

14 870115
24

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"Programa de Cálculo por Computadora de Losas Perimetralmente
Apoyadas y Placas Planas sin Abacos"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A
JUAN ROBLES ROBLES
GUADALAJARA, JALISCO 1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. DIFERENTES TIPOS DE LOSAS Y METODOS PARA SU CALCULO.	3
I. Introducción	3
II. Tipos de losas	4
III. Diferentes métodos de diseño	10
IV. Teoría de la línea de fluencia	16
V. Método de la franja	24
VI. Método de marco equivalente	29
III. METODO DE DISEÑO DIRECTO.	36
IV. PROGRAMA PARA COMPUTADORA.	59
V. APLICACION DEL PROGRAMA.	61
VI. CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	

CAPITULO I

INTRODUCCION.

Un sistema de piso es una combinación de elementos estructurales con el fin de lograr una superficie de apoyo capaz de resistir las distintas sollicitaciones que se aplicarán en ella. Los primeros sistemas de piso estuvieron formados por un conjunto de tablones apoyados en vigas de madera y actualmente todavía se emplean mucho, perfiles de acero combinados con tabiques o ladrillos para formar un piso a base de bóvedas. Pero de los diferentes sistemas de piso, el que más ventajas ofrece es el uso de losas de concreto, pues resulta más económico, tiene mayor capacidad de resistencia y mayor facilidad de ejecución; además se consigue un peralte del techo reducido y una superficie inferior plana que requiere un acabado muy económico.

Debido a las ventajas sobre otros sistemas de pisos, las losas de concreto apoyadas sobre vigas perimetrales, sobre muros o directamente sobre columnas, son la solución preferida, sobre todo en edificios de más de tres niveles. Para su diseño existen diferentes procedimientos basados en la teoría elástica, análisis al límite, teoría de la resistencia última, métodos empíricos y otros; pero cualquiera que sea el procedimiento debe garantizarse que la estructura tendrá un comportamiento aceptable bajo condiciones de servicio; para esto deben compararse los valores de las respuestas (deformaciones, agrietamiento, durabilidad) de la losa, correspondientes a las acciones estimadas, con ciertos límites preestablecidos, teniendo en cuenta que la mejor herramienta que tiene el diseñador para fijar límites de tolerancia es su experiencia con es-

estructuras semejantes, actuando bajo condiciones similares.

El contenido de este trabajo no representa de ninguna manera a un texto especializado en el estudio de las losas; el fin es únicamente mostrar un panorama general de algunos procedimientos de diseño de losas, destacando el Método de Diseño Directo, para cuyo procedimiento se ha desarrollado un sencillo programa para computadora. En el desarrollo del tema se dan por conocidos muchos detalles, pues se considera que quien lea este trabajo debe estar familiarizado en cierta medida con la literatura -- del tema.

CAPITULO II

DIFERENTES TIPOS DE LOSAS Y METODOS PARA SU CALCULO

I. INTRODUCCION:

El diseño de losas en los diferentes métodos está influenciado principalmente por las cargas flexionantes, aunque las fuerzas cortantes pueden ser también el principal factor limitante, especialmente cuando actúan en combinación con la transferencia de momentos desbalanceados alrededor de las columnas.

Las losas son estructuras en tres dimensiones altamente indeterminadas que no pueden analizarse con precisión como una estructura plana.

Por lo general se utilizan métodos aproximados de análisis, pero el calculista debe comprender la naturaleza de sus aproximaciones y el grado de exactitud que pueden tener. La suposición convencional es de que el análisis en dos dimensiones es adecuado para la mayoría de los diseños sobre todo si se considera que las cargas son uniformemente distribuidas.

Debido a la dificultad que representa el analizar una losa, excepto mediante disposiciones arbitrarias de un reglamento, es necesario tener una idea del funcionamiento mecánico de éstas. Para conocer el comportamiento completo de un sistema de losas es necesario hacer pruebas meticulosas en un laboratorio. Los momentos flexionantes y torsionantes, fuerzas cortantes y deflexiones de un sistema de losas, con dimensiones, propiedades del material y -

contenido de acero conocidos en todas las etapas de carga, pueden ser determinados analíticamente usando las condiciones de equilibrio estático y compatibilidad geométrica, si la relación momento-deformación del elemento de losa, y el criterio de fluencia para momentos flexionantes y torsionantes y fuerza cortante, cuando la capacidad del elemento es alcanzada, son conocidas.

II.- TIPOS DE LOSAS:

Las losas pueden dividirse en dos categorías generales: losas sin vigas y losas sostenidas por vigas en todo su perímetro. Aunque existen muchas variantes que combinan ambas categorías.

Las losas sin vigas se conocen como losas planas o placas planas.

Las placas planas son estructuras muy simples que consisten en una losa de espesor uniforme soportada directamente sobre las columnas, como se muestra en la fig. 1.

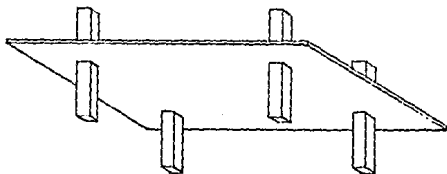


Fig. 1

Las losas planas se caracterizan por la presencia de capiteles en las columnas que a veces incluyen también

ábacos (losas aperaltadas alrededor de las columnas). Fig. 2.

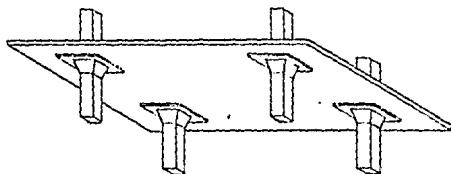


Fig. 2

Los subtipos más comunes podrían ser placas planas con abacos y losas planas sin abacos.

El escoger entre losas planas y placas planas depende principalmente de la magnitud de las cargas de diseño y de los claros. En las placas planas la resistencia está limitada por el esfuerzo cortante de punzonamiento alrededor de las columnas y son usadas cuando las cargas son pequeñas y los claros relativamente cortos. En las losas planas, los capiteles de las columnas y los abacos proporcionan suficiente resistencia para resistir el esfuerzo cortante debido a grandes cargas y largos claros. Este tipo de losas se usan en estructuras industriales que soportan grandes cargas o en casos en que se tengan claros considerables.

Las losas con vigas en todo su perímetro se conocen también como losas en dos direcciones. Estas evolucionaron a partir de los sistemas de losas en una dirección apoyadas sobre vigas y traveses como se muestra en la fig. 3.

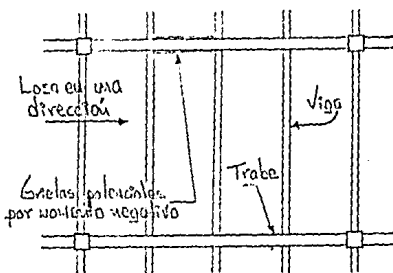


Fig. 3

Las losas en una dirección se calculan como vigas - muy anchas y de poco peralte, con refuerzo para flexión en una sola dirección, en donde las vigas resisten la carga - uniforme transmitida por las losas y las trabes resisten - las reacciones de las vigas y la carga uniforme que actúa - sobre ellas, aunque esto no está del lado de la seguridad, especialmente para el cortante sobre la trabe, finalmente - las trabes transmiten la carga total a las columnas.

Uno de los problemas que se tuvieron con este tipo de losas fue que al no considerar ningún tipo de flexión - paralela a las vigas, se desarrollaban grietas debidas a - momentos negativos cerca de las trabes, por lo cual ahora - se coloca acero para momento negativo transversal a las - trabes.

El análisis en losas de dos direcciones, fig. 4 ..es

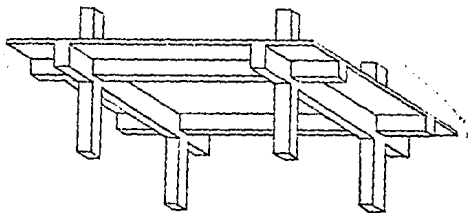


Fig. 4

extremadamente complejo. Se han llevado a cabo muchos intentos analíticos y empíricos, para establecer la división de momentos y fuerzas cortantes en los dos claros y la distribución de ellos a lo largo de los ejes principales de la losa.

Aunque muchos de estos análisis tienen insuficiencias tales como: no tomar en cuenta la relación de Poisson, la torsión, cambios en la rigidez, capacidad última, restricciones de los bordes, variaciones de momentos y cortantes a lo largo de la luz, entre otras.

Las losas tipo waffle o losas nervadas son una variante de las losas sólidas y consisten en un sistema de vigas perpendiculares que soportan una losa mucho más delgada que las losas de espesor uniforme. Fig. 5.

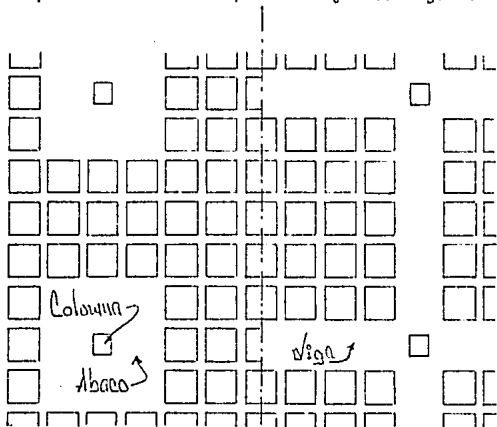


Fig. 5

Con su uso se reduce considerablemente la carga muerta. Se emplean cuando hay claros cercanos o mayores a 10 m, y pueden diseñarse como losas planas o en dos direcciones.

Elección del tipo de losa:

El escoger el tipo de losa adecuado para un piso en particular depende de muchos factores. La economía de construcción es quizás la consideración más importante, aunque esto constituye una variable geográfica. Por otra parte las cargas de diseño, los claros requeridos, los requerimientos de serviciabilidad y requisitos de resistencia, son todos importantes.

Para losas sin vigas, la elección entre losas o placas planas depende del claro y las cargas. Si las cargas vivas son mayores de 500 kg/m² y los claros son superiores a los 7 m, es preferible usar losas planas. Si existen impedimentos arquitectónicos o de otro tipo para usar capiteles o ábacos, pueden usarse caberales o collares metálicos para resistir el esfuerzo cortante, pero el costo será alto; además en este tipo de losas las deflexiones son más difíciles de controlar.

Elegir entre losas sobre vigas perimetrales y losas sin vigas es muy difícil por diferentes razones. En términos de la economía de materiales, las losas sobre vigas aprovechan mejor el acero y requieren menor cantidad de éste, pero las placas o losas planas resultan más baratas en cuanto a mano de obra se refiere, por lo que un parámetro real sería una relación entre el costo relativo de la mano de obra y materiales, según la zona geográfica. Por otra parte si se tienen placas en un edificio de un número deter

minado de pisos, la altura de éste es menor, lo que implica un menor peso y cimentaciones más económicas; además el área que se opone al viento también se reduce al igual que otros componentes estructurales. Todo esto hace más económico el uso de losas sin vigas en lugar de losas perimetralmente apoyadas en vigas. Sin embargo, si la estructura debe soportar fuerzas horizontales muy fuertes, la transferencia de momentos entre las columnas y la losa originará grandes momentos locales, fuerzas cortantes y momentos torsionantes cuyo refuerzo preventivo es difícil de lograr al construir las placas o losas planas. En estos casos las vigas que soportan la losa son muy efectivas pues puede lograrse una conexión viga-columna más eficiente.

También es factible la elección de sistemas de piso en una dirección, consistente en elementos de concreto preesforzado cubriendo claros entre vigas o entre trabes y generalmente cubiertos por una membrana de concreto colada en el lugar.

III.- DIFERENTES METODOS DE DISEÑO:

Teoría de diseño elástico.-

La teoría clásica de diseño elástico aplicada a losas de material isotrópico cuyo espesor hace insignificante la deformación por cortante y las fuerzas en su plano, nos indica que la distribución de momentos y cortantes es tal que:

1.- Las condiciones de equilibrio se satisfacen en cada punto de la losa.

2.- Se cumple con las condiciones de frontera.

3.- El esfuerzo es proporcional a la deformación; es decir, los momentos flexionantes son proporcionales a la curvatura.

La ecuación resultante es una diferencial parcial de cuarto orden en términos de la deflexión de la losa en un punto general $\{ x, y \}$, la carga sobre la losa, y la rigidez de la flexión de la sección de la losa. Esta ecuación es difícil de resolver en muchos casos, particularmente cuando los efectos de la deformación en el sistema de soporte deben tomarse en cuenta. Su solución da la distribución de momentos flexionantes o torsionantes y las fuerzas cortantes a lo largo de la losa.

Cuando las condiciones de frontera y la geometría de la losa son complicadas, la solución del problema es muy tediosa y prácticamente imposible si quieren usarse los procedimientos clásicos de la teoría elástica; sin em-

bargo para estos casos se han desarrollado métodos numéricos y de aproximaciones, los cuales apoyándose en computadoras hacen posible la solución de sistemas de losas con cualquier tipo de carga y condiciones dadas. Entre estos métodos se encuentran: los métodos de diferencias finitas, de solución de ecuaciones lineales simultáneas, variacional de Galerkin, de la matriz de desplazamientos de Gridworks, del elemento finito, de distribución de momentos, de la estructura de Hrennikoff y algunos más. De todos éstos destacan: el método variacional de Galerkin, en el cual la solución del problema se reduce a evaluar numéricamente algunas integrales definidas; el método de diferencias finitas, en el cual las complejas ecuaciones diferenciales pueden tratarse más fácilmente usando diferencias para obtener ecuaciones simultáneas más sencillas, y el método del elemento finito que consiste en reemplazar la continuidad elástica de la losa por una estructura consistente en elementos discretos conectados juntos en los puntos nodales, pero de manera tal que la actual continuidad de esfuerzos y desplazamientos en la losa, es representada aproximadamente por el desplazamiento del punto nodal. La operación crítica en este método es la generación de matrices de flexibilidad, las cuales están íntimamente ligadas a la compatibilidad de las deformaciones dentro del elemento, así como entre elementos adyacentes.

