****"
2100 PRINT : PRINT : PRINT "EL TABLERO *": I
2200 PRINT : INPUT "ES TIPO": T(I)
2210 PRINT : INPUT "CLARO CORTO (cm) a1=": L0(I)
2220 PRINT : INPUT "CLARO LARGO (cm) a2=": L1(I)
2222 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
2224 INPUT " S O N C O R R E C T O S S/N": M50
2226 IF M50 = "N" THEN 2095
2230 R(I) = L0(I) / L1(I)
2234 I = I + 1
2240 IF I > N THEN 2250 ELSE 2095
2250 FOR I = 1 TO N
2260 IF T(I) = 1 OR T(I) = 15 THEN P1(I) = 2 * L0(I) + 2 * L1(I)
2270 IF T(I) = 2 OR T(I) = 10 OR T(I) = 12 OR T(I) = 13 THEN P1(I) = 2 * L1(I) + L0(I) + L0(I) * 1.25
2280 IF T(I) = 3 OR T(I) = 9 OR T(I) = 11 OR T(I) = 14 THEN P1(I) = 2 * L0(I) + L1(I) + L1(I) * 1.25
2290 IF T(I) = 5 OR T(I) = 6 OR T(I) = 7 OR T(I) = 8 THEN P1(I) = L0(I) + L0(I) + L1(I) * 1.25 + L1(I)
2295 IF T(I) = 16 OR T(I) = 17 OR T(I) = 18 OR T(I) = 19 THEN P1(I) = L0(I) + (L0(I) + L1(I)) * 1.25 + L1(I)
2300 IF T(I) = 4 THEN P1(I) = (L0(I) + L1(I)) * 1.25 * 2
2310 NEXT I
2320 FOR I = 1 TO N
2330 D1(I) = 1.034 * (.6 * F1 * M1) ^ .25 * (P1(I) / 300)
2340 NEXT I
2350 FOR I = 1 TO N - 1
2360 FOR J = I + 1 TO N
2370 IF D1(I) < D1(J) THEN 2410
2380 D2 = D1(I)
2390 D1(I) = D1(J)
2400 D1(J) = D2
2410 NEXT J
2420 NEXT I
2430 D3 = D1(N)
2440 V0 = 40 * D3 * SOR(.8 * F2)

```

```

2445 FOR I = 1 TO N
2450 VI(I) = ((.5 * (LO(I) / 100) + (D3 / 100)) * 1.4 * MI) / (1 + (RI(I) ^ 6))
2460 NEXT I
2465 CLS : PRINT "          REVISION POR CORTANTE"
2467 PRINT "
-----"
2470 FOR I = 1 TO N
2480 IF VI(I) < V0 THEN Z5(1)
2490 PRINT : PRINT " PARA EL TABLERO *; I: * EL PEFALTE d *; D3: *cm NO SE ACEPTA POR CORTANTE"
2500 PRINT : INPUT " INCREMENTO (cm) *; A0
2510 D3 = D3 + A0: WOTO 2440
2512 NEXT I
2514 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
2516 PRINT " EL PEFALTE d MINIMO ES *; I: * cm"
2520 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
2525 INPUT "OPRIME ENTER PARA CONTINUAR *; W50
2527 IF W0R = "c" THEN L530 ELSE 2530
2530 FAC(1, 1) = 990: FAC(1, 8) = 516: FAC(1, 15) = 630: FAC(1, 22) = 175
2540 FAC(1, 2) = 553: FAC(1, 9) = 409: FAC(1, 16) = 312: FAC(1, 23) = 139
2550 FAC(1, 3) = 489: FAC(1, 10) = 391: FAC(1, 17) = 268: FAC(1, 24) = 134
2560 FAC(1, 4) = 432: FAC(1, 11) = 371: FAC(1, 18) = 220: FAC(1, 25) = 130
2570 FAC(1, 5) = 381: FAC(1, 12) = 347: FAC(1, 19) = 192: FAC(1, 26) = 123
2580 FAC(1, 6) = 333: FAC(1, 13) = 320: FAC(1, 20) = 150: FAC(1, 27) = 127
2590 FAC(1, 7) = 288: FAC(1, 14) = 298: FAC(1, 21) = 126: FAC(1, 28) = 126
2600 FAC(2, 1) = 990: FAC(2, 8) = 516: FAC(2, 15) = 326: FAC(2, 22) = 630: FAC(2, 29) = 179
2610 FAC(2, 2) = 360: FAC(2, 9) = 409: FAC(2, 16) = 256: FAC(2, 23) = 299: FAC(2, 30) = 142
2620 FAC(2, 3) = 506: FAC(2, 10) = 391: FAC(2, 17) = 248: FAC(2, 24) = 299: FAC(2, 31) = 137
2630 FAC(2, 4) = 451: FAC(2, 11) = 372: FAC(2, 18) = 236: FAC(2, 25) = 240: FAC(2, 32) = 133
2640 FAC(2, 5) = 403: FAC(2, 12) = 350: FAC(2, 19) = 222: FAC(2, 26) = 202: FAC(2, 33) = 131
2650 FAC(2, 6) = 357: FAC(2, 13) = 326: FAC(2, 20) = 206: FAC(2, 27) = 167: FAC(2, 34) = 129
2660 FAC(2, 7) = 315: FAC(2, 14) = 297: FAC(2, 21) = 190: FAC(2, 28) = 133: FAC(2, 35) = 129
2670 FAC(3, 1) = 1060: FAC(3, 8) = 587: FAC(3, 15) = 651: FAC(3, 22) = 751: FAC(3, 29) = 165
2680 FAC(3, 2) = 583: FAC(3, 9) = 465: FAC(3, 16) = 362: FAC(3, 23) = 341: FAC(3, 30) = 147
2690 FAC(3, 3) = 514: FAC(3, 10) = 442: FAC(3, 17) = 321: FAC(3, 24) = 265: FAC(3, 31) = 142
2700 FAC(3, 4) = 453: FAC(3, 11) = 411: FAC(3, 18) = 283: FAC(3, 25) = 241: FAC(3, 32) = 136
2710 FAC(3, 5) = 397: FAC(3, 12) = 379: FAC(3, 19) = 250: FAC(3, 26) = 202: FAC(3, 33) = 135
2720 FAC(3, 6) = 346: FAC(3, 13) = 347: FAC(3, 20) = 219: FAC(3, 27) = 164: FAC(3, 34) = 134
2730 FAC(3, 7) = 297: FAC(3, 14) = 315: FAC(3, 21) = 190: FAC(3, 28) = 129: FAC(3, 35) = 133
2740 FAC(4, 1) = 160: FAC(4, 8) = 600: FAC(4, 15) = 451: FAC(4, 22) = 361: FAC(4, 29) = 751: FAC(4, 36) = 191
2750 FAC(4, 2) = 590: FAC(4, 9) = 479: FAC(4, 16) = 362: FAC(4, 23) = 256: FAC(4, 30) = 358: FAC(4, 37) = 152
2760 FAC(4, 3) = 530: FAC(4, 10) = 455: FAC(4, 17) = 321: FAC(4, 24) = 241: FAC(4, 31) = 306: FAC(4, 38) = 146
2770 FAC(4, 4) = 471: FAC(4, 11) = 429: FAC(4, 18) = 277: FAC(4, 25) = 206: FAC(4, 32) = 253: FAC(4, 39) = 142
2780 FAC(4, 5) = 419: FAC(4, 12) = 394: FAC(4, 19) = 250: FAC(4, 26) = 222: FAC(4, 33) = 216: FAC(4, 40) = 140
2790 FAC(4, 6) = 371: FAC(4, 13) = 360: FAC(4, 20) = 219: FAC(4, 27) = 206: FAC(4, 34) = 176: FAC(4, 41) = 138
2800 FAC(4, 7) = 324: FAC(4, 14) = 324: FAC(4, 21) = 190: FAC(4, 28) = 190: FAC(4, 35) = 137: FAC(4, 42) = 137
2810 FAC(4, 1) = 570: FAC(4, 8) = 330: FAC(4, 15) = 1100: FAC(4, 22) = 200
2820 FAC(4, 2) = 550: FAC(4, 9) = 330: FAC(4, 16) = 830: FAC(4, 23) = 500
2830 FAC(4, 3) = 530: FAC(4, 10) = 330: FAC(4, 17) = 800: FAC(4, 24) = 500
2840 FAC(4, 4) = 470: FAC(4, 11) = 330: FAC(4, 18) = 720: FAC(4, 25) = 500
2850 FAC(4, 5) = 430: FAC(4, 12) = 330: FAC(4, 19) = 640: FAC(4, 26) = 500
2860 FAC(4, 6) = 380: FAC(4, 13) = 330: FAC(4, 20) = 570: FAC(4, 27) = 500
2870 FAC(4, 7) = 330: FAC(4, 14) = 330: FAC(4, 21) = 500: FAC(4, 28) = 500
2880 DIM X2(17), Y2(17), S(10)
2890 X2(1) = 0: X2(2) = .5: X2(3) = .6: X2(4) = .7: X2(5) = .8: X2(6) = .9: X2(7) = 1
2900 FOR I = 1 TO 10 N

```



```

2910 IF T(I) = 1 OR T(I) = 15 THEN K(I) = 4
2920 IF T(I) = 2 OR T(I) = 10 OR T(I) = 12 OR T(I) = 13 THEN K(I) = 5
2930 IF T(I) = 3 OR T(I) = 9 OR T(I) = 11 OR T(I) = 14 THEN K(I) = 5
2940 IF T(I) = 5 OR T(I) = 6 OR T(I) = 7 OR T(I) = 8 THEN K(I) = 6
2945 IF T(I) = 16 OR T(I) = 17 OR T(I) = 18 OR T(I) = 19 THEN K(I) = 6
2950 IF T(I) = 4 THEN K(I) = 4
2960 NEXT I
2961 FOR I = 1 TO N
2962 IF T(I) = 6 OR T(I) = 7 OR T(I) = 8 THEN S(I) = 5 ELSE S(I) = T(I)
2963 IF T(I) = 10 OR T(I) = 12 OR T(I) = 13 THEN S(I) = 2
2964 IF T(I) = 9 OR T(I) = 11 OR T(I) = 14 THEN S(I) = 3
2965 IF T(I) = 15 THEN S(I) = 1
2966 IF T(I) = 16 OR T(I) = 17 OR T(I) = 18 OR T(I) = 19 THEN S(I) = 5
2967 NEXT I
2970 FOR I = 1 TO N
2980 Q = R(I)
2990 L = 1
3000 FOR LL = 1 TO K(I)
3010 J = 1
3020 Y2(J) = FAC(S(I), L)
3030 J = J + 1
3040 L = L + 1
3050 IF J > 7 THEN 3070
3060 GOTO 3020
3070 U1 = 0
3080 FOR B = 1 TO 7: Z = 1: FOR C = 1 TO 7
3090 IF B = C THEN 3110
3100 Z = (Q - X2(C)) / (X2(B) - X2(C)) * 2
3110 NEXT C
3120 U1 = U1 + Z * Y2(B)
3130 NEXT B
3140 JL(I, LL) = U1
3150 NEXT LL
3160 NEXT I
3170 I = 1
3172 IF T(I) = 1 THEN 3210
3174 IF T(I) = 2 THEN 3214
3176 IF T(I) = 3 THEN 3218
3178 IF T(I) = 5 THEN 3222
3180 IF T(I) = 4 THEN 3210
3182 IF T(I) = 6 THEN 3226
3184 IF T(I) = 7 THEN 3230
3186 IF T(I) = 8 THEN 3234
3188 IF T(I) = 9 THEN 3238
3190 IF T(I) = 10 THEN 3242
3192 IF T(I) = 11 THEN 3246
3194 IF T(I) = 12 THEN 3250
3196 IF T(I) = 13 THEN 3254
3198 IF T(I) = 14 THEN 3258
3200 IF T(I) = 15 THEN 3262
3202 IF T(I) = 16 THEN 3266
3204 IF T(I) = 17 THEN 3270
3206 IF T(I) = 18 THEN 3274
3208 IF T(I) = 19 THEN 3278

```