Teoría de diseño límite.-

El análisis al límite reconoce que a causa de la -- plasticidad, la redistribución de momentos y cortantes, -- fuera de la distribución de la teoría elástica, puede ocurrir antes de alcanzarse la carga última. Tal redistribución ocurre porque para las secciones típicas del concreto

hay un pequeño cambio entre el momento y la curvatura una vez que la tensión en el acero alcanza la fluencia.

Cuando la sección de la losa sometida al mayor esfuerzo alcanza el momento de fluencia, se produce un aumento local considerable en curvatura, es decir, fluye y se rehúsa a aceptar un momento mayor, pero no falla, en vez de ésto se obliga a otras secciones de la losa a soportar cargas mayores. En esta teoría se supone que el elemento es lo suficientemente dúctil para permitir la redistribución de momentos.

Para determinar la distribución de momentos y constantes para la carga última, de un sistema de losas dado, puede usarse el método del límite inferior o el del límite superior.

El método del límite inferior (lower bound method) postula una distribución de momentos en el sistema de losas tal, que:

1.- Las condiciones de equilibrio se satisfacen en todo punto del sistema de losas.

2.- La resistencia de las secciones de losa definida por el criterio de fluencia no es excedida en ningún punto del sistema de losas.

3.- Se cumple con las condiciones de frontera.

La carga última es calculada de la ecuación de equilibrio y la distribución de momentos postulada. Con este método se obtiene una carga última correcta o muy baja.

El método del límite superior (upper bound method) postula un mecanismo de colapso para el sistema de losas en la carga última tal, que:

1.- Los momentos en las articulaciones plásticas no son menores que los momentos últimos de resistencia de la sección.

2.- El mecanismo de colapso es compatible con las condiciones de frontera.

Un mecanismo de colapso está compuesto por porciones de la losa separadas por líneas de articulación plástica y la carga última es calculada a partir del mecanismo propuesto. Los momentos últimos de resistencia entre las articulaciones son excedidos si el mecanismo de colapso propuesto es incorrecto. Para un sistema de losas dado el método del límite superior proporciona una carga última que es correcta o muy alta y debe tenerse cuidado al comprobar que el mecanismo de colapso propuesto dé la menor carga última.

El uso más común de las aproximaciones por el método del límite inferior es el método de la franja, y la teoría de la línea de fluencia se basa en el método del límite superior.

Existen otros métodos contenidos en el Reglamento del ACI para diseñar losas uniformemente cargadas. Los procedimientos están basados en estudios analíticos de la distribución de momentos, usando la teoría elástica y de la fuerza utilizando la teoría de la línea de fluencia y además en resultados de la examinación de modelos de es-

estructuras, así como en la experiencia en la construcción de losas.

Existen otros análisis aproximados aunque son algo imperfectos. En la fig. 6 la deflexión en la intersección de las franjas es la misma para cada franja y es igual a $-KWabS^4$ para la franja corta y $KWedL^4$ para la franja larga.

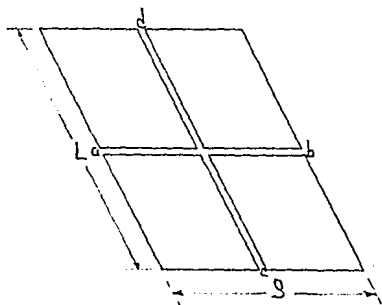


fig. 6

Como la carga total $W=Wab + Wed$ si igualamos las deflexiones de cada franja en el punto de cruce, se obtiene $Wab=WL^4/(L^4+S^4)$. Si $L/S > 2$ la carga tomada por el claro mayor es muy pequeña y la losa se diseña como losa en una dirección.

Aunque el uso de una sola franja es una analogía muy burda y resultarla un mejor análisis si se consideran varias franjas en cada dirección y se toman en cuenta la torsión y la rigidez a la flexión de éstas, pero el trabajo sería excesivo.

El Reglamento del ACI 1963 presenta tres métodos de diseño para losas en dos direcciones. Están basados en un

análisis elástico con algunos reajustes inelásticos llevados a cabo a finales de los años veintes por Westergard y otros científicos. En vez de determinar la distribución exacta de los momentos flectores, se divide la losa en zonas de columna y central, y se asume que el valor del momento permanece constante en el ancho total de la franja.

Para el diseño de losas sin vigas también proporciona el Reglamento del ACI-1963 dos métodos: el Elástico y el Empírico; ambos métodos al igual que el método 1, 2 y 3 para diseño de losas en dos direcciones se apoyan en tablas de coeficientes por los cuales se afectan los momentos en cada zona de la losa.

A pesar de resultar un poco menos económicos, estos antiguos métodos aún pueden emplearse satisfactoriamente cuando las losas a calcular no justifiquen un análisis como el efectuado para un sistema de losas, es decir, cuando se tengan casos sencillos de losas sin construcción compuesta.

IV.- TEORIA DE LA LINEA DE FLUENCIA:

El método para el análisis al límite de losas de concreto conocido como Teoría de la línea de fluencia fue iniciado a mediados del siglo XX. Este procedimiento se basa en el método del límite superior. La carga última del sistema de losas es estimada proponiendo un mecanismo de colapso compatible con las condiciones de frontera. Los momentos en las líneas de articulación plástica son los momentos últimos que resisten las secciones, y la carga última se determina empleando el principio de trabajo virtual o ecuaciones de equilibrio. Este método proporciona una carga última correcta o muy alta, por lo cual debe comprobarse que el resultado sea el menor de todos.

Las partes de la losa entre líneas de fluencia no se revisan para ver si los momentos en esas partes exceden al momento último que resisten las secciones, pero los momentos últimos entre líneas de fluencia sólo son excedidos si se propone un mecanismo de colapso incorrecto. Por lo tanto, todos los mecanismos de colapso posibles deben examinarse de que la capacidad de carga de la losa no está siendo sobrestimada. Debe notarse que la teoría de la línea de fluencia supone un colapso por flexión y supone también que la losa tiene suficiente resistencia al cortante.

Esta teoría es aplicable a losas uniformemente reforzadas. El área de acero por unidad de ancho se supone constante a través de la losa, pero puede ser diferente para refuerzo en dos direcciones y para la parte superior e inferior de la losa. Para tales losas el momento de resistencia última será constante a lo largo de cualquier línea en el plano de la losa.

La configuración de momentos en una losa que soporta la carga última, depende de la resistencia a la flexión de las secciones de la losa, tanto como de las condiciones de frontera y de carga.

Para desarrollar un mecanismo de colapso puede ser necesaria una redistribución de momentos flexionantes. Esto implica que las secciones de losa deben tener suficiente ductilidad para permitir que ocurran rotaciones plásticas en las secciones críticas. La ductilidad disponible depende de la forma de la gráfica de momento-curvatura de la sección. La fig. 7 muestra una relación momento-curvatura típica para una sección simplemente reforzada.

Si se considera una losa de concreto reforzado progresivamente cargada hasta la falla, la distribución de momentos flexionantes se presenta de acuerdo a la teoría elástica antes de haber grietas en la sección. Al agrietarse la losa, la distribución de momentos cambia debido al decremento de la rigidez a la flexión en las secciones agrietadas. Al aumentar más las cargas ocurre la fluencia en el acero en las secciones de máximo momento flexionante y la losa sufre un gran cambio en curvatura en las secciones de fluencia, mientras que el momento permanece prácticamente constante. Una gran redistribución de momentos ocurre al aumentar aún más las cargas, y las líneas de agrietamiento intenso en las que el acero a tensión ha fluído (líneas de fluencia) se propagan hasta dividir la losa en segmentos y formar un mecanismo de colapso. Al ocurrir esto la losa no puede soportar más carga.

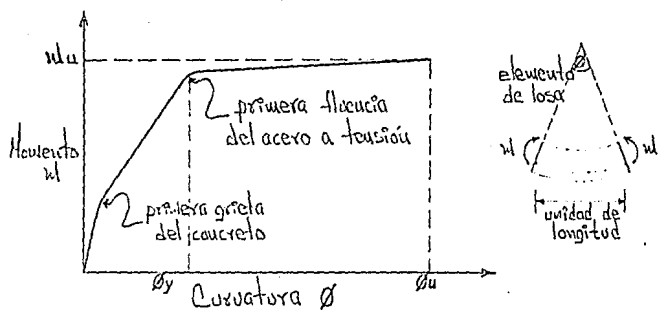
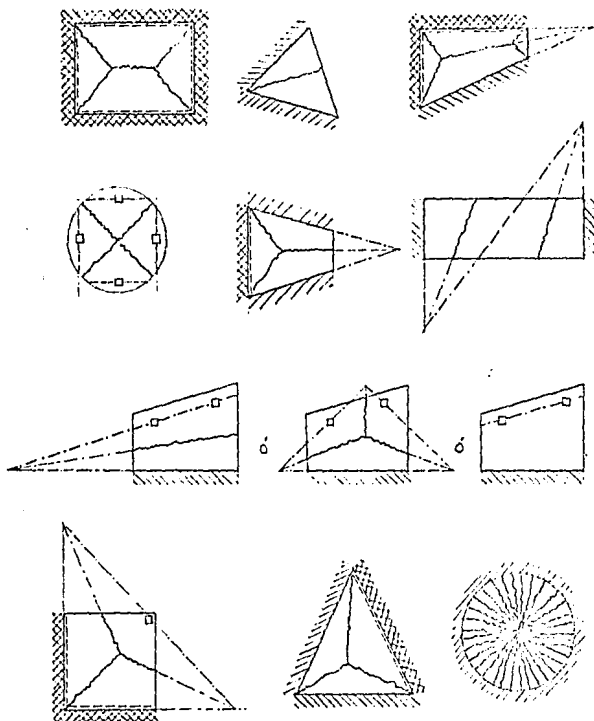


Fig. 7



Modelos de líneas de fluencia
 (Tomados de Reinforced Concrete Slabs -
 pag. 279)

- Sin apoyo
- ▨ Simplemente apoyado
- ▩ Empotrado
- Columna
- - - Eje de rotación
- Línea de fluencia por momento positiva
- - - Línea de fluencia por momento negativa

Para la determinación de la carga última, el primer paso consiste en proponer un modelo de línea de fluencia - para la losa según su geometría, fig. 8.

El cuerpo libre representado por cada segmento producido por el colapso, debe estar en equilibrio; con las cargas aplicadas, con los momentos de fluencia en cada línea de fluencia y con la reacción en las líneas de apoyo. Los momentos de la línea de fluencia, generalmente establecen la carga que pueden soportar los segmentos. Las líneas de fluencia intermedias deben subdividir la losa en partes que soporten la misma carga última, de lo contrario dicha línea no está bien localizada, fig. 9.

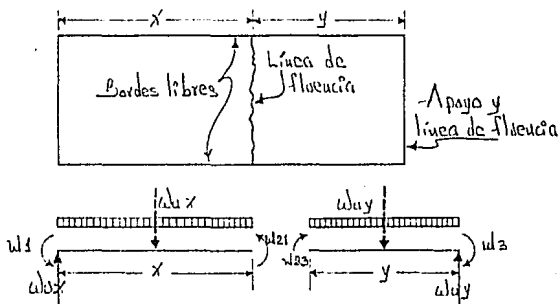


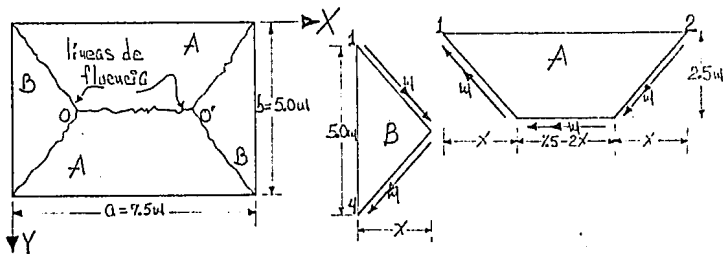
Fig. 9

(Fundamentos de Concreto Reforzado. Ferguson pag. 415)

Un análisis completo usando este método puede tomar en cuenta, entre otras cosas, las fuerzas de corrección y efectos de esquina, aunque no se toman en cuenta aquí.

Ejemplo 1.-

Determinar la carga de colapso para la losa de la siguiente figura, si la capacidad para momento positivo en ambos sentidos es = 1250 kg-m/m.