```

3210 LD(I, 1) = JL(I, 1): LD(I, 3) = JL(I, 1): LD(I, 2) = JL(I, 2): LD(I, 4) = JL(I, 2)
3212 LD(I, 5) = JL(I, 3): LD(I, 6) = JL(I, 4): GOTO 3290
3214 LD(I, 1) = JL(I, 1): LD(I, 3) = JL(I, 1): LD(I, 2) = JL(I, 3): LD(I, 4) = JL(I, 2)
3216 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3218 LD(I, 1) = JL(I, 3): LD(I, 2) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 2)
3220 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3222 LD(I, 1) = JL(I, 3): LD(I, 2) = JL(I, 4): LD(I, 3) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 2)
3224 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6): GOTO 3290
3226 LD(I, 1) = JL(I, 1): LD(I, 2) = JL(I, 4): LD(I, 3) = JL(I, 3): LD(I, 4) = JL(I, 2)
3228 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6): GOTO 3290
3230 LD(I, 1) = JL(I, 3): LD(I, 2) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 4)
3232 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6): GOTO 3290
3234 LD(I, 1) = JL(I, 1): LD(I, 2) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 3): LD(I, 4) = JL(I, 4)
3236 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6): GOTO 3290
3238 LD(I, 1) = JL(I, 1): LD(I, 2) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 3): LD(I, 4) = JL(I, 2)
3240 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3242 LD(I, 1) = JL(I, 1): LD(I, 2) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 3)
3244 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3246 LD(I, 1) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 2): LD(I, 4) = JL(I, 1): LD(I, 2) = JL(I, 3)
3248 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3250 LD(I, 1) = JL(I, 3): LD(I, 2) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 1): LD(I, 3) = JL(I, 2)
3252 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3254 LD(I, 1) = JL(I, 2): LD(I, 2) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 1): LD(I, 3) = JL(I, 3)
3256 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3258 LD(I, 1) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 2): LD(I, 2) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 3)
3260 LD(I, 5) = JL(I, 4): LD(I, 6) = JL(I, 5): GOTO 3290
3262 LD(I, 1) = JL(I, 2): LD(I, 3) = JL(I, 2): LD(I, 2) = JL(I, 1): LD(I, 4) = JL(I, 1)
3264 LD(I, 5) = JL(I, 3): LD(I, 6) = JL(I, 4): GOTO 3290
3266 LD(I, 1) = JL(I, 4): LD(I, 2) = JL(I, 3): LD(I, 3) = JL(I, 2): LD(I, 4) = JL(I, 1)
3268 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6): GOTO 3290
3270 LD(I, 1) = JL(I, 2): LD(I, 2) = JL(I, 3): LD(I, 3) = JL(I, 4): LD(I, 4) = JL(I, 1)
3272 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6): GOTO 3290
3274 LD(I, 1) = JL(I, 4): LD(I, 2) = JL(I, 1): LD(I, 3) = JL(I, 2): LD(I, 4) = JL(I, 3)
3276 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6): GOTO 3290
3278 LD(I, 1) = JL(I, 2): LD(I, 2) = JL(I, 1): LD(I, 3) = JL(I, 4): LD(I, 4) = JL(I, 3)
3280 LD(I, 5) = JL(I, 5): LD(I, 6) = JL(I, 6)
3290 I = I + 1
3300 IF I > N THEN 3310 ELSE 3172
3310 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO 6
3314 MU(I, J) = LD(I, J) * N! * 1.4 * (LU(I) / 100) ^ 2 * .0001 * .001
3316 NEXT J: NEXT I
3317 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO 6: LPRINT "MU("; I; ", "; J; ")="; MU(I, J): NEXT J: NEXT I
3318 FOR I = 1 TO N
3320 IF T(I) = 1 OR T(I) = 15 THEN CT(I) = 4
3330 IF T(I) = 2 OR T(I) = 3 OR T(I) = 9 OR T(I) = 10 THEN CT(I) = 3
3340 IF T(I) = 5 OR T(I) = 6 OR T(I) = 7 OR T(I) = 8 THEN CT(I) = 2
3344 IF T(I) = 16 OR T(I) = 17 OR T(I) = 18 OR T(I) = 19 THEN CT(I) = 2
3346 IF T(I) = 11 OR T(I) = 12 OR T(I) = 13 OR T(I) = 14 THEN CT(I) = 3
3350 IF T(I) = 4 THEN 3712
3360 NEXT I
3365 I = 1
3367 CLS
3372 J = 1
3380 PRINT "EL TABLERO "; I; " ES CONTINUO CON EL TABLERO "; J: INPUT TC(I, J): PRINT

```

```

3390 J = J + 1: IF J > CT(I) THEN 3392 ELSE 3380
3392 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
3394 INPUT "          S O M C O R R E C T O S S/N "; B0
3396 IF B0 = "N" THEN 3367
3398 I = 1 + 1: IF I > N THEN 3400 ELSE 3367
3400 FOR I = 1 TO N
3410 RIG(I) = (D3 - 3) / L0(I)
3420 NEXT I
3430 CLS : PRINT "          LADOS DE CONTINUIDAD PONER S/N "
3440 FOR I = 1 TO M: FOR J = 1 TO CT(I)
3450 IF TC(I, J) < I THEN 3490
3460 CLS : PRINT "EL TABLERO "; I; " TIENE CONTINUIDAD CON EL TABLERO "; TC(I, J); " EN LOS LADOS "
3465 PRINT : PRINT
3470 INPUT "3 CON 1 "; MON1(I, J)
3480 PRINT : INPUT "4 CON 2 "; MON1(I, J)
3482 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
3484 INPUT "          S O M C O R R E C T O S S/N "; M48
3486 IF M48 = "N" THEN 3460
3490 NEXT J
3500 NEXT I
3510 FOR I = 1 TO M: FOR J = 1 TO CT(I)
3520 IF TC(I, J) < I THEN 3650
3530 IF MON1(I, J) = "N" THEN 3590
3540 NDES1 = ABS(MU(I, 3) - MU(TC(I, J), 1)) * (2 / 3)
3550 SUM1 = RIG(I) + RIG(TC(I, J)); SOT(I) = RIG(I) / SUM1; SOT(TC(I, J)) = RIG(TC(I, J)) / SUM1
3560 OJA(I) = -1 * SOT(I) * NDES1; OJA(TC(I, J)) = -1 * SOT(TC(I, J)) * NDES1
3570 IF MU(I, 3) < MU(TC(I, J), 1) THEN 3572 ELSE 3574
3572 MU(I, 3) = MU(I, 3) * -1: GOTO 3580
3574 MU(TC(I, J), 1) = MU(TC(I, J), 1) * -1
3580 MUJ(I, 3) = MU(I, 3) + OJA(I); MUJ(TC(I, J), 1) = MU(TC(I, J), 1) + OJA(TC(I, J))
3590 IF MON1(I, J) = "N" THEN 3650
3600 NDES2 = ABS(MU(I, 4) - MU(TC(I, J), 2)) * (2 / 3)
3610 SUM1 = RIG(I) + RIG(TC(I, J)); SOT(I) = RIG(I) / SUM1; SOT(TC(I, J)) = RIG(TC(I, J)) / SUM1
3620 OJA(I) = -1 * SOT(I) * NDES2; OJA(TC(I, J)) = -1 * SOT(TC(I, J)) * NDES2
3630 IF MU(I, 4) < MU(TC(I, J), 2) THEN MU(I, 4) = MU(I, 4) * -1 ELSE MU(TC(I, J), 2) = MU(TC(I, J), 2) * -1
3640 MUJ(I, 4) = MU(I, 4) + OJA(I); MUJ(TC(I, J), 2) = MU(TC(I, J), 2) + OJA(TC(I, J))
3650 NEXT J
3660 NEXT I
3661 FOR I = 1 TO M: FOR J = 1 TO 6
3662 IF MUJ(I, J) = 0 THEN 3663 ELSE 3664
3663 MUJ(I, J) = MU(I, J): GOTO 3667
3664 JYN = SIGN(MUJ(I, J))
3665 IF JYN = -1 THEN 3666 ELSE 3667
3666 MUJ(I, J) = -1 * MUJ(I, J)
3667 NEXT J
3668 NEXT I
3670 FOR I = 1 TO M: FOR J = 1 TO 6: LPRINT "MUJ("; I; ", "; J; ")="; MUJ(I, J): NEXT J: NEXT I
3670 FOR I = 1 TO M: FOR J = 1 TO 6
3680 A(I, J) = (2 * MUJ(I, J) * 100000) / (.9 * 100 * D3 ^ 2)
3690 QW(I, J) = 1 - (SQRT(F * (F4 - A(I, J))) / F4)
3700 PA(I, J) = QW(I, J) * (F4 / F1)
3710 NEXT J: NEXT I
3711 GOTO 3720
3712 FOR I = 1 TO M: FOR J = 1 TO 6