Equilibrio en la línea 1-2:

suponiendo $x = 2.5$ m.

$$7.5(1250) - (2.5)^2 WA(2.5)/2 - 2(1/2(2.5)^3) WA/3 = 0$$

$$9375 - 7.8125WA - 5.208WA = 0$$

$$WA = 720 \text{ kg/m}^2$$

Equilibrio en la línea 1-4:

$$1250(5) - 5(2.5)/2(2.5)WB/3 = 0$$

$$WB = 1200 \text{ kg/m}^2$$

$WA < WB$ Lo cual indica que $x = 2.5$ es menor al valor correcto

$$7.5(1250) - 2.5(7.5-x)WA(2.5)/2 - 2(2.5x/2)WA(2.5)/3 = 0$$

$$9375 - (23.4375 - 6.25x)WA - 2.083WA(x) = 0 \quad WA = 9375 / (23.4375 - 4.166x)$$

$$1250(5) - 5(x)WB(x)/6 = 0$$

$$WB = 18750 / 2.5(x^2)$$

$$WA = WB$$

$$2(23.4375 - 4.166(x)) = 2.5(x^2)$$

$$x = 2.973 \text{ m.}$$

$$Wu = 848 \text{ kg/m}^2$$

Usando el método de la energía:

Consideramos que la línea 0-0' se deflexiona una dis

tancia δ . La rotación del segmento es $\theta A = 2 \delta / b$

La energía que entra a la losa en el segmento A es:

$$EA = W(a-2x)b/2 \delta/2 + 2(Wx/2 \cdot b/2 \delta/2) \quad \text{y en B} \quad EB = (Wxb/2) \delta/3$$

El trabajo hecho por el momento en A es:

$$WA = m(a)2 \delta/b \quad \text{y en B} \quad WB = m(b) \delta/x$$

$$EA = Wa \quad m(a)2 \delta/b = W(a-2x) \cdot b/2 \delta/2 + 2(Wx/2 \cdot b/2 \delta/2)$$

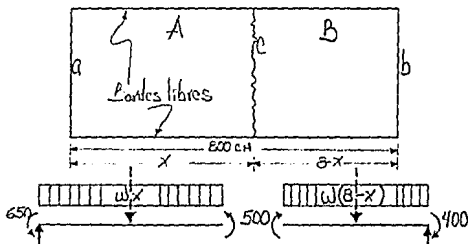
$$EB = WB \quad Wxb \delta/6 = m(b) \delta/x \quad W = 7500/x^2$$

$$\text{por lo tanto } 2.5(x) - 18.75 + (x)^2 = 0 \quad x = 2.975 \quad \text{y } Wu = 848 \text{ kg/m}^2$$

Debe notarse que en este caso no se consideraron los efectos de esquina los cuales hubieran reducido la carga última aproximadamente un 10%.

Ejemplo 2:

Para la siguiente losa en una dirección, calcular la carga uniforme última que puede resistir. Los momentos de fluencia son $m_a = -650 \text{ kg-m/m}$, $m_b = -500 \text{ kg-m/m}$, y $m_c = 400 \text{ kg-m/m}$.



$$\begin{aligned}
 M_a &= -650 - 400 + Wx^2/2 = 0 & W_a &= 2100/x^2 \\
 M_b &= 500 + 400 - w(8-x)^2/2 & W_b &= 1800/(8-x)^2 \\
 W_a &= W_b & 2100/x^2 &= 1800/(8-x)^2 & 7(64-16x+x^2) &= 6x^2 \\
 & & x &= 4.15 \text{ m.} & W_u &= 121.9 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Utilizando el método del trabajo virtual:

$$\text{Energía que entra: } .5Wx + .5W(8-x)$$

$$\text{Trabajo debido a la rotación en A} = (650 + 400)(1/x)$$

$$\text{en B} = (500 + 400)(1/(8-x))$$

$$\text{igualando } .6Wx + .5W(8-x) = 1050/x + 900/(8-x)$$

para obtener el mínimo $dW/dx = 0$

$$4(dW/dx) = -1050/x - 900(-1)/(8-x)^2 = 0$$

$$\text{de donde } x = 4.15 \text{ y } W_u = 121.7 \text{ kg/m}^2$$

V.- METODO DE LA FRANJA:

La ecuación de equilibrio para un elemento de losa es:

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = -W$$

Donde x y y son los ejes en el plano de la losa, M_x y M_y los momentos flexionantes por unidad de ancho en los ejes x e y , M_{xy} el momento torsionante y W es la carga uniformemente repartida por unidad de área. Hillerborg supone $M_{xy} = 0$ y la ecuación anterior puede reemplazarse por las dos ecuaciones siguientes:

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} = -\beta W \quad \text{y} \quad \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = -(1-\beta)W$$

Donde β indica la proporción de carga tomada por la dirección x y $(1-\beta)$ en la dirección y .

A continuación se considera una losa cuadrada uniformemente cargada y simplemente apoyada para ilustrar, de las diferentes soluciones posibles, los tres casos considerados por Hillerborg.

1.- (ver fig. 12). Se obtiene tomando $\beta = 0.5$ en todo el área de la losa. Es decir, la mitad de la carga es asignada uniformemente a las franjas en cada dirección.

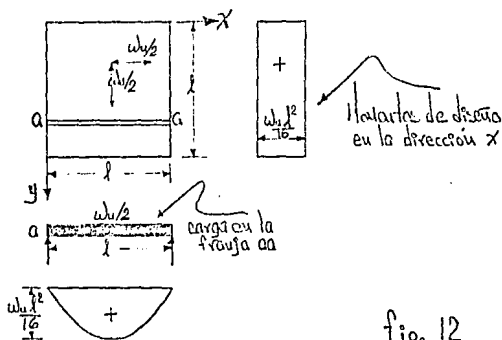


fig. 12

2.- (Ver fig. 13). Se obtiene asignando valores de dependiendo de la zona de la losa. La losa se divide en tres regiones I, II y III. La carga es asignada a las franjas en la forma indicada por las flechas. Los máximos momentos en la dirección x para las franjas a-a y b-b son diferentes. La distribución de momentos en la dirección y es similar a los momentos en la dirección x.

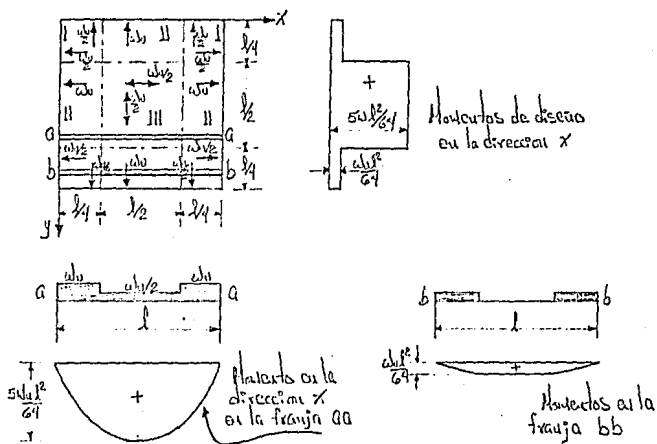


Fig. 13

(Reinforced Concrete Slabs - Gamble y Park, pag. 210)

3.- (Ver fig. 14). La losa se divide en regiones triangulares y la carga es transferida a los soportes cercanos, como indican las flechas. El máximo momento en la dirección x está en función de y .

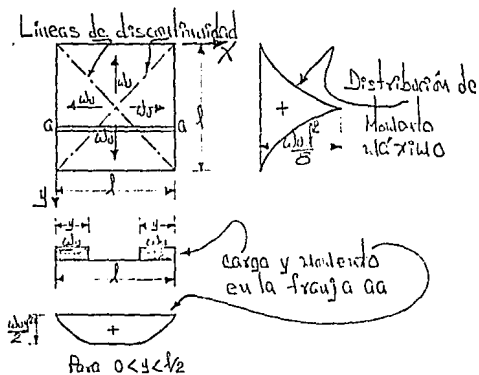


Fig. 14

Es interesante notar que el acero de refuerzo en la losa es proporcional al área del diagrama de distribución de momentos máximos. Para las soluciones 1, 2 y 3 estas áreas serían 1: .75 y .667 respectivamente, indicando que la solución 3 es la más económica, pero como el momento varía en forma continua a través de la losa, las varillas no cesitarán colocarse con una separación variable en forma continua, lo cual no es práctico y la solución 2 es preferible.

Las líneas en la losa que separan las zonas de diferente dispersión de carga, se conocen como líneas de discontinuidad.

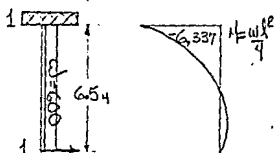
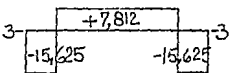
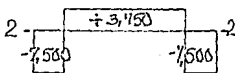
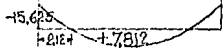
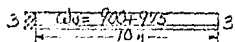
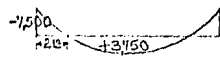
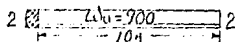
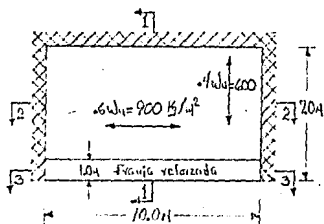
Ejemplo 1.-

Diseñar la siguiente losa, la cual tiene tres lados continuos apoyados en vigas y un lado sin soporte. La carga viva = 250 k-/ml.

El 60% de la carga será resistida en la dirección x y además se creará una franja reforzada en el claro sin -- apoyo, de manera que reduzca el momento en el lado opuesto a la mitad.

$$\text{espesor mínimo} = \ell/28 \text{ (Reglamento)} = 1000/28$$

$$W_u = 1.4(1.35)(2400) + 1.7(250) = 1500 \text{ kg/m}^2$$



$$6.337 / 6.54 = 975$$

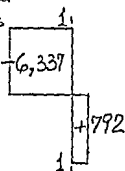
$$M(x) = 975x - 600x^2/2$$

$$M = 0 \text{ en } x = 3.25$$

$$M = 0 \Rightarrow -1875x^2 + 9375x - 15625$$

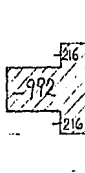
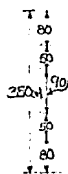
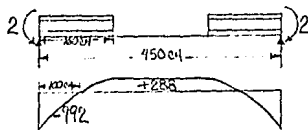
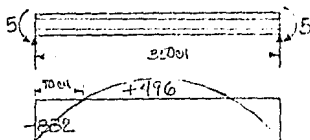
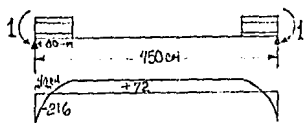
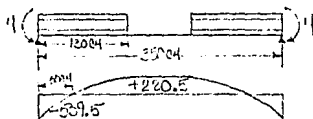
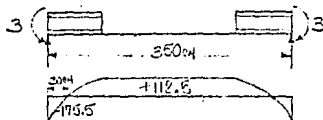
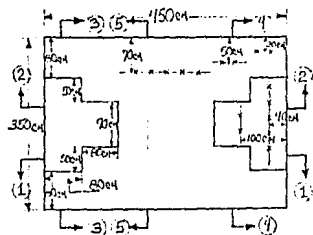
$$x = 2.12 \text{ y } 7.88 \text{ m}$$

Mostrarlos de diseño en las diferenciales franjas

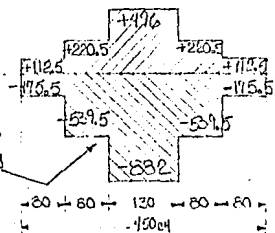


Ejemplo 2:

Obtener los momentos de diseño para la siguiente losa si $W_u = 900 \text{ kg/m}^2$.



Momentos de diseño
en la dirección X y Y



VI.- METODO DEL MARCO EQUIVALENTE:

El método del marco equivalente al igual que el de diseño directo, están basados en estudios de la teoría elástica y la línea de fluencia, así como en la experiencia sobre el comportamiento de estructuras que incluyen pisos de losas. Se emplea cuando quiere diseñarse un sistema de losas que no cumple con las restricciones necesarias para utilizar el método de diseño directo, el cual es mucho más sencillo.

El método del marco equivalente implica la representación del sistema de losa tridimensional mediante una serie de marcos en dos dimensiones, que se analizan para las cargas que actúan en el plano de los marcos. Los momentos positivos así determinados en las secciones críticas de diseño del marco se distribuyen a las secciones de la losa - que constituyen las franjas de columnas, franjas centrales y vigas según lo especifica el Reglamento del ACI 1983. - Este método se preparó para proporcionar la mejor representación en dos dimensiones de un sistema tridimensional; el procedimiento que se sigue consiste en definir las rigideces a la flexión que reflejan los posibles giros torsionales en el sistema tridimensional.

Para diseñar sistemas de losa por el método del marco equivalente es necesario basarse en las suposiciones - que hace el reglamento del ACI 1983 y que a continuación se enumeran.

13.7.2.1. Debe considerarse que la estructura está constituida por marcos equivalentes sobre ejes de columna considerados longitudinal y transversalmente a través de la estructura.

13.7.2.2. Cada marco debe consistir en una hilera - de columnas o apoyos equivalentes y franjas de viga-losa - limitadas lateralmente por el eje central del tablero a ca da lado del eje de las columnas o los apoyos.

13.7.2.3. Debe suponerse que las columnas o apoyos están fijados a las franjas de viga-losa por elementos tor sionales transversales a la dirección del claro para el - cual se están determinando los momentos, extendiéndose has ta limitar los ejes centrales de los tableros laterales a cada lado de la columna.

13.7.2.4. Los marcos adyacentes y paralelos a un - borde deben estar limitados por dicho borde y el eje cen- tral del tablero adyacente.

13.7.2.5. Cada marco equivalente puede analizarse - en su totalidad o, para carga gravitacional, cada piso y - el techo (viga-losa) por separado, considerando empotrados los extremos lejanos de las columnas.

13.7.2.6. Cuando un sistema de vigas-losa se anali- ce por separado, para la determinación del momento en un - apoyo dado, se puede suponer que dicho sistema está empo- trado en un apoyo a dos tableros de distancia de él, siem- pre que la losa continúe más allá de ese punto.

La aplicación del marco equivalente a una estructu- ra regular puede verse en la fig. 17.

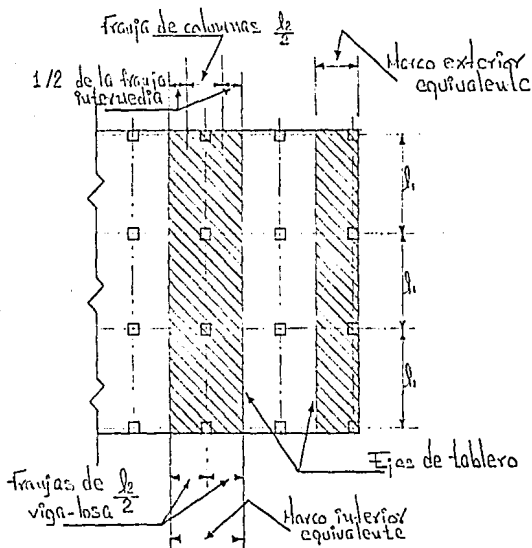


Fig. 17

El análisis completo del sistema de losas de un edificio consiste en analizar una serie de marcos equivalentes (interiores y exteriores) que se extienden longitudinal y transversalmente a través de la estructura.

El marco equivalente consta de tres partes:

- La franja de losa horizontal, incluyendo cualesquiera vigas que se extiendan en dirección del marco.
- Las columnas u otros elementos de apoyo que se extiendan por arriba y por debajo de la losa.

- Los elementos de la estructura que proporcionen transmisión de momentos entre los elementos horizontales y verticales.

Si los elementos verticales son muros que se extienden a lo largo de todo el ancho de la franja de la losa -- (fig. 18 a), la conexión para la transmisión de momento es 100% efectiva y el marco equivalente puede manejarse como un marco plano convencional. En el otro caso extremo, si el apoyo es una columna conectada a la franja de losa únicamente en el borde (fig. 18 c), la eficiencia en la conexión para la transmisión de momento se aproxima a cero.

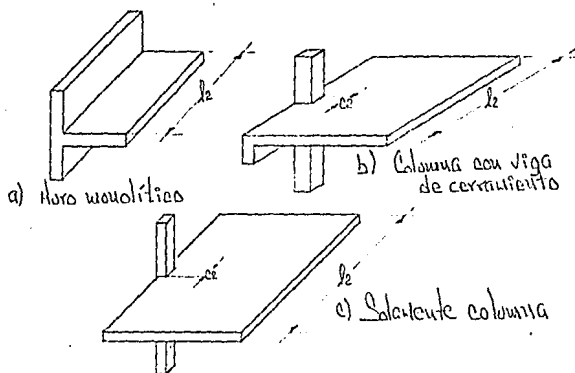


Fig. 18

(Tomada del Reglamento del ACI-83. pag. 390)

Para los casos intermedios (fig. 18 b), la "flexibilidad" de la conexión para la transmisión de momento se toma en cuenta utilizando la rigidez de los elementos sujetos a torsión en el análisis de marco convencional para momentos debidos a las cargas gravitacionales. Para momentos producidos en las columnas debidos a cargas laterales, se pueden aplicar los procedimientos correspondientes. Para los análisis de cargas laterales, la amplificación de los momentos es proporcional al desplazamiento lateral real y, por lo tanto, se requiere dar la consideración adecuada a las rigideces reales que son afectadas por el agriciamiento y el refuerzo.

Cuando se determinen las constantes del marco debe notarse que, como ningún elemento del mismo tiene una inercia uniforme, la rigidez no es $4EI/L$, sino un valor mayor de 4 para la constante K y algo más de 0.5 para el factor de transporte, FDT. Es conveniente apoyarse en gráficas y tablas ya existentes para determinar los diferentes factores y constantes necesarios, aunque el uso de estas tablas y los cálculos de K_{ec} (rigidez a la flexión de la columna exterior equivalente) y los factores de distribución constituyen un proceso complicado y es necesario tener cuidado para no confundirse en los cálculos. La secuencia de cálculos que generalmente se sigue al diseñar por este método, es la siguiente:

- a) Geometría.
- b) Rigideces.
- c) Mom. de empotramiento perfecto y factores de distribución y transporte.
- d) Distribución de momentos para cada carga.
- e) Momentos de diseño.

Este método de diseño es más general y preciso que el de diseño directo, pero es más laborioso y complicado, aunque el uso de programas de computadora facilita grandemente su uso. El método del marco equivalente debe preferirse sobre otros cuando sea posible su aplicación práctica.

CAPITULO III

METODO DE DISEÑO DIRECTO

El método de diseño directo es un procedimiento - - aproximado que consiste en un conjunto de reglas para el - dimensionamiento de secciones de losa y de vigas para re- sistir principalmente los esfuerzos de flexión. Estas re- glas satisfacen simultáneamente los requisitos de seguri- dad y la mayoría de los requisitos de servicio. La princi- pal ventaja de este método es que su aplicación resulta - muy sencilla pues no se requieren procedimientos matemáti- cos muy complicados.

Este método se desarrolla tomando en cuenta los pro- cedimientos técnicos para la determinación de los momentos en losas con y sin vigas, los requisitos de los procedi- - mientos simples de diseño y construcción y los precedentes sentados por el comportamiento de los sistemas de losas. - Por lo tanto, sólo podrán diseñarse por este método los - sistemas de losas que cumplan con las siguientes limitacio- nes:

- 1.- Deben existir al menos tres claros continuos en cada - dirección.
- 2.- Los tableros deben ser rectangulares, con una relación de claros mayor a menor no mayor de 2.
- 3.- Las longitudes sucesivas de los claros en cada direc- ción no deben diferir del claro mayor en más de un ter- cio.
- 4.- Las columnas no deben estar desalineadas en más de 10% del claro (en la dirección del desalineamiento) a par-

tin de cualquier eje que unas columnas sucesivas.

- 5.- Las cargas deben ser únicamente gravitacionales y estar distribuidas de manera uniforme en todo el tablero. La carga viva debe ser menor que tres veces la carga muerta.
- 6.- Para un tablero perimetralmente apoyado en vigas, la rigidez relativa de las vigas en dos direcciones perpendiculares $\propto I_2^2 / \propto 2I_1^2$ no debe ser menor que 0.2 ni mayor que 5.0.
- 7.- La redistribución de momentos no debe aplicarse al sistema de losas.
- 8.- Pueden aceptarse variaciones en las limitaciones anteriores, siempre que se demuestre analíticamente que se satisfacen todas las condiciones de diseño.

Para los sistemas de piso que no cumplen con las anteriores limitaciones deben utilizarse procedimientos más exactos, tales como el método del marco equivalente, u otros.

Diseño preliminar:

Antes de proceder con el método de diseño directo, debe determinarse un espesor de losa de acuerdo con la sección 9.5.3. del Reglamento. Además, para sistemas de piso sin vigas, debe revisarse en esta etapa la resistencia al cortante de la losa alrededor de las columnas según la sección 11.11 del Reglamento del ACI. Después se calcula el momento estático total factorizado, para cada claro, y se divide en momentos negativo y positivo dentro de cada claro, después se distribuyen el momento negativo y posi

vo a la franja de columna y central dentro de cada claro .
 (Una franja de columna es una franja de diseño con un ancho a cada lado del eje de la columna igual a $l_2/4$ o $l_1/4$, el que sea menor. Estas franjas incluyen a las vigas si las hay). Fig. 19

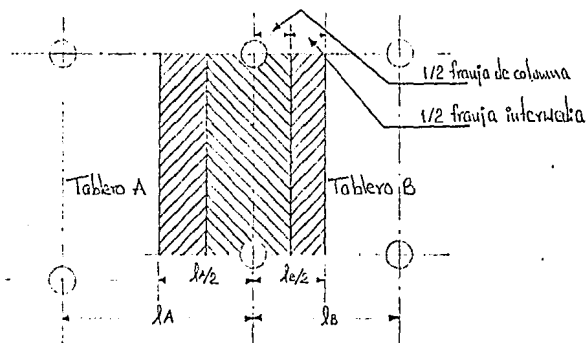


Fig. 19

[Pag. 381 del Reglamento del ACI]

-Momento estático factorizado.- La suma absoluta de los momentos factorizados positivo y negativo promedio en cada dirección no será menor que

$$M_o = W_u(l_2)(l_n)^2/8$$

Si las columnas no son rectangulares el valor de l_n (Longitud del claro en la dirección del análisis, medida de paño a paño de los apoyos), se determinará utilizando la sección cuadrada equivalente según la fig. 20.

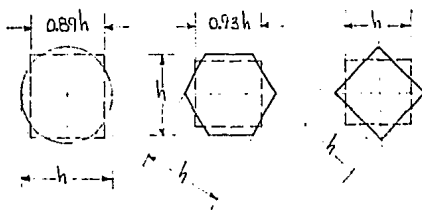


Fig. 20

(Pag. 382 del Reglamento ACI-83)

-Momentos factorizados negativos y positivos.- En la fig. 21 puede verse la distribución del momento estático total en momentos de claro negativos y positivos para una losa plana sin vigas.

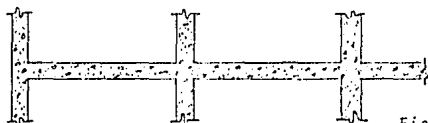
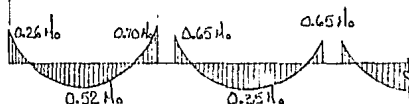


Fig. 21

(Pag. 383 del Reglamento ACI-83)



Para otras condiciones de claro exterior el M_0 se distribuye como sigue:

	Borde exte- rios no res- tringido	Losa con vigas en tre todos los apoyos	Losa sin vigas entre los apoyos <u>interiores</u>		Borde exterior totalmente restringido
			Sin viga de borde	Con viga de borde	
Momento negativo factori- zado in- terior	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65
Momento po- sitivo fac- torizado	0.63	0.57	0.52	0.50	0.35
Momento ne- gativo fac- torizado - exterior	0	0.16	0.26	0.30	0.65

Se permite una modificación de un 10% en los momentos factorizados positivos y negativos siempre que el momento estático total para un tablero no sea menor que M_0 .

Para las columnas que soportan la losa sin vigas, - la transmisión de carga entre la losa y la columna es una de las funciones de diseño más críticas y debe tenerse cuidado al proporcionar la resistencia al cortante, especialmente si se trata de columnas exteriores.

Para asegurar adecuada resistencia al cortante debe cumplirse con las secciones 11.12.2.3 y 11.12.2.4 del Reglamento. El armado total proporcionado a la franja de columna incluirá el refuerzo adicional que se concentra sobre la columna para resistir el porcentaje del momento de desbalanceo transmitido por flexión $\frac{1}{3}M_u = M_u / (1 + 2/3 \sqrt{1 + d/c + d})$.

- Momentos factorizados en franjas de columnas.-

La cantidad del momento factorizado positivo y negativo que debe resistir una franja de columna, depende de la rigidez relativa entre la viga y la losa y del ancho del tablero con respecto a la longitud de la dirección del claro en que se está analizando.

Las franjas de columna deben tener las dimensiones adecuadas para resistir los siguientes porcentajes de momentos:

$$\begin{aligned} \text{Mom. negativo apoyo interior} &= 75 + 30(\alpha_1 L_2 / L_1)(1 - L_2 / L_1) \\ \text{Mom. negativo apoyo exterior} &= 100 - 10\beta_t + 12\beta_t(\alpha_1 L_2 / L_1)(1 - L_2 / L_1) \\ \text{Mom. positivo} &= 60 + 30(\alpha_1 L_2 / L_1)(1.5 - L_2 / L_1) \end{aligned}$$

$$\beta_t = (E_c b_c) / (2 E_c I_s)$$

Nota: Cuando $\alpha_1 L_2 / L_1$ mayor que 1.00, se toma 1.0

Cuando β_t mayor que 2.5, se toma 2.5

- Momentos factorizados en vigas.-

El porcentaje del momento proporcionado a la franja de columna que debe soportar la viga varía linealmente en-

tre 0 y 85%, cuando $\alpha I L_2 / L_1$ varía desde 0 hasta un valor igual o mayor que 1.0. Además la viga deberá resistir las cargas que se aplican directamente a ella.

- Momentos en franjas centrales.-

La fracción en los momentos factorizados no resistida por las franjas de columnas debe asignarse proporcionalmente a cada mitad de las franjas intermedias correspondientes. A excepción de una franja intermedia paralela y adyacente a un borde apoyado en un muro, en cuyo caso debe asignársele el doble del momento correspondiente al caso normal.

- Cortante factorizado en sistemas de losas con vigas.-

Las vigas con $\alpha I L_2 / L_1$ mayor o igual que 1.0 deben resistir el cortante producido por las cargas en las áreas tributarias limitadas por líneas a 45° , trazadas desde las esquinas de los tableros y los ejes de los tableros adyacentes. Si la rigidez $\alpha I L_2 / L_1$ es menor que 1.0, el cortante en la viga se obtiene por interpolación lineal, suponiendo que las vigas no soportan el cortante si $\alpha = 0$. La fuerza cortante producirá un esfuerzo cortante en la losa alrededor de la columna que debe verificarse de igual manera que para losas planas, según la sección 13.6.8.4 del Reglamento.

- Momentos factorizados en columnas y muros.-

En un apoyo interior los elementos de apoyo arriba y abajo de la losa deben resistir el momento especificado por la ecuación siguiente, a menos que se realice un análisis

sis general.

$$M = 0.07(Wd + 0.5W1)L2Ln^2 - W'dL2'(Ln')^2$$

donde $W'd$, $L2'$ y Ln' se refieren al claro más corto.

El diseño y detallado del refuerzo que transfiere el momento desde la losa a la columna del borde, es crítico tanto para el comportamiento como para la seguridad de losas sin vigas o losas en voladizo y debe tenerse cuidado al detallar en los planos de diseño la concentración del refuerzo y espaciamientos.