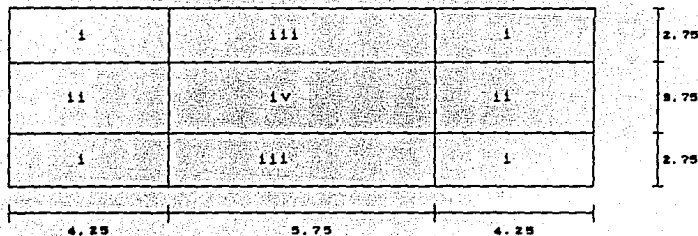
```

```

3714 A1(I, J) = (2 * NU(I, J) * 100000) / (.9 * 100 * D3 ^ 2)
3716 QAV(I, J) = 1 - (50*(F4 + (F4 - A1(I, J))) / F4)
3718 PA(I, J) = QAV(I, J) * (F4 / F1)
3719 NEXT J: NEXT I
3720 PMAX = (F4 / F1) * (4800 / (6000 + F1))
3720 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO 6
3740 IF PA(I, J) <= PMAX THEN 3770
3760 PRINT " DE ACERO PARA EL TABLERO "; I; " Y LAJAS "; J; " ES "; PA(I, J)
3770 NEXT J: NEXT I
3780 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO 6
3790 IF PA(I, J) .002 THEN PA(I, J) = .002
3800 NEXT J: NEXT I
3805 CLS : PRINT "          LECTURA DEL NUMERO DE VARILLA PARA ARMADO"
3807 PRINT : PRINT : PRINT
3810 INPUT " # DE VARILLA "; VAR
3812 PRINT : PRINT "VAR="; VAR
3814 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
3815 INPUT "          E S   C U R R E C T O   S / N ? "; MS48
3816 IF MS48 = "N" THEN 3805
3820 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO 6
3830 AS1(I, J) = PA(I, J) * 100 * D3
3840 SEP(I, J) = (100 * ((3.1415926548 * ((VAR / 8) * 2.54) ^ 2) / 4)) / AS1(I, J)
3850 NEXT J: NEXT I
3855 ASMAX = PMAX * 100 * D3
3860 SEP(M) = 50: SEP(N) = 3.5 * (D3 + 2)
3870 IF SEP(M) < SEP(N) THEN SEP(M) = SEP(N) ELSE SEP(M) = SEP(M)
3880 FOR I = 1 TO N: FOR J = 1 TO 6
3890 IF SEP(I, J) > SEP(M) THEN SEP(I, J) = SEP(M)
3900 NEXT J: NEXT I
3902 CLS : PRINT : PRINT : PRINT "AREA DE ACERO MAXIMA = "; ASMAX; " cm2"
3904 PRINT : PRINT "AREA DE ACERO MINIMA = "; .002 * 100 * D3; " cm2 "
3906 PRINT : PRINT : PRINT "LA SEPARACION MAXIMA ES "; SEP(M); " cm"
3907 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
3908 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
3910 INPUT "OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR ", MS48
3912 IF MS48 = "C" THEN 3915 ELSE 3915
3915 CLS
3920 FOR I = 1 TO N
3930 J = 1
3940 CLS : PRINT : PRINT "PARA EL TABLERO "; I
3950 PRINT : PRINT : PRINT " L A D O "; J
3960 PRINT : PRINT : PRINT "AREA DE ACERO NECESARIA = "; AS1(I, J); " cm2"
3970 PRINT : PRINT : PRINT "CON VARILLA DEL #"; VAR; " LA SEPARACION ES "; SEP(I, J); " cm"
3975 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
3980 INPUT "OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR", MS48
3990 IF MS48 = "S" THEN 4000 ELSE 4000
4000 J = J + 1
4010 IF J > 6 THEN 4040 ELSE 3990
4040 NEXT I
4050 CLS : PRINT : PRINT : PRINT
4060 INPUT " QUIERES PROBAR OTRO NUMERO DE VARILLA   S/N? "; MS48
4070 IF MS48 = "N" THEN END ELSE 3805

```

## Ejemplo 1



$$f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$w_{serv} = 1064 \text{ Kg/cm}^2$$

**Constantes de cálculo**

$$f^{\circ}c = 0.8 \times f'c = 0.8 \times 200 = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f''c = 0.85 \times f^{\circ}c = 0.85 \times 160 = 136 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_{max} = P_b = \frac{f''c}{f_y} \frac{4800}{f_y + 6000}$$

$$P_{max} = \frac{136}{4200} \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.0152$$

**Peralte mínimo**

$$\text{perimetro} = (575 + 375) \times 2 = 1900 \text{ cm}$$

$$d_{min} = 0.034 \sqrt{f_s \times w_{serv}} \left( \frac{\text{perimetro}}{300} \right)$$

$$d_{min} = 0.034 \sqrt{(0.6 \times 4200) \times 1064} \left( \frac{1900}{300} \right)$$

$$d_{min} = 8.7 \text{ cm}$$

Revisión del peralte por fuerza cortante

$$V_u = \frac{(0.5 \times a_1 - d) w_u}{1 + \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2}$$

$$V_u = \frac{(0.5 \times 3.75 - 0.087)(1064 \times 1.4)}{1 + \left(\frac{3.75}{5.75}\right)^2} = 2473 \text{ Kg}$$

Cortante resistente del concreto

$$V_{cr} = 0.5 \times 0.8 \times b \times d \times \sqrt{f_c}$$

$$V_{cr} = 0.5 \times 0.8 \times 100 \times 8.7 \times \sqrt{180} = 4401 \text{ Kg} > V_u$$

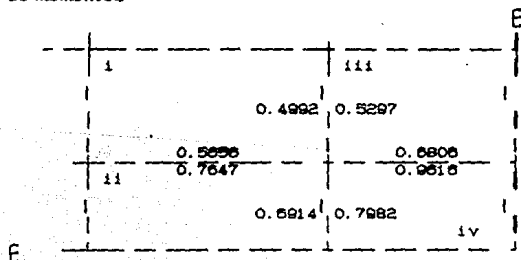
El peralte se acepta por cortante

tablero	i	ii	iii	iv
tipo	de esquina	de borde, un lado corto discontinuo	de borde, un lado largo discontinuo	interior
a1 (m)	2.75	3.75	2.75	3.75
wu a1a1	11.27	20.95	11.27	20.95
a1 / a2	0.647	0.682	0.478	0.652

TABLA DE MOMENTOS Y SEPARACION DE VARILLAS

tablero	momento	claro	coefic. K	Mu*K wu d1 d2 (ton-m)	momento ajustad	separar. (cm)
i	neg. en bordes interiores	corto	0.0502	0.5656	0.6421	24
		largo	0.0443	0.4992	0.5094	31
	neg. en bordes discontinuos	corto	0.0300	0.3380		38
		largo	0.0242	0.2727		38
	positivo	corto	0.0284	0.3200		38
		largo	0.0144	0.1623		38
ii	neg. en bordes interiores	corto	0.0365	0.7647	0.7085	21
		largo	0.0330	0.5914	0.7270	22
	neg. en bordes discontinuos	largo	0.0209	0.4378		36
	positivo	corto	0.0173	0.3624		36
		largo	0.0129	0.2703		36
iii	neg. en bordes interiores	corto	0.0604	0.5806	0.7666	19
		largo	0.0470	0.5297	0.5195	29
	neg. en bordes discontinuos	corto	0.0352	0.4226		37
	positivo	corto	0.0352	0.3966		38
		largo	0.0149	0.1879		38
iv	neg. en bordes interiores	corto	0.0456	0.6616	0.8823	17
		largo	0.0381	0.7982	0.7625	20
	positivo	corto	0.0247	0.5175		30
		largo	0.0132	0.2765		38

## Ajuste de momentos



## Distribución de momentos

Rigidez de tableros	$(d^3 / ai)$	
Tablero i	$9^3 / 275$	= 2.650
Tablero ii	$9^3 / 375$	= 1.944
Tablero iii	$9^3 / 275$	= 2.650
Tablero iv	$9^3 / 375$	= 1.944

## Distribución entre tableros i y ii

Momento de desequilibrio =  $0.7647 - 0.5856 = 0.1991$  Ton-m

Momento a distribuir =  $2/3 \times 0.1991 = 0.1327$  Ton-m

Tablero	Rigidez	Factor
i	2.65	0.5768
ii	1.944	0.4232
	$\Sigma = 4.594$	$\Sigma = 1.0000$

## Distribución

i	ii	
-0.5856	+0.7647	
-0.0765	-0.0552	
-0.6421	+0.7095	momentos ajustados

## Distribución entre tableros ii y iv

Momento de desequilibrio =  $0.7982 - 0.6914 = 0.1068$  Ton-m

Momento a distribuir =  $2/3 \times 0.1068 = 0.0712$  Ton-m



Tablero	Rigidez	Factor
ii	1.944	0.5
iv	1.944	0.5
	$\Sigma = 3.888$	$\Sigma = 1.00$

## Distribución

ii	iv	
-0.6914	+0.7982	
-0.0356	-0.0356	
-0.7270	+0.7626	momentos ajustados

## Separación de varillas

$$S = \frac{100 \times a_s}{A_s}$$

Para  $M_u = 0.8421 \text{ ton-m}$

$$j = \frac{2 \times 842.1}{0.9 \times 8.7 \times 8.7} = 18.85 \quad q = 1 - \frac{\sqrt{136 \times (136 - 18.85)}}{136}$$

$$q = 0.07189 \quad p = 0.07189 \times (136/4200) = 0.002328$$

$$A_s = 0.002328 \times 100 \times 8.7 = 2.0254 \text{ cm}^2$$

$$\text{Con varillas del } \# 2.5 \quad S = \frac{100 \times 0.49}{2.0254} = 23.86 \text{ cm}$$

De igual forma se obtienen los otros resultados de la tabla.

\*\*\*\*\*  
 DISEÑO DE LOSAS  
 \*\*\*\*\*

$f_y$  [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 4200  
 $f'_c$  [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 200  
 CARGA DE SERVICIO [Kg/m<sup>2</sup>]  $w$  = ? 1004  
 NUMERO DE TABLEROS ? 9

SON CORRECTOS S/N ? S

\*\*\*\* LECTURA DE TABLEROS \*\*\*\*

EL TABLERO 1  
 ES TIPO? 10  
 CLARO CORTO [cm]  $a_1$  = ? 275  
 CLARO LARGO [cm]  $a_2$  = ? 425

SON CORRECTOS S/N ? S

\*\*\*\* LECTURA DE TABLEROS \*\*\*\*

EL TABLERO 2  
 ES TIPO? 11  
 CLARO CORTO [cm]  $a_1$  = ? 275  
 CLARO LARGO [cm]  $a_2$  = ? 575

SON CORRECTOS S/N ? S

De igual forma pregunta hasta el tablero número n (9) en este caso.

REVISION POR CORTANTE

---

EL PERALTE d MINIMO ES = 8.713584 cm

OPRIME ENTER PARA CONTINUAR

EL TABLERO 1 ES CONTINUO CON EL TABLERO ? 2

EL TABLERO 1 ES CONTINUO CON EL TABLERO ? 4

SON CORRECTOS S/N ? S

EL TABLERO 2 ES CONTINUO CON EL TABLERO ? 1

EL TABLERO 2 ES CONTINUO CON EL TABLERO ? 5

EL TABLERO 2 ES CONTINUO CON EL TABLERO ? 3

SON CORRECTOS S/N ? S

EL TABLERO 3 ES CONTINUO CON EL TABLERO ? 2

EL TABLERO 3 ES CONTINUO CON EL TABLERO ? 6

SON CORRECTOS S/N ? S

De igual forma pregunta hasta el tablero n (9) para este caso.

EL TABLERO 1 TIENE CONTINUIDAD CON EL TABLERO 2 EN LOS LADOS

3 CON 1 ? S

4 CON 2 ? N

SON CORRECTOS S/N ? S

EL TABLERO 1 TIENE CONTINUIDAD CON EL TABLERO 4 EN LOS LADOS

3 CON 1 ? N

4 CON 2 ? S

SON CORRECTOS S/N ? S

EL TABLERO 2 TIENE CONTINUIDAD CON EL TABLERO 3 EN LOS LADOS

3 CON 1 ? S

4 CON 2 ? N

SON CORRECTOS S/N ? S

EL TABLERO 2 TIENE CONTINUIDAD CON EL TABLERO 5 EN LOS LADOS

3 CON 1 ? N

4 CON 2 ? S

SON CORRECTOS S/N ? S

EL TABLERO 3 TIENE CONTINUIDAD CON EL TABLERO 6 EN LOS LADOS

3 CON 1 ? N

4 CON 2 ? S

SON CORRECTOS S/N ? S

EL TABLERO 4 TIENE CONTINUIDAD CON EL TABLERO 5 EN LOS LADOS

3 CON 1 ? S

4 CON 2 ? N

SON CORRECTOS S/N ? S

De igual forma pregunta hasta el tablero n-1

LECTURA DEL NUMERO DE VARILLA PARA ARMADO

# DE VARILLA ? 2.5

SON CORRECTOS S/N ? S

AREA DE ACERO MAXIMA = 13.27784 cm<sup>2</sup>

AREA DE ACERO MINIMA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

LA SEPARACION MAXIMA ES = 37.49754 cm

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR

PARA EL TABLERO 1

LADO 1

AREA DE ACERO NECESARIA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 28.39426 cm

PARA EL TABLERO 1

LADO 2

AREA DE ACERO NECESARIA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 28.39426 cm

PARA EL TABLERO 1

LADO 3

AREA DE ACERO NECESARIA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 28.39426 cm

PARA EL TABLERO 1

LADO 4

AREA DE ACERO NECESARIA = 2.020229 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 24.49363 cm

PARA EL TABLERO 1

LADO 5

AREA DE ACERO NECESARIA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 28.39426 cm

PARA EL TABLERO 1

LADO 6

AREA DE ACERO NECESARIA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 28.39426 cm

PARA EL TABLERO 2

LADO 1

AREA DE ACERO NECESARIA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 28.39426 cm

PARA EL TABLERO 2

LADO 2

AREA DE ACERO NECESARIA = 1.742717 cm<sup>2</sup>

CON VARILLA DEL # 2.5 LA SEPARACION ES 28.39426 cm

⋮

⋮

⋮

LA PRESENTACION DE LOS RESULTADOS SIGUIENTES SON DE LA MISMA FORMA.

QUIERES PROBAR OTRO NUMERO DE VARILLA

S/N ? N

```

5 CLEAR
10 CLS : PRINT *
15 PRINT *
20 PRINT *
          *****
          DISEÑO DE CILINDROS *
          *****
40 DIM CX(100), CY(100), AX(100), TX(100), MX(100), MY(100), NX(100), NY(100), IX(100),
IX(100), AY(100), AX(100), AY(100), RX(100), FY(100)
50 GR = 1 ^ .95: EE = 1 ^ .95: FC = 1: PI = 3.14159265358979
100 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT *
          DATOS DE LA GEOMETRIA DE LA SECCION *
102 PRINT *
          ----- *
104 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT " # DE FIGURAS = "; L1
106 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
107 INPUT "
          ES CORRECTO S/N "; MON
109 IF MON = "N" THEN 10
110 FOR M = 1 TO L1
112 CLS : PRINT " LA SECCION " ; M ; " ES : "
120 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT " 1 CIRCULO "
122 PRINT : PRINT " 2 RECTANGULO "
124 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
126 INPUT "
          OPCION "; TX(M)
128 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
129 INPUT "
          SON CORRECTOS S/N "; MON
130 IF MON = "N" THEN 110
140 ON TX(M) GOTO 200, 300, 400
200 CLS : PRINT *
          CIRCULO *
          ----- *
204 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT " CENTRO X,Z "; CX(M), CY(M)
208 PRINT : PRINT : INPUT " RADIO = "; L2
212 AX(M) = L2 ^ 2 * PI
214 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT " PON 5 SI EL AREA ES NEGATIVA "; A1
216 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT *
          SON CORRECTOS S/N "; MON
217 IF MON = "N" THEN 200
218 IF A1 = "5" THEN AX(M) = -AX(M)
222 MY(M) = CY(M) + L2
226 NY(M) = CY(M) - L2
230 MY(M) = CY(M) - L2
234 NY(M) = CY(M) - L2
238 IX(M) = (PI * L2 ^ 4) / 4
242 IY(M) = IX(M)
246 GOTO 490
300 CLS : PRINT *
          RECTANGULO *
          ----- *
304 PRINT : PRINT : PRINT : INPUT " LADO SUPERIOR EN X "; L2
306 PRINT : INPUT " LADO INFERIOR EN X "; L3
312 PRINT : INPUT " LADO SUPERIOR EN Y "; L4
316 PRINT : INPUT " LADO INFERIOR EN Y "; L5
320 AX(M) = (L2 + L3) * (L4 + L5)
324 CX(M) = L2 + (L3 - L2) * 3 / 12
328 CY(M) = L4 + (L5 - L4) * 3 / 12
332 IX(M) = (L2 - L3) * (L4 - L5) * 3 / 12
336 IY(M) = (L4 - L5) * (L2 - L3) * 3 / 12
340 NY(M) = L2
344 MY(M) = L4
346 NY(M) = L3
352 NY(M) = L5

```

```

354 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
: INPUT *
SON CORRECTOS S/N *; NOM#
356 IF NOM# = "N" THEN 308
360 GOTO 490
400 CLS : PRINT *
TRIANGULO*
404 PRINT : PRINT : INPUT * ANGULO RECTO X= *; L2#
406 PRINT : INPUT * ANGULO RECTO Y= *; L3#
412 PRINT : PRINT * VERTICE X= *; L2#; * Y= *; INPUT L4#
416 PRINT : PRINT * VERTICE Y= *; L3#; * X= *; INPUT L5#
420 AB(M) = ABS(L2# - L5#) * (L3# - L4#) / 2
424 CX(M) = L2# * (L5# - L2#) / 3#
428 CY(M) = L3# * (L4# - L3#) / 3#
432 NX(M) = L2#; IF L2# < L5# THEN TX(M) = TX(M) + 1
436 NY(M) = L3#; IF L3# < L4# THEN TX(M) = TX(M) + 2
440 NX(M) = L5#
444 NY(M) = L4#
446 IX(M) = (ABS(NX(M) - NX(M)) * ABS(NY(M) - NY(M))) ^ 3 / 36
450 IY(M) = (ABS(NY(M) - NY(M)) * ABS(NX(M) - NX(M))) ^ 3 / 36
450 NEXT M
500 CLS : PRINT *
CALCULO DE LA GEOMETRIA DE LA SECCION*
504 L2# = 0#; L3# = L2#; AT# = L2#
510 FOR M = 1 TO L1
514 AT# = AT# + AB(M)
518 L2# = L2# + AB(M) * CX(M)
522 L3# = L3# + AB(M) * CY(M)
526 NEXT M
527 PRINT AT#, L2#
530 CX# = L2# / AT#; CY# = L3# / AT#; NY# = NY(1); NX# = NX(1)
540 FOR M = 1 TO L1
544 IX# = IX# + IX(M) + AB(M) * ABS(CY(M) - CY# ^ 2)
548 IY# = IY# + IY(M) + AB(M) * ABS(CX(M) - CX# ^ 2)
552 IF NX(M) > NX# THEN NX# = NX(M)
556 IF NY(M) > NY# THEN NY# = NY(M)
560 IF NY(M) < NY# THEN NY# = NY(M)
564 IF NX(M) < NX# THEN NX# = NX(M)
566 NEXT M
600 CLS : PRINT *
DATOS DE LOS NUCLEOS DE ACERO*
602 PRINT *
-----*
610 L7 = 0#; AC = L7
620 PRINT : PRINT : INPUT *NUMERO DE NUCLEOS DE ACERO *; L7
625 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
626 INPUT *
ES CORRECTO S/N *; NOM#
628 IF NOM# = "N" THEN 600
630 M = 1
635 CLS : PRINT *EL NUCLEO DE ACERO *; M; * TIENE COORDENADAS *
640 PRINT : PRINT : INPUT * X= *; AX(M)
650 PRINT : INPUT * Y= *; AY(M)
660 PRINT : INPUT * % DEL AREA TOTAL DE ACERO *; AG(M)
662 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
664 INPUT *
SON CORRECTOS S/N *; NOM#
666 IF NOM# = "N" THEN 635
670 AC# = AC# + AG(M)
680 M = M + 1
690 IF M > L7 THEN 700 ELSE 635

```



```

700 CLS : PRINT *
705 PRINT *
              DATOS SOBRE LOS MATERIALES"
              -----"
710 PRINT : PRINT : PRINT : INPUT " Ec = "; ECR: IF ECR = 0 THEN ECR = .0030
720 PRINT : INPUT " Ey = "; EYR: IF EYR = 0 THEN EYR = .0020
730 PRINT : INPUT " Ps = "; PSR: IF PSR = 0 THEN PSR = .0020
740 PRINT : PRINT : INPUT " DESDE q = "; Q1
750 PRINT : INPUT " HASTA q = "; Q2
760 Q1 = Q1 * 10: Q2 = Q2 * 10
770 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
780 INPUT "
              SON CORRECTOS S/N "; MONR
790 IF MONR = "N" THEN 700
800 PRINT *
              DATOS DEL DIAGRAMA DE INTERACCION"
              -----"
802 PRINT *
806 PRINT : PRINT : PRINT : INPUT " PENDIENTE DEL DIAGRAMA (de -1 a 99999): "; PWR
807 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
808 INPUT "
              ES CORRECTO S/N "; MONR
809 IF MONR = "N" THEN 800
810 IF PWR < -1 THEN CLS : END
811 BPR = PWR * XCR - YCR: B10 = BPR: B20 = BPR
812 PRINT "XC = "; XCR, "YCR = "; YCR, "BPR = "; BPR
814 FOR M = 1 TO L1
816 IF TX(M) = 1 THEN GOSUB 5000
818 IF TX(M) = 2 THEN GOSUB 5100
820 IF TX(M) < 7 AND TX(M) > 2 THEN GOSUB 5200
822 IF BWR > B10 THEN B10 = BWR
824 IF BWR < B20 THEN B20 = BWR
826 NEXT M
828 BWR = B10 - B20: B60 = B10: B70 = B20: B80 = B10
830 FOR M = 1 TO L7
832 FYR(M) = 1 / PSR
834 B10 = -PWR * AXR(M) + AYR(M)
836 IF BWR > B10 THEN BWR = B10
840 NEXT M
841 REM DETERMINACION DEL EJE NEUTRO
842 CWR = CYR - PWR * CXR
844 READ ICR
846 APR = CR: APR = APR
850 IF ICR > 100 THEN 4900
852 BWR = ICR * DWR + B7R
854 B5R = .8 * ICR * DWR + B7R
856 B6R = B6R - BWR
857 REM FIGURAS GEOMETRICAS
900 FOR M = 1 TO L1
904 ON TX(M) GOTO 1000, 1100, 1200, 1220, 1240, 1260
1000 REM CIRCULO
1002 GOSUB 5300
1004 XCR = CXR(M): YCR = CYR(M): GOSUB 5000
1006 IF BWR < B5R THEN 1290
1008 IF BWR > B5R THEN 1300
1010 TR = (B5R - BCR) * COS(ATN(-PWR)): IF TR < 0 THEN TR = PR + TR ELSE TR = PR - TR
1014 FCR = 0: IF B5R > BCR THEN FCR = 1
1016 XCR = CXR(M): YCR = CYR(M): GOSUB 5400
1018 GR = ATN(TR / SQRT(FR * PR - TR * TR))
1020 APR = PR * FR * (GR - SIN(GR)) * COS(GR) + SGN(FCR * .5): IF APR = 0 THEN YR = 0: GOTO 1024
1022 YR = PR * 3 * 2 * (SIN(GR)) * 3 / ABS(ATN) / 3: YR = YR * SGN(FCR - 0.5) + PR

```

```

1024 A9B = RB * RB * P10 * F20
1026 Y9B = D8
1028 M9B = M9B - (A9B * Y9B + B9B * Y9B) * FC9 * SGN(A9B(N))
1030 A9B = A9B + (A9B * A9B) * FC * SGN(A9B(N))
1032 GOTO 1300
1100 REM RECTANGULO
1102 GOSUB 5100
1107 IF B9B <= B50 THEN 1290
1109 IF B9B >= B50 THEN 1300
1110 X10 = M9B(N); Y10 = P9B * X10 + B50; IF Y10 <= M9B(N) AND Y10 >= M9B(N) THEN 1116
1112 Y10 = M9B(N)
1113 Y10 = M9B(N); X10 = (Y10 - B50) / P9B; IF X10 <= M9B(N) AND X10 >= M9B(N) THEN 1116
1114 Y10 = M9B(N); X10 = (Y10 - B50) / P9B; IF X10 <= M9B(N) AND X10 >= M9B(N) THEN 1116
1115 STOP
1116 X20 = M9B(N)
1118 Y20 = P9B * X20 + B50; IF Y20 <= M9B(N) AND Y20 >= M9B(N) THEN 1123
1120 Y20 = M9B(N); X20 = (Y20 - B50) / P9B; IF X20 <= M9B(N) AND X20 >= M9B(N) THEN 1123
1121 Y20 = M9B(N); X20 = (Y20 - B50) / P9B; IF X20 <= M9B(N) AND X20 >= M9B(N) THEN 1123
1122 STOP
1123 IF P9B < 0 THEN 1130
1124 A10 = (Y10 - M9B(N)) * (M9B(N) - X10)
1126 Y60 = M9B(N) + .5 * (Y10 - M9B(N)); X60 = C9B(N); GOSUB 5400; D10 = D8
1128 A20 = (M9B(N) - X20) * (Y20 - Y10)
1130 X60 = X20 + .5 * (M9B(N) - X20); Y60 = Y10 + .5 * (Y20 - Y10); GOSUB 5400; D20 = D8
1132 A30 = .5 * (X20 - X10) * (Y20 - Y10)
1134 X60 = X20 - (X20 - X10) / 3; Y60 = Y10 + (Y20 - Y10) / 3; GOSUB 5400; D30 = D8
1136 GOTO 1150
1138 A10 = (Y20 - M9B(N)) * (M9B(N) - M9B(N))
1140 Y60 = M9B(N) + .5 * (Y20 - M9B(N)); X60 = C9B(N); GOSUB 5400; D10 = D8
1142 A20 = (X10 - M9B(N)) * (Y10 - Y20)
1144 X60 = M9B(N) + .5 * (X10 - M9B(N)); Y60 = Y20 + .5 * (Y10 - Y20); GOSUB 5400; D20 = D8
1146 A30 = .5 * (X20 - X10) * (Y10 - Y20)
1148 X60 = X10 + (X20 - X10) / 3; Y60 = Y20 + (Y10 - Y20) / 3; GOSUB 5400; D30 = D8
1150 A9B = A9B + (A10 + A20 + A30) * FC9
1152 M9B = M9B + (A10 * D10 + A20 * D20 + A30 * D30) * FC9
1154 GOTO 1300
1200 REM TRIANGULOS
1201 GOSUB 5200; IF B9B <= B50 THEN 1290
1202 IF B9B >= B50 THEN 1300
1204 M0 = -(M9B(N) - M9B(N)) / (M9B(N) - M9B(N)); B0 = M9B(N) - M9B(N);
IF P9B < 0 THEN X10 = -(B0 - B50) / (M9B(N) - P9B) ELSE Y10 = -1
1205 Y10 = M9B(N) * X10 + B0; IF (X10 < M9B(N) OR X10 > M9B(N)) OR (Y10 < M9B(N)
OR Y10 > M9B(N)) THEN Y10 = M9B(N); X10 = (Y10 - B50) / P9B
1206 X20 = M9B(N); Y20 = P9B * X20 + B50; IF Y20 <= M9B(N) AND Y20 >= M9B(N) THEN 1209
1207 Y20 = M9B(N); IF P9B < 0 THEN X20 = (Y20 - B50) / P9B; IF X20 <= M9B(N) AND X20 >= M9B(N) THEN 1209
1208 STOP
1209 IF P9B < 0 THEN 1214
1210 D1X0 = X20 - X10; D1Y0 = Y20 - Y10; A10 = D1X0 * D1Y0 / 2; D1X0 = X20 - D1X0 / 3; D1Y0 = Y10 + D1Y0 / 3
1211 D2Y0 = M9B(N) - X20; D2Y0 = M9B(N) - Y10; A20 = D2X0 * D2Y0; X20 = D2X0 + X20 + D2X0 / 2; D2Y0 = Y10 + D2Y0 / 2
1212 D3X0 = M9B(N) - X10; D3Y0 = Y10 - M9B(N); A30 = D3X0 * D3Y0 / 2; D3X0 = M9B(N) - D3X0 / 3; D3Y0 = Y10 - D3Y0 / 3
1213 GOTO 1219
1214 IF Y10 >= M9B(N) THEN X0B = M9B(N) ELSE X0B = X10
1215 IF X20 >= M9B(N) THEN Y0B = M9B(N) ELSE Y0B = Y20
1216 IF Y20 >= M9B(N) THEN X0B = X10; Y0B = Y10; X10 = X20; Y10 = Y20; X20 = X30; Y20 = Y30; X30 = M9B(N); Y30 = Y20

```