- Requisitos para los efectos de la distribución de cargas.-

Quando la relación β_a de carga muerta a carga viva sea menor que 2.0, debe cumplirse con lo siguiente:

La suma de las rigideces a la flexión de las columnas arriba y abajo de la losa será tal que, α_c no sea menor que el valor de α_{min} calculado en la tabla 13.6.10 del Reglamento. De lo contrario, los momentos positivos deben multiplicarse por el coeficiente ζ_s , donde:

$$\zeta_s = 1 + (2 - \beta_a) / (1 + \beta_a) (1 - \alpha_c / \alpha_{min})$$

- Transmisión del momento de desbalanceo y cortante a la columna exterior.-

Quando se diseñan losas sin vigas es necesario resistir el porcentaje del momento de desbalanceo transmitido por la excentricidad de cortante mediante refuerzo adicional que se concentra sobre la columna. Es decir, ζ_{μ}

debe resistirse en un ancho efectivo de losa = $(c+3h)$ cm.
donde H_u = Mom. neg. exterior.

Además deberá proporcionarse refuerzo para cortante alrededor de la sección crítica de la columna exterior si el esfuerzo cortante máximo.

$V_u(ab) = V_u/Ac + \gamma V_u M_{Cab}/J_c$ o $V_u(cd) = V_u/Ac - \gamma V_u M_{Ccd}/J_c$
es mayor que $\phi V_c = 0.85(0.27)(2+4/\beta_c) \sqrt{f'_c} b_o(d)$ y que $1.1(0.85) \sqrt{f'_c} b_o(d)$

donde V_u = fuerza cortante factorizada transmitida a la columna exterior.

J_c = propiedad de la sección crítica análoga al momento polar de inercia = $2(I_x + I_y) + (c^2 + d) C_{ab}^2 (d)$ para columna exterior.

A_c = área de concreto en la sección crítica = $d(2c + 2c_2 + 3d)$.

γ = $1 - \gamma_f$ = fracción del momento desequilibrado -- transmitido por excentricidad del cortante en las conexiones entre losa-columna.

Ver fig. 22.

- Requisitos para torsión.-

Los efectos de torsión deben incluirse con el cortante y la flexión, siempre que el momento torsionante factorizado T_u exceda a $\phi(0.13 \sqrt{f'_c} \leq x^2 y)$.

Deberá utilizarse refuerzo para torsión si T_u/ϕ mayor que T_c .

donde $T_c = 0.2 \sqrt{f'_c} \leq x^2 y / \sqrt{1 + (0.4V_u/CtTu)^2}$

$\leq x^2 y$ = propiedades de la sección torsional

C_t = factor que relaciona las propiedades de los es
fuerzos de torsión y contante = $bw(d) / \leq x^2 y$

El refuerzo para torsión T_s = $A_t \alpha_t x_1 y_1 f_y / s$

donde A_t = área de una rama de un estribo cerrado

α_t = $\{0.66 + 0.33(y_1/x_1)\}$ menor o igual que 1.5

s = separación

x_1 y y_1 = la menor y mayor dimensión de la parte rectangu
lar de una sección transversal.

El refuerzo por torsión debe colocarse hasta una --
distancia = $\{bt+d\}$ más allá del punto teóricamente requeri
do.

donde bt = ancho de la parte de la sección transversal --
que contiene los estribos.

- Debe tomarse en cuenta que para contante y tor-
sión el valor máximo de f_y = 4220 kg/cm^2 .

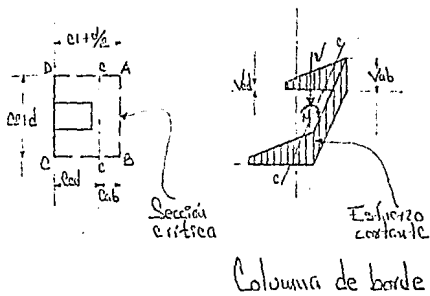
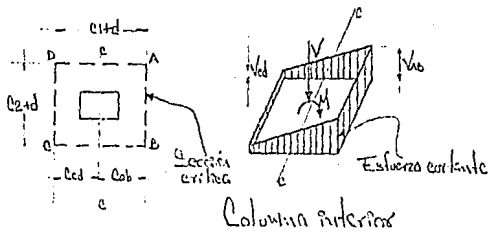


Fig. 22

(Reglamento ACI-83. pag. 304)

Ejemplo 1.-

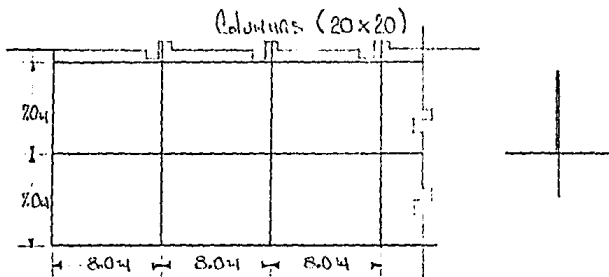
Para el sistema de losas de la figura, calcular los requerimientos de acero en el sentido N-S, dados los siguientes datos:

Losas sin vigas.

Carga viva (W_1) = 400 kg/m^2 , peso volumétrico del concreto (W_c) = 2400 kg/m^3

$f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, Altura del entrecapiso = 240 cm .

Peso del muro = 100 kg/m^2 , recubrimiento en losas = 4 cm , usar var. No. 5.



- Espesor de losa:

$$h = L_n \{ 800 + 0.71 f_y \} / 36000 + 5000 \{ m - 0.5 (1 + s) (1 + 1/) \} = 25.71 \text{ cm.}$$

$$h \text{ mayor o igual que } L_n \{ 800 + 0.71 f_y \} / (36000 + 5000 (1 + s)) = 19.2 \text{ cm.}$$

$$h \text{ menor o igual que } L_n \{ 800 + .071 \} / (36000) = 23.79 \text{ cm.}$$

por lo tanto se toma $h = \underline{23.79 \text{ cm}}$.

donde $s =$ longitud de bordes continuos entre el perímetro total del tablero

= relación de claros libres, largo a corto = $(L2-c2)/(L1-c1) = 1.147$
 $L2 = 800 \text{ cm.}, L1 = 700 \text{ cm.}$
 $L_n = L2-c2 \text{ (por ser mayor que } L1-c1) = 780 \text{ cm.}$
 $c_m = 0 \text{ (porque no hay vigas)}$

Para losas sin vigas se aumenta un 10% del espesor calculado de losa.

entonces $h = 1.1 \{23.79\} = 26.17 \text{ cm}$ tomamos $h = 26.00 \text{ cm}$

$$-Wd = Wc(0.26 + Wmuro(A. \text{entrepiso})/L2 = 654 \text{ kg/m}^2$$

$$Wu = 1.4Wd + 1.7W1 = 1595.6 \text{ kg/m}^2$$

Revisión de constante como viga ancha.-

$$V = Wu(L1-2d-c1)/2 = 1595.6(700-2(20.4)-20)/200 = 5099.3 \text{ kg.}$$

$$\phi Vc = 0.85(0.53)\sqrt{300}(100)(20.4) = 15917.8 \text{ kg mayor que } V \text{ bien}$$

Constante alrededor del apoyo.-

$$b_o = 2(20+20+2(20.4)) = 161.6 \text{ cm.}$$

$$d = h - \text{recub.} - \phi \text{var} = 26 - 4 - 1.5875 = 20.4 \text{ cm.}$$

$$Vu = (Wu(L1L2 - (c1+d/2)(c2+d/2)) + A. \text{entr.} (Wmuro)L2)/10000 = 91,108 \text{ kg.}$$

$$\phi Vc = .85(1.1)\sqrt{300} b_o d = 53,388 \text{ kg.}$$

$$\text{por lo tanto } \underline{Vs} = (Vu - \phi Vc)/\phi = (91108 - 53388)/0.85 = \underline{44,376 \text{ kg.}}$$

deberá resistirlos el refuerzo

- Distribución de momentos a franjas.-

$$M_o = WuL2L_n^2/8 = 1595.6(800)(700-20)^2/80,000 = 7'378,054 \text{ kg-cm}$$

Momentos en el claro exterior:

$$\text{negativo exterior (franja de col.)} = 0.26M_o = 1'918,294 \text{ kg-cm}$$

$$\text{negativo exterior (franja interm.)} = 0 \text{ kg-cm.}$$

$$\text{negativo (fr. de col.)} = 0.525 M_o = 3'873,478 \text{ kg-cm}$$

negativo (fr. interm.) = $0.175M_0 = 1'291,159 \text{ kg-cm}$

positivo (fr. de col.) = $0.312M_0 = 2'301,952 \text{ kg-cm}$

positivo (fr. interm.) = $0.208M_0 = 1'534,635 \text{ kg-cm}$

Momento en en claro interior:

negativo (fr. de col.) = $0.65(0.75)M_0 = 3'595,801 \text{ kg-cm}$

negativo (fr. interm.) = $0.25(0.65)M_0 = 1'198,933 \text{ kg-cm}$

positivo (fr. de col.) = $0.21M_0 = 1'549,391 \text{ kg-cm}$

positivo (fr. interm.) = $0.14M_0 = 1.032,927 \text{ kg-cm}$

- Distribución de cargas.-

$\beta_a = 2400(1.26)/400 = 1.56$ menos que 2 debe revisarse la rigidez mínima de columnas.

$\alpha_1 = 0$ (sin vigas)

$L_2/L_1 = 8/7 = 1.1428$

Interpolando en la tabla 13.6.10 del Reglamento obtenemos $\alpha_{\min} = 0.333$.

Inercia req. de col. = $\alpha_{\min} \{ \text{I sint} \} (A. \text{entr.}) / L_1$

$I_c(\text{req.}) = 0.333 \{ L_2/12(26)^3 \} (240)/700 = 133,788 \text{ cm}^4$

$I_c(\text{real}) = c_1^3 c_2/12 = (20)^4/12 = 13,333 \text{ cm}^4$ menor que $I_c(\text{req.})$

por lo tanto deben aumentarse los momentos positivos por:

$$S_s = 1 + \frac{2 - \beta_a}{\alpha + \beta_a} \left(1 - \frac{I_c(\text{real})}{I_c(\text{req.})} \right) = 1.071$$

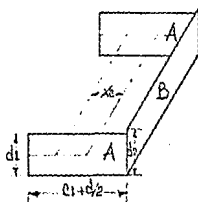
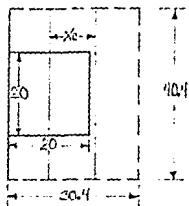
- Momentos en columnas.-

$L_2+800, L_2'=800, L_n=680, L_n'=680$

$$\text{Mom. en col. interior} = 0.07(0(1.4Wd) + 1.7W(800(680)^2/2)) / 20,000 = 440,204.8 \text{ kg-cm.}$$

$$\text{Mom. en col. exterior} = \text{Mom. neg. ext. franja de col.}/2 = 959,147 \text{ kg-cm.}$$

- Transmisión de mom. a columnas exterior e interior. -



$$M_u = M \text{ neg. ext. f. de col.} = 1'918,294 \text{ kg-cm}$$

$$Z_u = 0.4$$

$$A_c = d(2c_1 + 2d + c_2) = 20.4(40 + 40.8 + 20) = 2,056.32 \text{ cm}^2$$

$$J_c = 2J_a + J_b, \quad J_a = I_{x_a} + I_{y_a}$$

$$d_1 = h - \text{rec} - \phi_{var}(1.5) = 19.6 \text{ cm}, \quad d_2 = h - \text{rec} - \phi_{var}/2 = 21.2 \text{ cm.}$$

$$J_a = \{c_1 + d/2\}d_1^3/12 + d_1\{c_1 + d/2\}^3/12 + d_1\{c_1 + d/2\}\{c_1/2 + d/4 - Cab\}^2 = 85.602.9$$

$$Cab = \{c_1 + d\}/2 - X_c = 9.05$$

$$Ccd = \{c_1 + d/2 - Cab\} = 21.15 \text{ cm.}$$

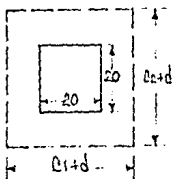
$$X_c = \{2\{c_1 + d/2\}d^2/4 + \{c_2 + d\}\{c_1 + d\}d/2\}A_c = 11.15 \text{ cm.}$$

$$J_b = \{d_2\{c_2 + d\}\{c_1 + d/2 - X_c - c_1/2\}^2 = 70,117.2 \quad J_c = 241,323 \text{ cm}^4$$

$$V_u(ab) = \{V_u/A_c + v_{Mu}C_{ab}/J_c\}A_c = 150,299 \text{ kg} \quad V_u(cd) = 47,178 \text{ kg.}$$

$$V_s = \{V_u(ab) - \phi V_c\}/0.85 = \{150,299 - 33,301\}/0.85 = 137.644.2 \text{ kg.}$$