```

1217 D1X = X2 - YC; D1Y = Y1 - YC; A1 = D1X * D1Y / 2; D1X = X2 - D1X / 3; D1Y = Y1 - D1Y / 3
1218 D2X = X2 - X1; D2Y = Y1 - Y2; A2 = -D2X * D2Y / 2; D2X = X2 - D2X / 3; D2Y = Y1 - D2Y / 3; A3 = 0
1219 GOTO 1260
1220 GOSUB 5200
1221 IF B# <= B$ THEN 1290
1222 IF B# >= B$ THEN 1300
1224 M# = -(MYB(N) - MYB(N)) / (XCB(N) - XCB(N)); B# = MYB(N) - M# * XCB(N); IF P# < 0 THEN M#
THEN X1# = -(B# - B$) / (M# - P#) ELSE X1# = -1
1225 Y1# = M# * X1# + B#; IF X1# < XCB(N) OR X1# > XCB(N) OR Y1# < MYB(N) OR Y1# > MYB(N)
THEN X1# = XCB(N); Y1# = P# * X1# + B$
1226 Y2# = MYB(N); IF P# < 0 THEN X2# = (Y2# - B$) / P#; IF X2# <= XCB(N) AND X2# >= XCB(N) THEN 1229
1227 X1# = XCB(N); Y2# = P# * X2# + B$; IF Y2# <= MYB(N) AND Y2# >= MYB(N) THEN 1229
1228 STOP
1229 IF P# < 0 THEN 1234
1230 D1X# = X1# - X2#; D1Y# = Y2# - Y1#; A1# = D1X# * D1Y# / 2; D1X# = X2# - D1X# / 3; D1Y# = Y1# - D1Y# / 3
1231 D2X# = X2# - XCB(N); D2Y# = Y2# - Y1#; A2# = D2X# * D2Y#; D2X# = X2# - D2X# / 2; D2Y# = Y1# - D2Y# / 2
1232 D3X# = X1# - XCB(N); D3Y# = Y1# - MYB(N); A3# = D3X# * D3Y# / 2; D3X# = X1# - D3X# / 3; D3Y# = Y1# - D3Y# / 3
1233 GOTO 1239
1234 IF Y2# < MYB(N) THEN X3# = X1#; Y3# = Y1#; X1# = X2#; Y1# = Y2#; X2# = X3#; Y2# = Y3#
1235 IF X1# < XCB(N) THEN Y3# = MYB(N) ELSE Y3# = Y1#
1236 IF Y2# < MYB(N) THEN X3# = XCB(N) ELSE X3# = X2#
1237 D1X# = X3# - X1#; D1Y# = Y2# - Y3#; A1# = D1X# * D1Y# / 2; D1X# = X1# - D1X# / 3; D1Y# = Y2# - D1Y# / 3
1238 D2X# = X2# - X1#; D2Y# = Y2# - Y1#; A2# = -D2X# * D2Y# / 2; D2X# = X1# - D2X# / 3; D2Y# = Y2# - D2Y# / 3; A3# = 0
1239 GOTO 1260
1240 GOSUB 5200
1241 IF B# <= B$ THEN 1290
1242 IF B# >= B$ THEN 1300
1243 M# = -(MYB(N) - MYB(N)) / (XCB(N) - XCB(N)); B# = MYB(N) - M# * XCB(N); IF P# < 0 THEN M#
THEN X1# = -(B# - B$) / (M# - P#) ELSE X1# = -1
1244 Y1# = M# * X1# + B#; IF X1# < XCB(N) OR X1# > XCB(N) OR Y1# < MYB(N) OR Y1# > MYB(N)
THEN Y1# = MYB(N); X1# = (Y1# - B$) / P#
1245 X2# = XCB(N); Y2# = P# * X2# + B$; IF Y2# <= MYB(N) AND Y2# >= MYB(N) THEN 1248
1246 Y2# = MYB(N); IF P# < 0 THEN X2# = (Y2# - B$) / P#; IF X2# <= XCB(N) AND X2# >= XCB(N) THEN 1248
1247 STOP
1248 IF P# < 0 THEN 1254
1249 IF Y2# < MYB(N) THEN Y3# = MYB(N) ELSE Y3# = Y2#
1250 IF Y2# < MYB(N) THEN X3# = X2# ELSE X3# = XCB(N)
1251 D1X# = X3# - X1#; D1Y# = Y3# - Y1#; A1# = D1X# * D1Y# / 2; D1X# = X1# - D1X# / 3 * 2; D1Y# = Y1# - D1Y# / 3
1252 D2X# = X3# - X1#; D2Y# = Y3# - Y1#; A1# = D2X# * D2Y# / 2; D2X# = X1# - D2X# / 3 * 2; D2Y# = Y1# - D2Y# / 3
1253 D3X# = XCB(N) - X1#; D3Y# = Y1# - MYB(N); A2# = D3X# * D3Y#; D3X# = X1# - D3X# / 2; D3Y# = Y1# - D3Y# / 2
1254 D3X# = Y1# - XCB#; D3Y# = Y1# - MYB(N); A3# = D3X# * D3Y# / 2; D3X# = X1# - D3X# / 3; D3Y# = MYB(N) - D3Y# / 3
1255 GOTO 1259
1256 D1X# = X2# - X1#; D1Y# = Y1# - Y2#; A1# = D1X# * D1Y# / 2; D1X# = X1# - D1X# / 3; D1Y# = Y1# - D1Y# / 3
1257 D2X# = X2# - X1#; D2Y# = Y2# - MYB(N); A2# = D2X# * D2Y#; D2X# = X1# - D2X# / 2; D2Y# = Y2# - D2Y# / 2
1258 D3X# = X1# - XCB(N); D3Y# = Y1# - MYB(N); A3# = D3X# * D3Y# / 2; D3X# = X1# - D3X# / 3; D3Y# = MYB(N) - D3Y# / 3
1259 GOTO 1260
1260 GOSUB 5200
1261 IF B# <= B$ THEN 1290
1262 IF B# >= B$ THEN 1300
1263 M# = -(MYB(N) - MYB(N)) / (XCB(N) - XCB(N)); B# = MYB(N) - M# * XCB(N); IF P# < 0 THEN M#
THEN X2# = -(B# - B$) / (M# - P#) ELSE X2# = -1
1264 Y2# = M# * X2# + B#; IF X2# < XCB(N) OR X2# > XCB(N) OR Y2# < MYB(N) OR Y2# > MYB(N)
THEN Y2# = MYB(N); X2# = (Y2# - B$) / P#
1265 X1# = XCB(N); Y1# = P# * X1# + B$; IF Y1# >= MYB(N) AND Y1# <= MYB(N) THEN 1268

```

```

1266 Y10 = MY0(M) * X10 = (Y10 - B50) / PMS; IF X10 >= MX0(M) AND X10 <= MX0(M) THEN 1268
1267 STOP
1268 IF PMS >= 0 THEN 1276
1269 IF X10 >= X20 THEN X0 = X10 ELSE X0 = MX0(M)
1270 IF X10 = MX0(M) THEN Y0 = Y10 ELSE Y0 = MY0(M)
1271 D1X = X20 - MX0(M); D1Y = Y0 - Y20; A10 = D1X * D1Y / 20; D1X = MX0(M) + D1X / 3; D1Y = Y20 + D1Y / 3
1273 D2X = X20 - MX0(M); D2Y = Y20 - MY0(M); A20 = D2X * D2Y / 20; D2X = X20 - D2X / 2; D2Y = Y20 - D2Y / 2
1274 D3X = X20 - X20; D3Y = Y20 - MY0(M); A30 = D3X * D3Y / 20; D3X = X20 + D3X / 3; D3Y = MY0(M) + D3Y / 3
1275 GOTO 1280
1276 D1X = X20 - X10; D1Y = Y20 - Y10; A10 = D1X * D1Y / 20; D1X = X20 - D1X / 3; D1Y = Y10 + D1Y / 3
1277 D2X = X20 - MX0(M); D2Y = Y10 - MY0(M); A20 = D2X * D2Y / 20; D2X = X20 - D2X / 2; D2Y = Y10 - D2Y / 2
1278 D3X = MX0(M) - X20; D3Y = Y20 - MY0(M); A30 = D3X * D3Y / 20; D3X = X20 + D3X / 3; D3Y = MY0(M) + D3Y / 3
1280 AP0 = AP0 + (A10 + A20 + A30) * FC0
1282 X60 = D1X * Y60 = D1Y; GOSUB 5402; D10 = D0
1283 X60 = D2X * Y60 = D2Y; GOSUB 5402; D20 = D0
1284 X60 = D3X * Y60 = D3Y; GOSUB 5402; D30 = D0
1286 NP0 = NP0 + (A10 * D10 + A20 * D20 + A30 * D30) * FC0
1289 GOTO 1300
1290 AP0 = AP0 + AB(M) * FC0
1292 X60 = CX0(M); Y60 = CY0(M); GOSUB 5402
1294 NP0 = NP0 + AB(M) * D0 * FC0
1300 NEXT M
1310 REM CANTIDAD DE ACERO
1320 FOR Q = Q1 TO Q2
1324 E00 = Q / P50 / EY0 / 10; S00 = 0; S00 = 0
1326 FOR M = 1 TO L7
1328 BC0 = AY0(M) - PMS * AX0(M)
1330 IF (E00 - E70) = 0 THEN DE0 = 0; GOTO 1334
1332 DE0 = (E00 - BC0) / (E00 - E70) * E00
1334 F0 = (DE0 * E00)
1338 IF ABS(F0) > FY0(M) * Q / 10 THEN F0 = FY0(M) * Q * SIGN(F0) / 10
1340 S00 = S00 + F0 * AC0(M) + AT0 * F0
1342 X60 = AX0(M); Y60 = AY0(M); GOSUB 5402
1344 S00 = S00 + AC0(M) * F0 * D0 + AT0 * PS
1346 NEXT M
1347 REM CARGA Y MOMENTO RESULTANTE
1348 PRINT USING "#####"; S00, AP0, NP0, S00, AP0 + S00, NP0 + S00
1350 NEXT Q
1360 GOTO 844
4900 RESTORE; GOTO 800
4910 DATA 20,10,2,1,2,1,1,0.95,0.3,6.7,0.65,0.625,0.6,0.76,0.54,0.52,0.5,0.4,0.2,0.0001,1000000
5000 REM CIRCULO
5002 BC0 = CY0(M) - PMS * CX0(M)
5004 R0 = (MX0(M) - AX0(M)) / 20
5008 BM0 = BC0 + R0 * SQRT(1 + PMS * PMS)
5010 BM0 = BC0 - R0 * SQRT(1 + PMS * PMS)
5012 RETURN
5100 REM RECTANGULO
5102 BC0 = -PMS * MX0(M) + MY0(M); BM0 = -PMS * MX0(M) + MY0(M); IF BM0 > BC0 THEN BM0 = BC0
5104 BC0 = -PMS * MX0(M) + MY0(M); BM0 = -PMS * MX0(M) + MY0(M); IF BM0 < BC0 THEN BM0 = BC0
5106 RETURN
5200 REM TRIANGULO
5204 BC0 = -PMS * MX0(M) + MY0(M); BM0 = -PMS * MX0(M) + MY0(M); IF BM0 > BC0 THEN BM0 = BC0
5206 BC0 = -PMS * MX0(M) + MY0(M); IF BM0 < BC0 THEN BM0 = BC0

```

5208 BCR = -PWR \* XCR(N) + MYR(N); IF BMR > BCR THEN BMR = BCR  
5210 BCR = -PWR \* XCR(N) + MYR(N); BMR = -PWR \* XCR(N) + MYR(N); IF BMR < BCR THEN BMR = BCR  
5212 BCR = -PWR \* XCR(N) + MYR(N); IF BMR < BCR THEN BMR = BCR  
5214 BCR = -PWR \* XCR(N) + MYR(N); IF BMR < BCR THEN BMR = BCR  
5220 RETURN  
5300 MEN CIRCULO  
5302 BCR = CYR(N) + PWR \* CXR(N)  
5304 RR = (XCR(N) - XCR(N)) / 20  
5306 BMR = BCR + RR  
5308 BMR = BCR - RR  
5310 RETURN  
5400 MEN BRAZO AL EJE NEUTRO  
5402 DR = (CDB - Y60 + PWR \* X60) \* COS(ATN(-PWR))  
5403 CALB = Y60 - PWR \* X60  
5404 DR = ABS(DR) \* SIN(CDB - CALB)  
5405 RETURN

\*\*\*\*\*  
 DISEÑO DE COLUMNAS  
 \*\*\*\*\*

# DE FIGURAS = ? 1

ES CORRECTO S/N ? S

LA SECCION 1 ES :

- 1 CIRCULO
- 2 RECTANGULO

OPCION ? 2

ES CORRECTO S/N ? S

RECTANGULO

-----

LADO SUPERIOR EN X ? 40

LADO INFERIOR EN X ? 0

LADO SUPERIOR EN Y ? 40

LADO INFERIOR EN Y ? 0

SON CORRECTOS S/N ? S

DATOS DE LOS NUCLEOS DE ACERO

-----

NUMERO DE NUCLEOS DE ACERO ? 8

ES CORRECTO S/N ? S

EL NUCLEO DE ACERO 1 TIENE COORDENADAS :

X = ? 5

Y = ? 5

% DEL AREA TOTAL DE ACERO ? 0.125

SON CORRECTOS S/N ? S

EL NUCLEO DE ACERO 2 TIENE COORDENADAS :

X = ? 20

Y = ? 5

% DEL AREA TOTAL DE ACERO ? 0.125

.....

EL NUCLEO DE ACERO 8 TIENE COORDENADAS :

X = ? 35

Y = ? 35

% DEL AREA TOTAL DE ACERO ? 0.125

SON CORRECTOS S/N ? S

-----  
 DATOS SOBRE LOS MATERIALES  
 -----

Ec = ? 0

Ey = ? 0

Ps = ? 0

DESDE q= ? 0.8  
 HASTA q= ? 0.8

S O N C O R R E C T O S S / N ? S

-----  
 DATOS DEL DIAGRAMA DE INTERACCION  
 -----

PENDIENTE DEL DIAGRAMA (DE -1 A 99999) ? 0

E S C O R R E C T O S / N ? S

Carga Y Momento resistente

2601.440	20028.799
2601.440	20028.799
2542.762	18855.237
2283.168	16172.162
2103.603	17291.249
1813.899	17794.784
1487.557	16643.943
1238.010	14724.993
1099.211	13331.423
1025.324	12506.480
947.946	11586.125
815.715	9891.763
745.097	8929.971
680.044	8063.085
640.000	7600.000
418.115	5085.500
-158.659	-3992.375
-1001.312	-20026.240



-----  
 DATOS DEL DIAGRAMA DE INTERACCION  
 -----

PENDIENTE DEL DIAGRAMA (DE -1 A 99999) ? 0.5

ES CORRECTO S/N ? S

Carga Y Momento resistente

2601.440	17914.303
2601.440	17914.303
2574.057	17555.667
2396.174	14990.343
2306.352	15313.438
2053.129	16339.036
1662.147	16859.314
1344.129	15832.223
1168.172	14729.100
1075.396	14021.708
978.889	13201.701
815.469	11635.028
728.946	10723.438
641.732	9751.909
560.000	8787.181
126.104	3012.058
-635.449	-9758.420
-1001.440	-17914.302

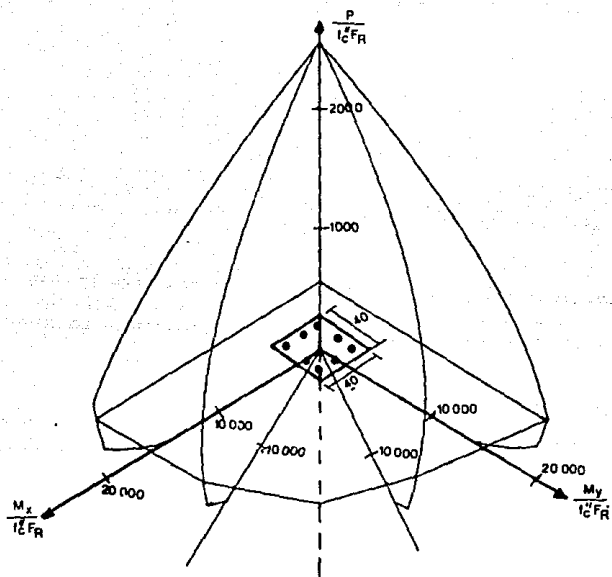
-----  
 DATOS DEL DIAGRAMA DE INTERACCION  
 -----

PENDIENTE DEL DIAGRAMA (DE -1 A 99999) ? 1

ES CORRECTO S/N ? S

Carga Y Momento resistente

2601.440	14162.500
2601.440	14162.500
2577.969	14058.771
2400.726	12798.975
2313.535	13338.628
2087.699	14996.791
1715.339	16043.805
1380.609	15773.946
1182.892	15201.284
1075.396	14756.496
964.169	14201.228
782.521	13080.073
689.343	12411.369
597.111	11679.884
512.000	10907.225
65.584	6026.037
-684.807	-6739.376
-1001.440	-14162.499



$$q = 0.8$$

```

7000 CLS : PRINT *
7010 PRINT *          *****
              ZAPATAS AISLADAS*
              *****
7020 PRINT *
7025 PRINT : PRINT
7060 PRINT *
7070 PRINT *          CARACTERISTICAS GENERALES*
              -----*: PRINT : PRINT
7080 PRINT : INPUT *CARGA ADMISIBLE DEL SUELO ca (T/m2) = *; G1
7090 PRINT : INPUT *PESO VOLUMETRICO DEL RELLENO (T/m3) = *; G1
7100 PRINT : INPUT *PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m) = *; D0
7105 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
7110 INPUT *          S O N   C O R R E C T O S   S/N *; B0; IF B0 = "N" THEN 7000
7115 DIM M(4), P(4), V(4)
7120 CLS : PRINT *          ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO*
              *****: PRINT
7140 FOR I = 1 TO 4 STEP 2
7145 IF I = 3 THEN CLS
7150 IF I = 3 THEN ANAB = "Y" ELSE ANAB = "X"
7160 PRINT : PRINT *CARGA AXIAL ESTATICA EN *; ANAB; " (Ton) = *; INPUT P(I)
7170 PRINT : PRINT *MOMENTO ESTATICO EN *; ANAB; " (Tm) = *; INPUT M(I)
7180 PRINT : PRINT *CORTANTE ESTATICO EN *; ANAB; " (Ton) = *; INPUT V(I)
7190 PRINT : PRINT *CARGA AXIAL SISMICA EN *; ANAB; " (Ton) = *; INPUT P(I + 1)
7200 PRINT : PRINT *MOMENTO SISMICO EN *; ANAB; " (Tm) = *; INPUT M(I + 1)
7210 PRINT : PRINT *CORTANTE SISMICO EN *; ANAB; " (Ton) = *; INPUT V(I + 1)
7212 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT *          S O N   C O R R E C T O S   S/N *; B0
7214 IF I = 3 THEN 7213
7216 IF B0 = "N" THEN 7120
7218 IF B0 = "N" THEN 7145
7220 NEXT I
7260 CLS : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT *CONSIDERO PoPo DE ZAPATA S/N*; B0; PRINT
7270 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
7280 INPUT *QUIERES DAR DIMENSIONES PRELIMINARES S/N*; B0
7290 IF B0 = "N" THEN 7410
7295 PRINT : PRINT : PRINT : INPUT *PERALTE TOTAL MO (m) = *; MO
7300 PRINT : PRINT : INPUT *B EN DIRECCION X (m) = *; B2; PRINT
7310 PRINT : PRINT : INPUT *B EN DIRECCION Y (m) = *; B1; PRINT : PRINT
7312 INPUT *          S O N   C O R R E C T O S   S/N *; B0
7313 IF B0 = "N" THEN 7260
7315 IF B1 = B2 THEN 7420
7320 IF M(1) < M(3) THEN 7340
7330 IF B2 > B1 THEN 7420 ELSE 7350
7340 IF B1 > B2 THEN 7420 ELSE 7360
7350 CLS : PRINT : PRINT * EL MOMENTO EN DIRECCION X ES MAYOR QUE EN Y
7360 PRINT * Y LA DIMENSION EN X ES MENOR QUE EN Y INCORRECTO*
7362 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
7364 INPUT * TECLÉE ENTER PARA CONTINUAR*; AV0
7365 IF AV0 = "ENTER" THEN 7370 ELSE 7370
7370 CLS : GOTO 7300
7380 CLS : PRINT : PRINT * EL MOMENTO EN DIRECCION Y ES MAYOR QUE EN X
7390 PRINT * Y LA DIMENSION EN Y ES MENOR QUE EN X INCORRECTO*
7392 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
7394 INPUT * TECLÉE ENTER PARA CONTINUAR*; AV0
7395 IF AV0 = "ENTER" THEN 7400 ELSE 7400
7400 CLS : GOTO 7300
7410 H0 = .3; B1 = 1; B2 = 1

```

```

7420 CLS : PRINT : PRINT : PRINT "1 ESQUINA": PRINT
7430 PRINT : PRINT "2 COLUNMIAS": PRINT
7440 PRINT : PRINT "3 CENTRAL"
7450 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT "          X *": X1
7454 PRINT : PRINT : INPUT "          ES CORRECTO S/N": M#
7456 IF M# = "N" THEN 7420
7460 IF M# = "M" THEN 7490
7470 P1 = (B1 * B2 - .1225 * D0) * H0 + .1225 * D0 * 2.4 + (B1 * B2 - .1225) * D0 + (.1225 - B1 * B2) * H0 * G1
7480 GOTO 7500
7490 P1 = 0
7500 IF X1 = 2 THEN 7510 ELSE 7540
7510 PRINT : PRINT : PRINT : INPUT "EXCENTRICIDAD EN X o Y": B40
7520 IF B40 = "X" THEN E0 = B2 / 2 ELSE E1 = B1 / 2
7530 GOTO 7560
7540 IF X1 = 1 THEN 7550 ELSE 7560
7550 E2 = B2 / 2: E3 = B1 / 2
7560 P8 = (P(1) + P(1) / (B1 * B2): P9 = (M(1) + V(1)) * D0 + P(1) * E0 + P(1) * E2 * (6 / (B1 * B2 ^ 2))
7565 P10 = (M(3) + V(3)) * D0 + P(1) * E1 + P(1) * E3 * (6 / (B2 * B1 ^ 2))
7570 P2 = (P(1) + P(1) + P(2) + P(4)) / (B1 * B2)
7580 P3 = (P(1) + P(1) - P(2) - P(4)) / (B1 * B2)
7590 P4 = (M(1) + M(2) + (V(1) + V(2)) * D0 + (P(1) + P(2)) * E0 + (P(1) + P(2)) * E2 * (6 / (B1 * B2 ^ 2))
7600 P5 = (M(1) - M(2) + (V(1) - V(2)) * D0 + (P(1) - P(2)) * E0 + (P(1) - P(2)) * E2 * (6 / (B1 * B2 ^ 2))
7610 P6 = (M(3) + M(4) + (V(3) + V(4)) * D0 + (P(1) + P(4)) * E1 + (P(1) + P(4)) * E3 * (6 / (B2 * B1 ^ 2))
7620 P7 = (M(3) - M(4) + (V(3) - V(4)) * D0 + (P(1) - P(4)) * E1 + (P(1) - P(4)) * E3 * (6 / (B2 * B1 ^ 2))
7630 DIM ESF(6)
7640 ESF(1) = P8 + P9 + P10: ESF(2) = P8 - P9 - P10
7670 ESF(3) = P2 + P4 + P6: ESF(4) = P2 - P4 - P6
7680 ESF(5) = P3 + P5 + P7: ESF(6) = P3 - P5 - P7
7690 FOR I = 1 TO 1
7700 FOR J = I + 1 TO 2
7710 IF ESF(I) > ESF(J) THEN 7740
7720 P11 = ESF(I)
7725 ESF(I) = ESF(J)
7730 ESF(J) = P11
7740 NEXT J
7750 NEXT I
7760 IF ESF(1) > Q1 THEN 7790
7765 IF SIGN(ESF(2)) = 1 THEN 7860
7770 IF ABS(ESF(2)) > .13 * ESF(1) THEN 7790
7780 GOTO 7860
7790 CLS : PRINT "LA SECCION "; B2; "x"; B1; " NO ES ADECUADA"
7800 PRINT : PRINT "CONDICIONES ESTATICAS"
7810 PRINT : PRINT "ESFUERZO 1 = "; ESF(1); " T/m2"
7820 PRINT : PRINT "ESFUERZO 2 = "; ESF(2); " T/m2"
7830 PRINT : PRINT : PRINT
7840 PRINT "qa = "; Q1; " T/m2"
7850 PRINT : PRINT : PRINT "13 x ESFUERZO 1 = "; ESF(1) * .13; " T/m2"
7851 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
7852 INPUT "          QUIERES CONTINUAR S/N *": C0#
7853 IF C0# = "N" THEN END
7855 GOTO 8400
7860 FOR I = 3 TO 3
7870 FOR J = I + 1 TO 4
7880 IF ESF(I) > ESF(J) THEN 7920

```

```

7890 P11 = ESF(I)
7900 ESF(I) = ESF(J)
7910 ESF(J) = P11
7920 NEXT J
7925 NEXT I
7930 IF ESF(3) > Q1 * 1.3 THEN 7960
7935 IF SIGN(ESF(4)) = 1 THEN 8050
7940 IF ABS(ESF(4)) > .13 * ESF(3) THEN 7960
7950 GOTO 8050
7960 CLS : PRINT "LA SECCION " ; B2 ; "x" ; B1 ; " NO ES ADECUADA"
7970 PRINT : PRINT "CONDICIONES ESTATICAS"
7980 PRINT : PRINT "ESFUERZO 1 = " ; ESF(1) ; " T/m2"
7990 PRINT : PRINT "ESFUERZO 2 = " ; ESF(2) ; " T/m2"
8000 PRINT : PRINT "ESTATICO + COMBINACIONES SISMICAS"
8010 PRINT : PRINT "ESFUERZO 1 = " ; ESF(3) ; " T/m2"
8020 PRINT : PRINT "ESFUERZO 2 = " ; ESF(4) ; " T/m2"
8030 PRINT : PRINT "qa x 1.3 = " ; Q1 * 1.3 ; " T/m2"
8040 PRINT : PRINT "10% DE ESFUERZO 1 = " ; .13 * ESF(3) ; " T/m2"
8042 PRINT : PRINT "      " ; " QUIERES CONTINUAR S/N? ; C08
8043 IF C08 = "N" THEN END
8045 GOTO 8040
8050 FOR I = 5 TO 5
8060 FOR J = 1 + 1 TO 6
8070 IF ESF(I) > ESF(J) THEN 8110
8080 P11 = ESF(I)
8090 ESF(I) = ESF(J)
8100 ESF(J) = P11
8110 NEXT J
8120 NEXT I
8130 IF ESF(5) > Q1 * 1.3 THEN 8160
8135 IF SIGN(ESF(6)) = 1 THEN 8250
8140 IF ABS(ESF(6)) > .13 * ESF(5) THEN 8160
8150 GOTO 8250
8160 CLS : PRINT "LA SECCION " ; B2 ; "x" ; B1 ; " NO ES ADECUADA"
8170 PRINT : PRINT "CONDICIONES ESTATICAS"
8180 PRINT : PRINT "ESFUERZO 1 = " ; ESF(1) ; " T/m2"
8190 PRINT : PRINT "ESFUERZO 2 = " ; ESF(2) ; " T/m2"
8200 PRINT : PRINT "ESTATICO + COMBINACIONES SISMICAS"
8210 PRINT : PRINT "ESFUERZO 1 = " ; ESF(5) ; " T/m2"
8220 PRINT : PRINT "ESFUERZO 2 = " ; ESF(6) ; " T/m2"
8230 PRINT : PRINT "qa x 1.3 = " ; Q1 * 1.3 ; " T/m2"
8240 PRINT : PRINT "10% DE ESFUERZO 1 = " ; .13 * ESF(5) ; " T/m2"
8242 PRINT : PRINT "      " ; " QUIERES CONTINUAR S/N? ; C08
8243 IF C08 = "N" THEN END
8245 GOTO 8040
8250 CLS : PRINT "LA SECCION " ; B2 ; "x" ; B1 ; " ES ADECUADA"
8260 PRINT : PRINT "CONDICIONES ESTATICAS"
8270 PRINT : PRINT "ESFUERZO 1 = " ; ESF(1) ; " T/m2"
8280 PRINT : PRINT "ESFUERZO 2 = " ; ESF(2) ; " T/m2"
8290 PRINT : PRINT "ESTATICO + COMBINACIONES SISMICAS"
8300 PRINT : PRINT "ESFUERZO 1 = " ; ESF(3) ; " T/m2"
8310 PRINT : PRINT "ESFUERZO 2 = " ; ESF(4) ; " T/m2"
8320 PRINT : PRINT "ESFUERZO 3 = " ; ESF(5) ; " T/m2"
8330 PRINT : PRINT "ESFUERZO 4 = " ; ESF(6) ; " T/m2"

```