Columna: interior.-



$$A_c = 3,296.6 \text{ cm}^2$$

$$J_c = d(c_1+d)^3/6 + (c_1+d)d^3/6 + d(c_2+d)(c_1+d)^2/2 = 952,272 \text{ cm}^4$$

$$M_u = \text{ABS}(M. \text{neg. Claro ext. f. col.} - M. \text{neg. Claro int. f. col.}) = 276,677 \text{ kg-cm}$$

$$C_{ab} = C_{cd} = 20.2 \text{ cm}$$

$$V_{u(ab)} = 98,847 \text{ kg}$$

$$V_{u(cd)} = 83,369 \text{ kg.}$$

$$V_s = (98,847 - 0.85(1.1) \sqrt{f'_c} A_c) / 0.85 = 53,482 \text{ kg}$$

- Torsión.-

$$M_{\text{torsionante total}} = \phi_v (\text{Mom. neg. ext. f. col.})$$

$$= 0.4(1'918,294) = 767,317.6 \text{ kg-cm}$$

$$M_t (\text{Actuando a } c_1/2 \text{ de la col.}) = (L/2 - c_2/2 - d)(767,317.6) / 2(L/2 - c_2/2)$$

$$= 363,590.5 \text{ kg-cm} \text{ mayor que } 0.1105 \sqrt{f'_c} S_{\text{con.}}$$

por lo tanto debe revisarse la torsión

$$\leq x^2 y = 20^2 (26) = 10,400$$

$$\phi T_c = 1.7 \sqrt{f'_c} S_{\text{con}} / \sqrt{1 + (\phi_v V_u / C_t M_t)^2} = 160,096.5 \text{ kg-cm}$$

$$C_t = c_2 d / S_{\text{con}} = 20(19.6) / 10,400 = 0.0377$$

$$\phi T_s = M_t - \phi T_c = 203,494 \text{ kg-cm}$$

$$\text{Sep. max} = (y_1 + x_1) / 4 = (17 + 15.2) / 4 = 8.05 \text{ cm.}$$

$$A_{st} = \phi T_s (\text{Sep}) / (0.85 c (x_1) y) / (y) = 1.725 \text{ cm}^2 \text{ a cada } 8 \text{ cm.}$$

$$A_{st}(\text{longitudinal}) = A_{st}(x_1+y_1) / 2 / \text{Sep.} = 13.8 \text{ cm}^2 \text{ menor o igual a}$$

$$3.5 k v \text{ Sep} (x_1+y_1) / (y) \text{ Sep} = \underline{0.536 \text{ cm}^2}$$

distancia hasta la cual se requiere refuerzo para -
 torsión a partir de columna $D = L/2 - X_t + d + c/2$

$$X_t = \phi T_c [L/2 - c/2]^2 / M_t = 258.7 \text{ cm.} \quad D = 180.7 \text{ cm.}$$

- Acero para flexión (cm^2).

Claro exterior:

neg. exterior f. col.	= 31.2 cm^2	colocar No. 5 a cada 12 cm.
neg. exterior f. interm.	= 18.78	No. 5 a cada 42 cm.
neg. f. col.	= 64.36	No. 5 a cada 6 cm.
neg. f. interm.	= 21.05	No. 5 a cada 37 cm.
pos. f. col.	= 40.08	No. 5 a cada 10 cm.
pos. f. interm.	= 25.70	No. 5 a cada 31 cm.

Claro interior:

neg. f. col.	= 59.52	No. 5 a cada 6 cm.
neg. f. interm.	= 19.49	No. 5 a cada 40 cm.
pos. f. col.	= 25.60	No. 5 a cada 15 cm.
pos. f. interm.	= 18.72	No. 5 a cada 42 cm.
Nom. desbalanceado ext.	= 19.07	No. 5 a cada 10 cm. (sobre la - col. ext.)

$$A_s = \text{área de acero} = M_{nom} / (f_y d [1 - 2293.125 \cdot 1] / (6115 + f_y))$$

$$A_s(\text{min}) = 0.0018 h (b)$$

Los momentos positivos están afectados por S_d

- Acero para cortante:

$$b_0[\text{necesario}] - V_{ubo}/\phi V_c = 91,108(161.6)/53,487 = 275.7 \text{ cm.}$$

"Es necesario colocar un collar de cortante sobre las columnas interiores que proporcione en perimetro de la sección crítica - 275.7 cm. para resistir el esfuerzo cortante".

Se requiere un área de acero - A_v colocada en forma de varillas longitudinales dobladas a 90° y ancladas en las columnas exteriores para resistir el esfuerzo cortante en la zona.

$$A_v = 137,644.2/\phi y = 33.12 \text{ cm}^2$$

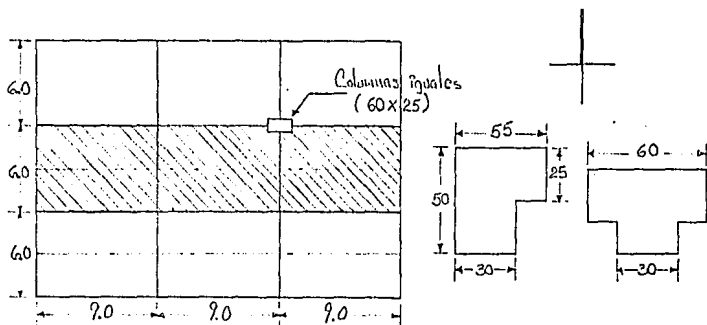
Ejemplo 2.-

Para el sistema de losas con vigas de la figura, --
 calcular los requerimientos de acero en el sentido E-O, da
 dos los datos siguientes:

Carga viva (W_l) = 350 kg/m^2 , $W_c = 2400 \text{ kg/m}^3$, $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, Altura de entrepiso = 300 cm , Peso de muros = 360 kg/m^2
 recubrimiento = 3 cm (losa) y 3 cm (vigas)

No. de varilla = 4 (losa) y 6 (vigas)



Se supondrá un espesor preliminar de losa = 25 cm .

$$\bar{V}_e = 28.67 \text{ cm}$$

$$\bar{V}_i = 22.88 \text{ cm}$$

$$I_c = 30(50)^3/12 + 1500(28.67 - 25)^2 + (25)^4/12 + (25)^2(8.83)^2 = 413,980.7 \text{ cm}^4$$

$$I_i = 225,024 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_{extE-0} = I_e/500(25)^3/12 = 1.059 \quad \alpha_{intE-0} = 0.288$$

$$\alpha_{extN-S} = I_e/(450(25)^3/12) = 0.705 \quad \alpha_{intN-S} = 0.192$$

$$\alpha_{media} = 0.561 \quad = (900 - 60)/(600 - 25) = 1.46$$

$$\beta_s(ext) = 0.5 \quad \beta_s(int) = 1.0$$

-Espesor de losa.-

$$h = \text{Ln}(800 + 0.0716y)/(36000 + 5000(m - 0.5(1 - \beta_s)(1 + 1/\beta))) = 24.81 \text{ cm}$$

$$\text{mayor } o = \text{que } h = \text{Ln}(800 + 0.0716y)/(36000 + 5000(1 + \beta_s)) = 21.20 \text{ cm}$$

$$\text{menor } o = \text{que } h = \text{Ln}(800 + 0.0716y)/(36000) = 25.62 \text{ cm}$$

Por lo tanto $h = 24.81 \text{ cm}$ cumple Tomamos $h = 25 \text{ cm}$

- Calcular momentos.-

$$W_d = 2400(25 + 15(30)/900 + 15(30)/600)/100 + 360(300)/600 = 810 \text{ kg/m}^2$$

$$W_u = 1.4(W_d) + 1.7(W_1) = 1.729 \text{ kg/m}^2$$

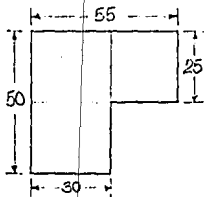
$$M_o = W_u(600)(840)^2/80000 = 9'149,868 \text{ kg-cm}$$

$$\alpha_{1L2/L1} = 0.288(600)/(900) = 0.192$$

$$\% \text{apoyo int.} = 75 + 30(0.192)(1 - 600/900) = 76.92\%$$

$$C1 = (1 - .63(x1)/(y1))x1^3y1/3 + (1 - .63(x1)/(y1))x1^3y1/3 = 328,077 \text{ cm}^4$$

$$C2 = 257,633.7 \text{ cm}^4$$



$$\beta_t = C/2I(\text{losa}) = 328077/(2(25)^3 300/12) = 0.42$$

$$\% \text{apoyo ext.} = 100 - 10(\beta_t) +$$

$$12(\beta_t)(.192)(1 - 6/9)$$

$$= 94.27\%$$

$$\% \text{Mom. pos.} = 60 + 30(.192)(1.5 - 6/9)$$

$$= 64.80\%$$

Momentos en el claro exterior:

Neg. exterior f. col.	= Mo{.942}{.16}{1-.85}{.192}	= 1'177,539 kg-cm
Neg. exterior f. interm.	= Mo{1-.942}{.16}	= 83,886 "
Neg. exterior viga	= Mo{.942}{.16}{.85}{.192}	= 225,230 "
Negativo f. col.	= Mo{.769}{.7}{1-.1632}	= 4'122,624 "
Negativo f. interm.	= Mo{1-.769}{.7}	= 421,793 "
Neg. f. col. viga	= Mo{.769}{.7}{.85}{.192}	= 805,999 "
Positivo f. col.	= Mo{.648}{.57}{1-.85}{.192}	= 715,127 "
Positivo f. interm.	= Mo{1-.648}{.57}	= 1'835,829 "
Pos. f. col. viga	= Mo{.57}{.648}{.85}{.192}	= 551,549 "

Momentos en el claro interior:

Negativo f. col.	= Mo{.769}{.65}{1-.1632}	= 3'623,569 kg-cm
Negativo f. interm.	= Mo{1-.769}{.65}	= 1'372,663 "
Neg. f. col. viga	= Mo{.769}{.65}{.1632}	= 746,599 "
Positivo f. col.	= Mo{.648}{.35}{1-.1632}	= 680,060 "
Positivo f. interm.	= Mo{1-.648}{.35}	= 1'127,263 "
Pos. f. col. viga	= Mo{.648}{.35}{.1632}	= 338,670 "

- Distribución de cargas.-

$$L2/L1 = 0.667 \quad \alpha = 0.288 \quad \beta_a = 2400(.25)/350 = 1.714 \text{ menor que } 2$$

de la tabla 13.6.10 del Reglamento del ACI determinamos $\alpha_{min} = 0.1225$

$$I_c(\text{req.}) = 600(25)^3/12 (1+0.288)\alpha_{min} (\text{alt. entrop.})/900 = 41,088.5 \text{ cm}^4$$

$$I_c(\text{real}) = (60)^3(25)/12 = 450,000 \text{ cm}^4 \quad \text{mayor que } I_c(\text{req.}) \text{ bien}$$

No es necesario afectar los momentos positivos.

- Momentos en columnas.-

$$M. \text{ en col. exterior} = 0.16 \{M_0\} / 2 = 731,989 \text{ kg-cm}$$

$$M. \text{ en col. interior} = \frac{0.07 \{ (600\{840\})^2 - 600\{840\}^2 \} 1.4 Wd + 1.7W \{ 600\{840\}^2 / 2 \}}{20,000}$$

$$= 440,803 \text{ kg-cm}$$

- Constante en vigas.-

$$V_u = \{ W_u \{ 600\{840\} - \{ 600\}^2 / 2 + 600 - 900^2 / 2 \} + 300\{ 360\{840\} \} \} / 20,000$$

$$= 28,862 \text{ kg.}$$

$$\emptyset V_c = 30 \sqrt{280} \{ 0.53 \} \{ .85 \} d = 7,258 \text{ kg.} \quad d_i = 40 - 6 - 1.9 = 32.1 \text{ cm}$$

$$\emptyset V_c \{ \text{ext} \} = 30 \sqrt{280} \{ .53 \} \{ .85 \} \{ 42.1 \} = 9,250 \text{ kg.} \quad d_e = 50 - 6 - 1.9 = 42.1 \text{ cm}$$

$$V_s = \{ V_u - \emptyset V_c \} / .85$$

$$V_s \{ \text{int} \} = \{ 28,862 - 7,258 \} / .85 = 25,416 \text{ kg.}$$

$$V_s \{ \text{ext} \} = \{ 28,862 - 9520 \} / .85 = 22,755 \text{ kg.}$$

- Acero para flexión.- $\{ \text{cm}^2 \}$

Claro exterior

Neg. exterior f. col.	= 20.90	colocar var. No. 4 a cada	9 cm.
Neg. exterior f. interm.	= 13.49		28 cm.
Negativo f. col.	= 73.22		2 cm.
Negativo f. interm.	= 26.25		24 cm.
Positivo f. col.	= 50.22		4 cm.
Positivo f. interm.	= 32.60		11 cm.

Claro interior

Negativo f. col.	= 68.0		3 cm.
------------------	--------	--	-------

Negativo	$f_{interm.}$	= 24.38	colocar var. No. 4 a cada 15 cm.
Positivo	$f_{col.}$	= 30.85	6 cm.
Positivo	$f_{col.}$	= 20.0	19 cm.

- Acero para vigas.-

Claro exterior	V. interior	V. exterior
Negativo exterior	= 2.33	= 2.69
Positivo	= 8.17	= 3.11
Negativo	= 5.60	= 2.69

Claro interior

Positivo	= 7.58	= 2.89
Negativo	= 3.44	= 2.69

- Acero para cortante:

Vigas interiores $sep = d/4 = 32.1/4 = 8 \text{ cm}$

Area de estribos = $V_s(int) (8 \text{ cm}) / f_y(d) = 2 \text{ cm}^2 @ 8 \text{ cm}$

Vigas exteriores $separación = 42.1/2 = 21 \text{ cm.}$

Area de estribos = $V_s(ext) (21 \text{ cm}) / f_y(d) = 1 \text{ cm} @ 21 \text{ cm.}$

CAPITULO IV
PROGRAMA PARA COMPUTADORA

El programa calcula además del espesor de losa, el acero necesario para flexión, cortante y torsión en la dirección analizada del sistema de losas.