```

8340 PRINT : PRINT "a = "; B1 ; " T/a2", "      a x 1,3 = "; B1 * 1,3 ; " T/a2"
8360 PRINT : PRINT "13% DE ESF 1 = "; .13 * ESF(3) ; " T/a2", "      13% DE ESF 3 = "; .13 * ESF(5) ; " T/a2"
8370 PRINT : INPUT "      QUIERES PRUBAR OTRA SECCION S/N"; I08
8380 IF I08 = "S" THEN CLS ELSE 8550
8390 GOTO 8410
8400 CLS : PRINT "INCREMENTO DE DIMENSIONES"
8410 PRINT : PRINT "DIMENSION EN X = "; B2 ; " a"
8420 PRINT : PRINT "DIMENSION EN Y = "; B1 ; " a"
8430 PRINT : PRINT : INPUT "NUEVA DIMENSION EN X (a) = "; B2
8440 PRINT : INPUT "NUEVA DIMENSION EN Y (a) = "; B1
8444 PRINT : PRINT : PRINT ; INPUT "      SON CORRECTOS S/N"; N18
8446 IF N18 = "N" THEN 8380
8450 IF B1 = B2 THEN 7470
8460 IF W(1) < W(3) THEN 8480
8470 IF B2 > B1 THEN 7470 ELSE 8490
8480 IF B1 > B2 THEN 7470 ELSE 8520
8490 PRINT : PRINT "EL MOMENTO EN DIRECCION X ES MAYOR QUE EN Y"
8500 PRINT "LA DIMENSION EN X ES MENOR QUE EN Y INCORRECTO"
8510 CLS : GOTO 8430
8520 PRINT : PRINT "EL MOMENTO EN DIRECCION Y ES MAYOR QUE EN X"
8530 PRINT "LA DIMENSION EN Y ES MENOR QUE EN X INCORRECTO"
8540 CLS : GOTO 8430
8550 CLS : PRINT "      PROPIEDADES DE LOS MATERIALES"
8560 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
8570 INPUT "RESISTENCIA A LA COMPRESION f'c (Kg/cm2) = "; F1
8580 PRINT : PRINT : INPUT "ESFUERZO A LA FLUENCIA fy (Kg/cm2) = "; F2
8590 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
8590 INPUT "      SON CORRECTOS S/N"; F38
8595 IF F38 = "N" THEN 8550
8600 CLS : PRINT "      REVISION POR PENETRACION"
8605 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : INPUT "PERALTE d (a) = "; H0
8610 M01 = (P1 + P(1)) * 1,4 ; EX1 = (1,4 * W(1)) / M01 ; EY1 = (1,4 * W(3)) / M01
8620 A01 = (B2 - 2 * EX1) * (B1 - 2 * EY1) ; P01 = (1,4 * P(1)) / A01
8625 PUY1 = P01
8630 M02 = (P1 + P(1)) * 1,4 + P(2) ; EX2 = (1,4 * W(1) + W(2)) / M02 ; EY2 = (1,4 * W(3) + W(4)) / M02
8640 A02 = (B2 - 2 * EX2) * (B1 - 2 * EY2) ; P02 = (1,4 * P(1) + P(2)) / A02
8644 MUY2 = (P1 + P(1)) * 1,4 + P(4) ; EX2 = (1,4 * W(1) + W(2)) / MUY2 ; EY2 = (1,4 * W(3) + W(4)) / MUY2
8646 A02 = (B2 - 2 * EX2) * (B1 - 2 * EY2) ; PUY2 = (1,4 * P(1) + P(4)) / A02
8650 M03 = (P1 + P(1)) * 1,4 + P(2) ; EX3 = (1,4 * W(1) - W(2)) / M03 ; EY3 = (1,4 * W(3) - W(4)) / M03
8660 A03 = (B2 - 2 * EX3) * (B1 - 2 * EY3) ; P03 = (1,4 * P(1) - P(2)) / A03
8664 MUY3 = (P1 + P(1)) * 1,4 - P(4) ; EX3 = (1,4 * W(1) - W(2)) / MUY3 ; EY3 = (1,4 * W(3) - W(4)) / MUY3
8666 A03 = (B2 - 2 * EX3) * (B1 - 2 * EY3) ; PUY3 = (1,4 * P(1) - P(4)) / A03
8670 CTEX = ((1,5 * B2) ^ 2) * .5 ; B1 ; CTEY = ((1,5 * B1) ^ 2) * .5 ; B2
8680 M04 = P01 * CTEX ; M02 = P02 * CTEX ; M03 = P03 * CTEX
8690 MY1 = PUY1 * CTEY ; MY2 = PUY2 * CTEY ; MY3 = PUY3 * CTEY
8700 IF M02 > M03 THEN 8710 ELSE 8720
8710 IF M02 > 1,3 * M01 THEN M02 = M02 ELSE M02 = M01
8715 GOTO 8730
8720 IF M03 > 1,3 * M01 THEN M03 = M03 ELSE M03 = M01
8730 IF MY2 > MY3 THEN 8740 ELSE 8750
8740 IF MY2 > 1,3 * MY1 THEN MY2 = MY2 ELSE MY2 = MY1
8745 GOTO 8760
8750 IF MY3 > 1,3 * MY1 THEN MY3 = MY3 ELSE MY3 = MY1
8760 IF M04 = M01 THEN 8790 ELSE 8770

```

```

8770 IF M0D * M02 THEN 8800 ELSE 8780
8780 IF M03 * M03 THEN 8810
8790 V0X = P(1) - P0X1 * (.3 + M0) ^ 2: GOTO 8820
8800 V0X = P(1) + P(2) - P0X2 * (.3 + M0) ^ 2: GOTO 8820
8810 V0X = P(1) - P(2) - P0X3 * (.3 + M0) ^ 2
8820 IF M1D * M11 THEN 8850 ELSE 8830
8830 IF M1D * M12 THEN 8860 ELSE 8840
8840 IF M1D * M13 THEN 8870
8850 V0Y = P(1) - P0Y1 * (.3 + M0) ^ 2: GOTO 8880
8860 V0Y = P(1) + P(4) - P0Y2 * (.3 + M0) ^ 2: GOTO 8880
8870 V0Y = P(1) - P(4) - P0Y3 * (.3 + M0) ^ 2
8880 AP = (.30 + M0 * 100) * 4 * M0 * 100: VR = .5 * SQR(.8 * F1)
8890 CAB = (.30 + M0 * 100) * .5: PAT1 = ((M0 * 100 * (.30 + M0 * 100) ^ 3) / 6)
8894 PAT2 = ((.30 + M0 * 100) * (M0 * 100) ^ 3) / 6: PAT3 = (((.30 + M0 * 100) ^ 3 * M0 * 100) / 2)
8896 JC = PAT1 + PAT2 + PAT3
8900 IF M0D * M1D THEN 8930
8910 V0A = .4 * M1D * (CAB / JC): V0T = ((V0Y * 1000) / AP) + V0A
8920 GOTO 8940
8930 V0A = .4 * M0D * (CAB / JC): V0T = ((V0X * 1000) / PA) + V0A
8940 IF V0T > VR THEN 8980
8950 CLS: PRINT " PENETRACION "
8952 PRINT: PRINT: PRINT: PRINT
8954 PRINT "ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE = ": VR: " (Kg/cm2)"
8956 PRINT: PRINT: PRINT "ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE = ": V0T: " (kg/cm2)"
8958 PRINT: PRINT: PRINT
8964 PRINT "EL PERALTE d = ": M0: " (m) SE ACEPTA POR PENETRACION"
8964 PRINT: PRINT: PRINT: INPUT "OPRIMA RETURN PARA CONTINUAR", JMS
8966 IF JMS = "C" THEN 8970 ELSE 8970
8970 GOTO 9020
8980 CLS: PRINT " PENETRACION "
8982 PRINT: PRINT: PRINT: PRINT
8984 PRINT "ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE = ": VR: " (Kg/cm2)"
8986 PRINT: PRINT: PRINT "ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE = ": V0T: " (kg/cm2)"
8988 PRINT: PRINT
8990 PRINT "EL PERALTE d = ": M0: " (m) NO SE ACEPTA POR PENETRACION"
9000 PRINT: PRINT: INPUT "NUEVO PERALTE (m) =": M0
9004 PRINT: PRINT: PRINT: INPUT "OPRIMA RETURN PARA CONTINUAR", JMS
9006 IF M0 = "C" THEN 9010 ELSE 9010
9010 GOTO 8880
9020 IF F1 >= 250 THEN EC = 14000 * SQR(F1) ELSE EC = 6000 * SQR(F1)
9030 fs = .5 * F2: fc = .45 * F1: ES = 2000000
9040 n = ES / EC: K = 1 / (1 + ((fs / (n * fc)))): J = 1 - (K / 3): K = .5 * fc * J * K
9050 dx = SQR((M0D * 100000) / (K * B2 * 100)): dy = SQR((M1D * 100000) / (K * B1 * 100))
9060 IF dx > M0 * 100 THEN 9070 ELSE 9090
9070 CLS: PRINT " REVISION DEL PERALTE POR FLEXION "
9072 PRINT: PRINT: PRINT: PRINT
9074 PRINT "PERALTE PROPUESTO = ": M0 * 100: " (cm)": PRINT: PRINT
9076 PRINT "PERALTE REQUERIDO POR FLEXION EN X = ": dx: " (cm)"
9078 PRINT: PRINT: PRINT "PERALTE REQUERIDO POR FLEXION EN Y = ": dy: " (cm)"
9079 PRINT: PRINT: PRINT
9080 PRINT "EL PERALTE d = ": M0: " (m) NO SE ACEPTA POR MOMENTO": GOTO 9000
9084 PRINT: INPUT "OPRIMA RETURN PARA CONTINUAR", JMS
9086 IF JMS = "C" THEN 9000 ELSE 9000
9090 IF dy > M0 * 100 THEN 9070

```

```

9100 ASX = (NOO * 1000001) / (fs * J * HO * 100); ASY = (MYD * 1000001) / (fs * J * HO * 100)
9102 IF ASX < .3 * HO * 100 THEN ASX = .3 * 100 * HO ELSE 9104
9104 IF ASY < .3 * HO * 100 THEN ASY = .3 * 100 * HO ELSE 9110
9110 CLS : PRINT "                A R M A D O   D E   Z A P A T A"
9120 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT "NOO=" ; NOO, "MYD=" ; MYD
9130 PRINT : PRINT : PRINT "AREA DE ACERO NECESARIA EN X = " ; ASX ; " [cm2]"
9140 PRINT : PRINT : PRINT "AREA DE ACERO NECESARIA EN Y = " ; ASY ; " [cm2]"
9150 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
9160 INPUT " # DE VARILLA PARA ARMAR = " ; VAR
9170 ASR = ((VAR / 8) * 2.54) / 2 ^ 2 * 3.1416
9180 SX = (ASR * 100) / ASX; SY = (ASR * 100) / ASY; SM = 3.5 * (HO * 100 + 2.5)
9190 IF SX > SM THEN SX = SM
9200 IF SY > SM THEN SY = SM
9210 CLS : PRINT "                A R M A D O   D E   Z A P A T A"
9220 PRINT : PRINT : PRINT
9230 PRINT " CON VARILLAS DEL #"; VAR; " LAS SEPARACIONES SON"
9240 PRINT : PRINT
9250 PRINT "SEPARACION EN X = " ; SX ; " [cm]"
9260 PRINT : PRINT : PRINT "SEPARACION EN Y = " ; SY ; " [cm]"
9270 PRINT : PRINT : PRINT
9280 INPUT " QUIERES PROBAR OTRO ARMADO (VARILLA)  S/N " ; F30
9290 IF F30 = "N" THEN 5300 ELSE 9110
9300 PRINT : INPUT " OTRO TIPO DE ZAPATA C/LAS MISMAS FUERZAS ACTUANTES  S/N " ; F30
9310 IF F30 = "N" THEN 9320 ELSE 7420
9320 PRINT : INPUT "OTRO DISEÑO  S/N " ; N10
9330 IF N10 = "N" THEN END ELSE 7000

```



\*\*\*\*\*  
 ZAPATAS AISLADAS  
 \*\*\*\*\*

CARACTERISTICAS GENERALES

CARGA ADMISIBLE DEL SUELO  $q_a$  [T/m<sup>2</sup>] = ? 9.024  
 PESO VOLUMETRICO DEL RELLENO [T/m<sup>3</sup>] = ? 1.8  
 PROFUNDIDAD DE DESPLANTE [m] = ? 1

SON CORRECTOS S/N ? S

ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO

\*\*\*\*\*  
 CARGA AXIAL ESTATICA EN X [Ton] = ? 9  
 MOMENTO ESTATICO EN X [Tm] = ? -1  
 CORTANTE ESTATICO EN X [Ton] = ? -.5  
 CARGA AXIAL SISMICA EN X [Ton] = ? 2  
 MOMENTO SISMICO EN X [Tm] = ? 1  
 CORTANTE SISMICO EN X [Ton] = ? 1

SON CORRECTOS S/N ? S

CARGA AXIAL ESTATICA EN Y [Ton] = ?  
 MOMENTO ESTATICO EN Y [Tm] = ?  
 CORTANTE ESTATICO EN Y [Ton] = ?  
 CARGA AXIAL SISMICA EN Y [Ton] = ?  
 MOMENTO SISMICO EN Y [Tm] = ?  
 CORTANTE SISMICO EN Y [Ton] = ?

SON CORRECTOS S/N ? S

CONSIDERO PoPo DE ZAPATA S/N ? S

QUIERES DAR DIMENSIONES PRELIMINARES S/N ? S

PERALTE TOTAL HO [m] = ? .1

B EN DIRECCION X [m] = ? 1.5

B EN DIRECCION Y [m] = ? 1.5

SON CORRECTOS S/N ? S

- 1 ESQUINA
- 2 COLINDANCIA
- 3 CENTRAL

X ? 3

SON CORRECTOS S/N ? S

LA SECCION 1.5 x 1.5 ES ADECUADA

CONDICIONES ESTATICAS

ESFUERZO 1 = 8.556087 T/m<sup>2</sup>

ESFUERZO 2 = 3.222733 T/m<sup>2</sup>

ESTATICO + COMBINACIONES SISMICAS

ESFUERZO 1 = 7.667178 T/m<sup>2</sup>

ESFUERZO 2 = 5.8894 T/m<sup>2</sup>

ESFUERZO 3 = 11.22273 T/m<sup>2</sup>

ESFUERZO 4 = -1.221711 T/m<sup>2</sup>

qa = 0.024 T/m<sup>2</sup>

qa x 1.3 = 11.7312 T/m<sup>2</sup>

13% DE ESF 1 = .9997331 T/m<sup>2</sup>

13% DE ESF 3 = 1.458955 T/m<sup>2</sup>

QUIERES PROBAR OTRA SECCION S/N ? S

DIMENSION EN X = 1.5 m

DIMENSION EN Y = 1.5 m

NUEVA DIMENSION EN X [m] = ? 1.4

NUEVA DIMENSION EN Y [m] = ? 1.4

SON CORRECTOS S/N ? S

LA SECCION 1.4 x 1.4 NO ES ADECUADA

CONDICIONES ESTATICAS

ESFUERZO 1 = 9.793594 T/m<sup>2</sup>

ESFUERZO 2 = 3.233928 T/m<sup>2</sup>

qa = 9.024 T/m<sup>2</sup>

13% ESFUERZO 1 = 1.273167 T/m<sup>2</sup>

QUIERES CONTINUAR S/N ? S

Se incrementan nuevamente las dimensiones a 1.5x1.5

QUIERES PROBAR OTRA SECCION S/N ? N

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

RESISTENCIA A LA COMPRESION  $f'c$  [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 250

ESFUERZO A LA FLUENCIA  $f_y$  [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 4200

SON CORRECTOS S/N ? S

## REVISION POR PENETRACION

PERALTE  $d$  [m] = ? .1

## PENETRACION

ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE = 7.071068 [Kg/cm<sup>2</sup>]

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE = 5.116235 [Kg/cm<sup>2</sup>]

EL PERALTE  $d$  = .1 [m] SE ACEPTA POR PENETRACION

OPRIMA RETURN PARA CONTINUAR

## ARMADO DE ZAPATA

MXD = 2.325402

MYD = 2.325402

AREA DE ACERO NECESARIA EN X = 11.48833 [cm]

AREA DE ACERO NECESARIA EN Y = 11.48833 [cm]

# DE VARILLA PARA ARMAR = ? 4

## ARMADO DE ZAPATA

CON VARILLAS DEL # 4 LAS SEPARACIONES SON

SEPARACION EN X = 11.04583 [cm]

SEPARACION EN Y = 11.04583 [cm]

QUIERES PROBAR OTRO ARMADO (VARILLA) S/N ? N  
 OTRO TIPO DE ZAPATA C/LAS MISMAS FUERZAS ACTUANTES S/N ? S

- 1 ESQUINA
- 2 COLINDANCIA
- 3 CENTRAL

X ? 2

ES CORRECTO S/N ? S

EXCENRICIDAD EN X o Y ? X

LA SECCION 1.5 x 1.5 NO ES ADECUADA  
 CONDICIONES ESTATICAS

ESFUERZO 1 = 15.22273 T/m<sup>2</sup>

ESFUERZO 2 = -3.443993 T/m<sup>2</sup>

q<sub>a</sub> = 9.024 T/m<sup>2</sup>

13% ESFUERZO 1 = 1.978095 T/m<sup>2</sup>

QUIERES CONTINUAR S/N ? S

INCREMENTO DE DIMENSIONES

DIMENSION EN X = 1.5 m

DIMENSION EN Y = 1.5 m

NUEVA DIMENSION EN X = ? 3

NUEVA DIMENSION EN Y = ? 3

SON CORRECTOS S/N ? S

EXCENTRICIDAD EN X o Y ? X

LA SECCION 3 x 3 ES ADECUADA

CONDICIONES ESTATICAS

ESFUERZO 1 = 5.534017 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 2 = .2006831 T/m<sup>2</sup>

ESTATICAS + COMBINACIONES SISMICAS

ESFUERZO 1 = 6.88735 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 2 = -.688208 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 3 = 4.200683 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 4 = 1.089572 T/m<sup>2</sup>qa = 9.024 T/m<sup>2</sup>qa x 1.3 = 11.7312 T/m<sup>2</sup>13% DE ESF 1 = .8927554 T/m<sup>2</sup>13% DE ESF 3 = .5460888 T/m<sup>2</sup>

QUIERES PROBAR OTRA SECCION S/N ? N

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

RESISTENCIA A LA COMPRESION f'c [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 250ESFUERZO A LA FLUENCIA fy [Kg/cm<sup>2</sup>] = ? 4200

SON CORRECTOS S/N ? S

REVISION POR PENETRACION

PERALTE d (m) = ? .1

## P E N E T R A C I O N

ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE = 7.071088 [Kg/cm<sup>2</sup>]

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE = 5.488881 [Kg/cm<sup>2</sup>]

EL PERALTE  $d = .1$  [m] SE ACEPTA POR PENETRACION

OPRIMA RETURN PARA CONTINUAR

## A R M A D O D E Z A P A T A

MXD = 4.60601

MYD = 4.60601

AREA DE ACERO NECESARIA EN X = 24.60881 [cm<sup>2</sup>]

AREA DE ACERO NECESARIA EN Y = 24.60881 [cm<sup>2</sup>]

# DE VARILLA PARA ARMAR = ? 6

## A R M A D O D E Z A P A T A

CON VARILLAS DEL # 6 LAS SEPARACIONES SON

SEPARACION EN X = 11.58218 [cm]

SEPARACION EN Y = 11.58218 [cm]

QUIERES PROBAR OTRO ARMADO (VARILLA) S/N ? N

OTRO TIPO DE ZAPATA C/LAS MISMAS FUERZA ACTUANTES S/N ? S

- 1 ESQUINA
- 2 COLINDANCIA
- 3 CENTRAL

X ? 1

ES CORRECTO S/N ? S

LA SECCION 3 x 3 NO ES ADECUADA

CONDICIONES ESTATICAS

ESFUERZO 1 = 11.53402 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 2 = -5.799316 T/m<sup>2</sup>q<sub>a</sub> = 9.024 T/m<sup>2</sup>13 % ESFUERZO 1 = 1.499422 T/m<sup>2</sup>

QUIERES CONTINUAR S/N ? S

INCREMENTO DE DIMENSIONES

DIMENSION EN X = 1.5 m

DIMENSION EN Y = 1.5 m

NUEVA DIMENSION EN X [m] = ? 5.5

NUEVA DIMENSION EN Y [m] = ? 5.5

SON CORRECTOS S/N ? S

LA SECCION 5.5 x 5.5 ES ADECUADA

CONDICIONES ESTATICAS

ESFUERZO 1 = 4.377588 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 2 = -5.817389E-02 T/m<sup>2</sup>

ESTATICO + COMBINACIONES SISMICAS

ESFUERZO 1 = 4.822367 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 2 = -.3707209 T/m<sup>2</sup>ESFUERZO 3 = 3.93281 T/m<sup>2</sup>



ESFUERZO 4 = .2543732 T/m<sup>2</sup>

qa = 9.024 T/m<sup>2</sup>

13% ESF 1 = .6269076 T/m<sup>2</sup>

qa x 1.3 = 11.7312 T/m<sup>2</sup>

13% ESF 3 = .5112653 T/m<sup>2</sup>

QUIERES PROBAR OTRA SECCION S/N ? N

REVISION POR PENETRACION

PERALTE d (m) = ? .1

PENETRACION

ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE = 7.071068 [Kg/cm<sup>2</sup>]

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE = 5.583737 [Kg/cm<sup>2</sup>]

EL PERALTE d = .1 (m) SE ACEPTA POR PENETRACION

OPRIMA RETURN PARA CONTINUAR

ARMADO DE ZAPATA

MXD = 8.614551

MYD = 8.614551

AREA DE ACERO NECESARIA EN X = 46.02549 [cm<sup>2</sup>]

AREA DE ACERO NECESARIA EN Y = 46.02549 [cm<sup>2</sup>]

# DE VARILLA PARA ARMAR = ? 8

ARMADO DE ZAPATA

CON VARILLAS DEL # 8 LAS SEPARACIONES SON

SEPARACION EN X = 11.0093 [cm]

SEPARACION EN Y = 11.0093 [cm]

QUIERES PROBAR OTRO ARMADO (VARILLA) S/N ? N

OTRO TIPO DE ZAPATA C/LAS MISMAS FUERZAS ACTUANTES S/N ? N

OTRO DISEÑO S/N ? N

## CAPITULO VII CONCLUSIONES

Por la forma sencilla de la estructura de los programas, así como el lenguaje de programación, estos son de fácil acceso para los usuarios tanto en su manejo de estos como para hacer modificaciones de acuerdo a las necesidades que el usuario tenga, estas modificaciones pueden ser en cuanto a presentación en pantalla como en la salida para impresión de resultados.

La elaboración de los programas se basa en la secuela de cálculo de los procedimientos generales de diseño que se hace en forma tradicional (sólo con la ayuda de una calculadora y en su caso con gráficas de diseño), esto representa una ventaja más ya que en un momento dado se pueden solicitar (mediante alguna de las modificaciones antes mencionadas) resultados parciales que el usuario requiera.

El usuario puede diseñar varias trabes, losas, columnas y zapatas en un tiempo mucho menor que el que se requeriría si se hicieran los cálculos a pie, además se pueden probar varias alternativas de solución para un mismo problema, una desventaja que presentan los programas es que no se manejan archivos de datos con lo cual serían aun más ventajosos ya que en ocasiones es indispensable tener almacenada esta información tanto datos como resultados.

En cada tema se presentan las teorías básicas que rigen el diseño de los elementos correspondientes, por lo que la presente puede ser utilizada como un apoyo didáctico para los alumnos que se inician en el tema de diseño de elementos de concreto reforzado, así pues la misma puede constituir una base de apoyo para los alumnos que empiezan a introducirse en una de las tantas especialidades de la ingeniería civil.

Por lo que este trabajo tiene ventajas sobre el software existente acerca del tema ya que los paquetes de diseño existente no son siempre accesibles para todos ya sea por su costo elevado ó bien por lo sofisticado de estos.

En cuanto al lenguaje de programación utilizado (basic), también se presenta la ventaja sobre los otros lenguajes ya que no siempre se cuenta con un compilador para ser utilizado en una microcomputadora (PC).

Además las restricciones a las que están sujetos los programas son las que marcan el Reglamento para el Distrito Federal y el área metropolitana, así como las Normas Técnicas Complementarias, esto representa una ventaja más ya que otros programas manejan reglamentos extranjeros que difieren de las disposiciones nacionales.

**BIBLIOGRAFIA**

- Ing. Marco Aurelio Torres H. Diseño Plástico, segunda edición, Editorial Patria, S.A.
- Dr. Edward G. Nawy, P.E. Concreto Reforzado un Enfoque Básico, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
- Phil M. Ferguson. Teoría Elemental del Concreto Reforzado, segunda edición, Compañía Editorial Continental, S.A.
- F.R. Shanley. Mecánica de Materiales, McGraw-Hill Book Company.
- M.I. Merrifield Castro Claudio. Apuntes del Curso.
- R. Park y T. Paulay. Estructuras de Concreto Reforzado, 1983, Editorial Limusa.
- Centro de Actualización Profesional. Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción para el D.F-87.

# INDICE

	Página
I) Introducción .....	1
II) Diseño de traves rectangulares .....	4
II.A Hipotesis de la teoria plástica .....	4
II.B Flexión .....	6
II.B.1 Sección simplemente armada .....	6
II.B.2 Sección doblemente armada .....	13
II.C Cortante .....	17
III) Diseño de losas .....	23
III.A Observaciones sobre la tabla de coeficientes .....	24
III.B Disposiciones generales (RCDF-1987) .....	26
IV) Diseño de columnas .....	30
IV.A Columnas sujetas a carga axial .....	30
IV.A.1 Efectos de esbeltez .....	32
IV.B Columnas cortas .....	33
IV.B.1 Determinación del factor K .....	34
IV.C Columnas largas .....	35
IV.D Columnas sujetas a compresión y flexión biaxial .....	37
IV.E Columnas sujetas a compresión y flexión uniaxial .....	39
IV.F Disposiciones generales (RCDF-1987) .....	39
V) Diseño de zapatas aisladas .....	41
V.A Introducción .....	41
V.B Caso general .....	41
V.C Tipos de zapatas .....	42
V.D Secuela de cálculo .....	42
V.E Dimensionamiento por esfuerzos permisibles .....	43
V.F Revisión del peralte por cortante .....	44

V.G	Revisión del peralte por flexión .....	46
VI)	Programas de computadora y ejemplos .....	47
	Diseño de trabes .....	53
	Ejemplo .....	56
	Diseño de losas .....	61
	Ejemplo .....	67
	Diseño de columnas .....	77
	Ejemplo .....	84
	Diseño de zapatas .....	89
	Ejemplo .....	95
VII)	Conclusiones .....	105
	Bibliografía .....	107