Para utilizar este programa deben cumplirse todas - las limitaciones que impone el Método de Diseño Directo - del ACI-83. Además de esto el programa tiene las siguientes limitaciones:

- No se considera desalineación en el eje de columnas.
- Las longitudes de tableros interiores deben ser iguales.
- Cada tablero debe estar apoyado en vigas en todo su perímetro o no tener ninguna viga.
- No calcula losas apoyados en muros.
- En las vigas no se considera refuerzo para flexión en -- dos lechos.
- Cuando es necesario se indica la necesidad de colocar - collares de cortante o ábacos pero no se calculan estos -- últimos.

Los resultados que arroja el programa son los siguientes:

Espesor más conveniente de losas.

Momentos ocasionados por el sistema de losas sobre columnas exteriores e interiores.

Áreas de acero para momentos positivos y negativos en - las diferentes franjas de diseño en losas, incluyendo --

el acero adicional para momento desbalanceado en columnas exteriores. Además del acero necesario para flexión en las vigas.

El área de refuerzo necesaria en las vigas. Para losas sin vigas se señala la necesidad de colocar collares para cortante sobre las columnas interiores y el tamaño de éstos, cuando el cortante por punzonamiento sea grave. - Además se indica la cantidad de refuerzo longitudinal a 90° en las columnas exteriores para resistir el cortante en la zona.

El programa está formado por instrucciones del lenguaje BASIC utilizado por la Commodore 64.

Read!.

```
10 dim a(20,4): dim i(20)
12 dim s(25):dim z(25)
14 Print"@" chr$(145)
16 :
20 rem #####
30 rem calculo de losa por #
40 rem el metodo de #
50 rem diseño directo #
60 rem #####
70 :
72 :
80 rem *** este Programa utiliza el
90 rem metodo de diseño directo Para
100 rem calcular los requerimientos de
110 rem acero Para flexion en la dir.
120 rem analizada, de las diferentes
130 rem franjas de un sistema de losas.
140 rem asimismo calcula el acero
150 rem requerido Para resistir el cor-
160 rem tante y la torsion, ademaz del
170 rem espesor adecuado del sistema de
180 rem losas.
182 :
194 rem # Para utilizar este Programa
196 rem limitaciones:
198 :
198 rem # deben existir un minimo de
198 rem tres direcciones.
198 rem # los tableros deben ser rec-
198 rem tangelares y la relacion de
198 rem ser mayor de 2.
198 rem # las long. de los tableros
198 rem interiores deben ser iguales.
198 rem # las long. de tableros sucesi-
198 rem vos no deben diferir en mas de
198 rem 1/3 de la long. mayor.
198 rem # las cargas deben ser solo
198 rem uniformemente distribuidas en todo el
198 rem tablero.
198 rem # la carga viva debe ser 0.
198 rem # la densidad de la losa en cuil-
198 rem metros debe ser de 2400 del
198 rem concreto debe ser de 2400 del
198 rem concreto.
200 rem Print"@"
202 Print at(2,0) "Calculo de Sistemas de LOSAS ."
204 Print at(2,1) "Por el Metodo de Diseño Directo."
206 Print at(2,2) "Longitudes de tableros exterior e interior en cms."
208 Print at(2,3) "L1 ="
210 Print at(2,4) "L2 ="
212 Print at(2,5) "L3 ="
214 Print at(2,6) "Longitudes de tableros ext. e int. en sentido transversal"
216 Print at(2,7) "al analisis en cms."
218 Print at(2,8) "L1 ="
220 Print at(2,9) "L2 ="
222 Print at(2,10) "L3 ="
224 Print at(2,11) "Carga viva y peso del concreto en mts. y kg."
226 Print at(2,12) "R0 ="
228 Print at(2,13) "R1 ="
230 Print at(2,14) "R2 ="
232 Print at(2,15) "R3 ="
234 Print at(2,16) "R4 ="
236 Print at(2,17) "R5 ="
238 Print at(2,18) "R6 ="
240 Print at(2,19) "R7 ="
242 Print at(2,20) "R8 ="
244 Print at(2,21) "R9 ="
246 Print at(2,22) "R10 ="
248 Print at(2,23) "R11 ="
250 Print at(2,24) "R12 ="
252 Print at(2,25) "R13 ="
254 Print at(2,26) "R14 ="
256 Print at(2,27) "R15 ="
258 Print at(2,28) "R16 ="
260 Print at(2,29) "R17 ="
262 Print at(2,30) "R18 ="
264 Print at(2,31) "R19 ="
266 Print at(2,32) "R20 ="
268 Print at(2,33) "R21 ="
270 Print at(2,34) "R22 ="
272 Print at(2,35) "R23 ="
274 Print at(2,36) "R24 ="
276 Print at(2,37) "R25 ="
278 Print at(2,38) "R26 ="
280 Print at(2,39) "R27 ="
282 Print at(2,40) "R28 ="
284 Print at(2,41) "R29 ="
286 Print at(2,42) "R30 ="
288 Print at(2,43) "R31 ="
290 Print at(2,44) "R32 ="
292 Print at(2,45) "R33 ="
294 Print at(2,46) "R34 ="
296 Print at(2,47) "R35 ="
298 Print at(2,48) "R36 ="
300 Print at(2,49) "R37 ="
302 Print at(2,50) "R38 ="
304 Print at(2,51) "R39 ="
306 Print at(2,52) "R40 ="
308 Print at(2,53) "R41 ="
310 Print at(2,54) "R42 ="
312 Print at(2,55) "R43 ="
314 Print at(2,56) "R44 ="
316 Print at(2,57) "R45 ="
318 Print at(2,58) "R46 ="
320 Print at(2,59) "R47 ="
322 Print at(2,60) "R48 ="
324 Print at(2,61) "R49 ="
326 Print at(2,62) "R50 ="
328 Print at(2,63) "R51 ="
330 Print at(2,64) "R52 ="
332 Print at(2,65) "R53 ="
334 Print at(2,66) "R54 ="
336 Print at(2,67) "R55 ="
338 Print at(2,68) "R56 ="
340 Print at(2,69) "R57 ="
342 Print at(2,70) "R58 ="
344 Print at(2,71) "R59 ="
346 Print at(2,72) "R60 ="
348 Print at(2,73) "R61 ="
350 Print at(2,74) "R62 ="
352 Print at(2,75) "R63 ="
354 Print at(2,76) "R64 ="
356 Print at(2,77) "R65 ="
358 Print at(2,78) "R66 ="
360 Print at(2,79) "R67 ="
362 Print at(2,80) "R68 ="
364 Print at(2,81) "R69 ="
366 Print at(2,82) "R70 ="
368 Print at(2,83) "R71 ="
370 Print at(2,84) "R72 ="
372 Print at(2,85) "R73 ="
374 Print at(2,86) "R74 ="
376 Print at(2,87) "R75 ="
378 Print at(2,88) "R76 ="
380 Print at(2,89) "R77 ="
382 Print at(2,90) "R78 ="
384 Print at(2,91) "R79 ="
386 Print at(2,92) "R80 ="
388 Print at(2,93) "R81 ="
390 Print at(2,94) "R82 ="
392 Print at(2,95) "R83 ="
394 Print at(2,96) "R84 ="
396 Print at(2,97) "R85 ="
398 Print at(2,98) "R86 ="
400 Print at(2,99) "R87 ="
402 Print at(2,100) "R88 ="
404 Print at(2,101) "R89 ="
406 Print at(2,102) "R90 ="
408 Print at(2,103) "R91 ="
410 Print at(2,104) "R92 ="
412 Print at(2,105) "R93 ="
414 Print at(2,106) "R94 ="
416 Print at(2,107) "R95 ="
418 Print at(2,108) "R96 ="
420 Print at(2,109) "R97 ="
422 Print at(2,110) "R98 ="
424 Print at(2,111) "R99 ="
426 Print at(2,112) "R100 ="
428 Print at(2,113) "R101 ="
430 Print at(2,114) "R102 ="
432 Print at(2,115) "R103 ="
434 Print at(2,116) "R104 ="
436 Print at(2,117) "R105 ="
438 Print at(2,118) "R106 ="
440 Print at(2,119) "R107 ="
442 Print at(2,120) "R108 ="
444 Print at(2,121) "R109 ="
446 Print at(2,122) "R110 ="
448 Print at(2,123) "R111 ="
450 Print at(2,124) "R112 ="
452 Print at(2,125) "R113 ="
454 Print at(2,126) "R114 ="
456 Print at(2,127) "R115 ="
458 Print at(2,128) "R116 ="
460 Print at(2,129) "R117 ="
462 Print at(2,130) "R118 ="
464 Print at(2,131) "R119 ="
466 Print at(2,132) "R120 ="
468 Print at(2,133) "R121 ="
470 Print at(2,134) "R122 ="
472 Print at(2,135) "R123 ="
474 Print at(2,136) "R124 ="
476 Print at(2,137) "R125 ="
478 Print at(2,138) "R126 ="
480 Print at(2,139) "R127 ="
482 Print at(2,140) "R128 ="
484 Print at(2,141) "R129 ="
486 Print at(2,142) "R130 ="
488 Print at(2,143) "R131 ="
490 Print at(2,144) "R132 ="
492 Print at(2,145) "R133 ="
494 Print at(2,146) "R134 ="
496 Print at(2,147) "R135 ="
498 Print at(2,148) "R136 ="
500 Print at(2,149) "R137 ="
502 Print at(2,150) "R138 ="
504 Print at(2,151) "R139 ="
506 Print at(2,152) "R140 ="
508 Print at(2,153) "R141 ="
510 Print at(2,154) "R142 ="
512 Print at(2,155) "R143 ="
514 Print at(2,156) "R144 ="
516 Print at(2,157) "R145 ="
518 Print at(2,158) "R146 ="
520 Print at(2,159) "R147 ="
522 Print at(2,160) "R148 ="
524 Print at(2,161) "R149 ="
526 Print at(2,162) "R150 ="
528 Print at(2,163) "R151 ="
530 Print at(2,164) "R152 ="
532 Print at(2,165) "R153 ="
534 Print at(2,166) "R154 ="
536 Print at(2,167) "R155 ="
538 Print at(2,168) "R156 ="
540 Print at(2,169) "R157 ="
542 Print at(2,170) "R158 ="
544 Print at(2,171) "R159 ="
546 Print at(2,172) "R160 ="
548 Print at(2,173) "R161 ="
550 Print at(2,174) "R162 ="
552 Print at(2,175) "R163 ="
554 Print at(2,176) "R164 ="
556 Print at(2,177) "R165 ="
558 Print at(2,178) "R166 ="
560 Print at(2,179) "R167 ="
562 Print at(2,180) "R168 ="
564 Print at(2,181) "R169 ="
566 Print at(2,182) "R170 ="
568 Print at(2,183) "R171 ="
570 Print at(2,184) "R172 ="
572 Print at(2,185) "R173 ="
574 Print at(2,186) "R174 ="
576 Print at(2,187) "R175 ="
578 Print at(2,188) "R176 ="
580 Print at(2,189) "R177 ="
582 Print at(2,190) "R178 ="
584 Print at(2,191) "R179 ="
586 Print at(2,192) "R180 ="
588 Print at(2,193) "R181 ="
590 Print at(2,194) "R182 ="
592 Print at(2,195) "R183 ="
594 Print at(2,196) "R184 ="
596 Print at(2,197) "R185 ="
598 Print at(2,198) "R186 ="
600 Print at(2,199) "R187 ="
602 Print at(2,200) "R188 ="
604 Print at(2,201) "R189 ="
606 Print at(2,202) "R190 ="
608 Print at(2,203) "R191 ="
610 Print at(2,204) "R192 ="
612 Print at(2,205) "R193 ="
614 Print at(2,206) "R194 ="
616 Print at(2,207) "R195 ="
618 Print at(2,208) "R196 ="
620 Print at(2,209) "R197 ="
622 Print at(2,210) "R198 ="
624 Print at(2,211) "R199 ="
626 Print at(2,212) "R200 ="
628 Print at(2,213) "R201 ="
630 Print at(2,214) "R202 ="
632 Print at(2,215) "R203 ="
634 Print at(2,216) "R204 ="
636 Print at(2,217) "R205 ="
638 Print at(2,218) "R206 ="
640 Print at(2,219) "R207 ="
642 Print at(2,220) "R208 ="
644 Print at(2,221) "R209 ="
646 Print at(2,222) "R210 ="
648 Print at(2,223) "R211 ="
650 Print at(2,224) "R212 ="
652 Print at(2,225) "R213 ="
654 Print at(2,226) "R214 ="
656 Print at(2,227) "R215 ="
658 Print at(2,228) "R216 ="
660 Print at(2,229) "R217 ="
662 Print at(2,230) "R218 ="
664 Print at(2,231) "R219 ="
666 Print at(2,232) "R220 ="
668 Print at(2,233) "R221 ="
670 Print at(2,234) "R222 ="
672 Print at(2,235) "R223 ="
674 Print at(2,236) "R224 ="
676 Print at(2,237) "R225 ="
678 Print at(2,238) "R226 ="
680 Print at(2,239) "R227 ="
682 Print at(2,240) "R228 ="
684 Print at(2,241) "R229 ="
686 Print at(2,242) "R230 ="
688 Print at(2,243) "R231 ="
690 Print at(2,244) "R232 ="
692 Print at(2,245) "R233 ="
694 Print at(2,246) "R234 ="
696 Print at(2,247) "R235 ="
698 Print at(2,248) "R236 ="
700 Print at(2,249) "R237 ="
702 Print at(2,250) "R238 ="
704 Print at(2,251) "R239 ="
706 Print at(2,252) "R240 ="
708 Print at(2,253) "R241 ="
710 Print at(2,254) "R242 ="
712 Print at(2,255) "R243 ="
714 Print at(2,256) "R244 ="
716 Print at(2,257) "R245 ="
718 Print at(2,258) "R246 ="
720 Print at(2,259) "R247 ="
722 Print at(2,260) "R248 ="
724 Print at(2,261) "R249 ="
726 Print at(2,262) "R250 ="
728 Print at(2,263) "R251 ="
730 Print at(2,264) "R252 ="
732 Print at(2,265) "R253 ="
734 Print at(2,266) "R254 ="
736 Print at(2,267) "R255 ="
738 Print at(2,268) "R256 ="
740 Print at(2,269) "R257 ="
742 Print at(2,270) "R258 ="
744 Print at(2,271) "R259 ="
746 Print at(2,272) "R260 ="
748 Print at(2,273) "R261 ="
750 Print at(2,274) "R262 ="
752 Print at(2,275) "R263 ="
754 Print at(2,276) "R264 ="
756 Print at(2,277) "R265 ="
758 Print at(2,278) "R266 ="
760 Print at(2,279) "R267 ="
762 Print at(2,280) "R268 ="
764 Print at(2,281) "R269 ="
766 Print at(2,282) "R270 ="
768 Print at(2,283) "R271 ="
770 Print at(2,284) "R272 ="
772 Print at(2,285) "R273 ="
774 Print at(2,286) "R274 ="
776 Print at(2,287) "R275 ="
778 Print at(2,288) "R276 ="
780 Print at(2,289) "R277 ="
782 Print at(2,290) "R278 ="
784 Print at(2,291) "R279 ="
786 Print at(2,292) "R280 ="
788 Print at(2,293) "R281 ="
790 Print at(2,294) "R282 ="
792 Print at(2,295) "R283 ="
794 Print at(2,296) "R284 ="
796 Print at(2,297) "R285 ="
798 Print at(2,298) "R286 ="
800 Print at(2,299) "R287 ="
802 Print at(2,300) "R288 ="
804 Print at(2,301) "R289 ="
806 Print at(2,302) "R290 ="
808 Print at(2,303) "R291 ="
810 Print at(2,304) "R292 ="
812 Print at(2,305) "R293 ="
814 Print at(2,306) "R294 ="
816 Print at(2,307) "R295 ="
818 Print at(2,308) "R296 ="
820 Print at(2,309) "R297 ="
822 Print at(2,310) "R298 ="
824 Print at(2,311) "R299 ="
826 Print at(2,312) "R300 ="
828 Print at(2,313) "R301 ="
830 Print at(2,314) "R302 ="
832 Print at(2,315) "R303 ="
834 Print at(2,316) "R304 ="
836 Print at(2,317) "R305 ="
838 Print at(2,318) "R306 ="
840 Print at(2,319) "R307 ="
842 Print at(2,320) "R308 ="
844 Print at(2,321) "R309 ="
846 Print at(2,322) "R310 ="
848 Print at(2,323) "R311 ="
850 Print at(2,324) "R312 ="
852 Print at(2,325) "R313 ="
854 Print at(2,326) "R314 ="
856 Print at(2,327) "R315 ="
858 Print at(2,328) "R316 ="
860 Print at(2,329) "R317 ="
862 Print at(2,330) "R318 ="
864 Print at(2,331) "R319 ="
866 Print at(2,332) "R320 ="
868 Print at(2,333) "R321 ="
870 Print at(2,334) "R322 ="
872 Print at(2,335) "R323 ="
874 Print at(2,336) "R324 ="
876 Print at(2,337) "R325 ="
878 Print at(2,338) "R326 ="
880 Print at(2,339) "R327 ="
882 Print at(2,340) "R328 ="
884 Print at(2,341) "R329 ="
886 Print at(2,342) "R330 ="
888 Print at(2,343) "R331 ="
890 Print at(2,344) "R332 ="
892 Print at(2,345) "R333 ="
894 Print at(2,346) "R334 ="
896 Print at(2,347) "R335 ="
898 Print at(2,348) "R336 ="
900 Print at(2,349) "R337 ="
902 Print at(2,350) "R338 ="
904 Print at(2,351) "R339 ="
906 Print at(2,352) "R340 ="
908 Print at(2,353) "R341 ="
910 Print at(2,354) "R342 ="
912 Print at(2,355) "R343 ="
914 Print at(2,356) "R344 ="
916 Print at(2,357) "R345 ="
918 Print at(2,358) "R346 ="
920 Print at(2,359) "R347 ="
922 Print at(2,360) "R348 ="
924 Print at(2,361) "R349 ="
926 Print at(2,362) "R350 ="
928 Print at(2,363) "R351 ="
930 Print at(2,364) "R352 ="
932 Print at(2,365) "R353 ="
934 Print at(2,366) "R354 ="
936 Print at(2,367) "R355 ="
938 Print at(2,368) "R356 ="
940 Print at(2,369) "R357 ="
942 Print at(2,370) "R358 ="
944 Print at(2,371) "R359 ="
946 Print at(2,372) "R360 ="
948 Print at(2,373) "R361 ="
950 Print at(2,374) "R362 ="
952 Print at(2,375) "R363 ="
954 Print at(2,376) "R364 ="
956 Print at(2,377) "R365 ="
958 Print at(2,378) "R366 ="
960 Print at(2,379) "R367 ="
962 Print at(2,380) "R368 ="
964 Print at(2,381) "R369 ="
966 Print at(2,382) "R370 ="
968 Print at(2,383) "R371 ="
970 Print at(2,384) "R372 ="
972 Print at(2,385) "R373 ="
974 Print at(2,386) "R374 ="
976 Print at(2,387) "R375 ="
978 Print at(2,388) "R376 ="
980 Print at(2,389) "R377 ="
982 Print at(2,390) "R378 ="
984 Print at(2,391) "R379 ="
986 Print at(2,392) "R380 ="
988 Print at(2,393) "R381 ="
990 Print at(2,394) "R382 ="
992 Print at(2,395) "R383 ="
994 Print at(2,396) "R384 ="
996 Print at(2,397) "R385 ="
998 Print at(2,398) "R386 ="
1000 Print at(2,399) "R387 ="
```



```

335 print at(7,12) "" :input l4
336 if l4 < 0 or l4 > 3000 then 335
337 print at(7,17) "" :input a5
338 if a5 < 0 or a5 > 1000 then 338
339 print at(7,25) "" :input b1
340 if b1 < 0 or b1 > 3000 then 340
341 print at(7,31) "" :input f2
342 if f2 < 0 or f2 > 3000 then 342
343 print at(7,32) "" :input f3
344 if f3 < 0 or f3 > 3000 then 343
345 print at(6,23) "¿Además algún dato s/n?:"
346 set a1 to "Y" and a2 to "N" then 434
347 if a1="s" then 342
348
349 print "s"
350 print at(5,20) "Longitud de las columnas en cms."
351 print at(5,25) "c1="
352 print at(5,30) "c2="
353 print at(5,35) "c3="
354 print at(5,40) "Altura del entrepiso en cm y carga del muro en K9/m2."
355 print at(5,45) "h="
356 print at(5,50) "h1="
357 print at(5,55) "h2="
358 print at(5,60) "h3="
359 print at(5,65) "h4="
360 print at(5,70) "h5="
361 print at(5,75) "" :input c1
362 if c1 < 11.12 or c1 > 11.20 then 548
363 print at(5,78) "" :input c2
364 if c2 < 11.12 or c2 > 11.20 then 550
365 print at(5,80) "" :input a1
366 if a1 < 0 or a1 > 100 then 560
367 print at(5,85) "" :input a2
368 if a2 < 0 or a2 > 1500 then 570
369 print at(5,90) "" :input a
370 if a < 11.20 or a > 12 then 580
371 print at(5,95) "" :input a5
372 if a5 < 0 or a5 > 2.5 then 590
373 print at(5,23) "¿Además algún dato s/n?:"
374 set a1 to "Y" and a2 to "N" then 594
375 if a1="s" then 450
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999

```

```

2150 if c5>.8 and h6<9 then h6=9
2160 h6=int(h6+.6)
2170 return
2200 gosub 3200
2210 :
2210 n=c3
2220 a2=15*(c2+a1/c3)/(c1+10)
2230 c2=a1+h6/(100*w5)
2240 if c2<2 and n<2 then gosub 10000
2250 goto 3500
3000 :
3010 rem   constante admisible en el          concreto.
3020 :
3030 b2=c1/c2
3040 if b2<1 then b2=1/b2
3050 v=.27*(2+4/b2)*(sr(f2)*b3*d
3060 o)=1.06*(sr(f2)+b3*d
3070 if v>1 then v=1
3080 f4=.85*v
3090 return
3200 :
3210 rem   momentos en columnas
3220 :
3230 l6=l8-c1
3240 ln=l1-c1
3250 if l6=ln then l6=l8-c1
3260 m7=.97*(((12*ln12)-(12+l612))*w1.4*w1+1.7*w5*12*ln12/2)/20000
3270 return
3500 :
3510 rem   resistencia al cortante en          vigas
3520 :
3530 r2=12-11
3540 if r2<0 then r2=0
3550 u6=(u3*(ln12-1212/2+r212/2)+u6*a1*12)/20000
3560 d3=h5-r1-u6
3570 de=h4-r1-d3
3580 v6=w5*(ln-2+d3)/ln
3590 r6=.85+.83*(sr(f1)*b3*d3
3592 r6=.85+.53*(sr(f1)+d7*d3)
3610 if v6>r6 then 3700
3620 v5=(v6-r6)/.85
3630 v5=(v5/2-r6)/.85
3640 if v5<(2.1*(sr(f1))*b3*d3 then 3700
3650 Print "3"
3660 Print at(4,4)"La seccion de la viga interior no es   ";
3670 Print"suiciente para resistir el cortante   Por si sola."
3700 :
3710 de=h4-r1-d6
3720 f5=.85+.53*(sr(f2)*d
3730 if h4<(2*h6) then 4030
3800 :
3810 rem   sumatoria x*x*x
3820 :
3830 h0=h4-h6
3840 a1=h412+b7+h012+h6
3850 if h4<b7 and h0<h6 then a1=(b712+h44+h512+h6)
3860 if h4<b7 and h6<h0 then a1=(b712+h44+h012+h6)
4000 m5=.871*a1
4010 r5=r1
4020 gosub 12000
4030 gosub 14000
4040 :
4050 rem   calculo de acero en vigas
4060 :
4070 b6=b0
4080 f=c1
4090 h=h5
4100 j4=sr-r1-d0
4110 x=11
4120 n(1)=z7:m(2)=z8:m(3)=k5:m(4)=z9          m(5)=k6
4130 for b=1 to 5

```

```

4132 if b<5 then 4170
4134 a:=a/b/2.8
4136 a:=a/b/2000
4138 a:=1
4140 b:=b/2000
4142 a:=a/20000
4144 for i:=1 to 5
4146 if a>5 then 4220
4200 a:=a/2/1.8
4210 a:=a/6500
4212 next i
4220
4230 rem      escena Para cortante en vigas
4240
4250 a:=50
4260 a:=a/2
4270 a:=a/2
4280 if a>60 then a:=60
4290 if a<15 then a:=15
4300 a:=int(a/1.25)
4310 if a<15 then a:=14
4320 a:=int(a/2)
4330 if (a/1.12)<(f1)*b8/d3 then a:=a/2
4340 if (a/1.12)<(f1)*b7/d3 then a:=a/2
4350 a:=int(a/1.6)
4360 if (a/2)>and (a/2)>and a2>(2.5*a*5) then a:=3.5*b8*a/c/f6
4370 a:=a/2/1.7/f6/d3
4380 a:=int(a/10/2)
4390 a:=int(a/10/10)
4400 if a>9 then a:=int((6*100/(3.5*b8))/100 *a=1.00
4410 if a>9 then a:=int((6*100/(3.5*b7))/100 *a=1.00
4420 a:=a/1000
4430 a:=a/1000
4440 a:=a/1000
4450 if (a/2)>100 then a:=a/10000
4460 if (a/2)>100 then print"2" print at(4,8)"la torsion es insignificante."
4470 if (a/2)>4.22 then resultados on Papel a/n."
4480 a:=a/2 if a<5 then a:=5 and a/2"s" then 4340
4490 if a=5 then end
4500 a:=a/1500
4510 a:=a/1500
4520 a:=a/1500/2000
4530 if 1.4<(a/2) then a:=a/1000
4540 end
4550
4560
4570
4580 print "813416 Puede utilizarse el Metodo de          diseño directo."
4590 if 11/1222 or 13/1222 or 11/1422 or 13/1422 then 6015
4600 if 11/121.5 or 13/121.5 or 12/1421.5 or 14/1221.5 then 6015
4610 print at(2,20)"La relacion de claros no cumple con      las limitaciones."
4620 if a/2>4.1 then print at(2,20)"La carga viva=1.5;"a2/m2 es muy alta."
4630 if a=5 then 6040
4640 if (a/2)>120/(a+112)*5 or (a/2)>120/(a+112)*2 then print at(2,12)"La"
4650 print" relacion de vigas debe estar entre 6.2 y 5."
4660 print at(6,20)"CUNLOUER TECLA PARA REINICIAR"
4670 a:=a/1 if a="" then 6040
4680 goto 200
4690
4700
4710 rem      obtener area de escena
4720
4730 a:=1+
4740 a:=85
4750 if f=200 then 4590
4760 a:=(85-(f-200)*.85/70)
4770 if 10.55 then a:=.65
4780 a:=(a/1.6+4+(1-(2293.125*a))/(6115+f))
4790 if a<2.0018*b6*h then a:=(.0018*b6*h)
4800 a:=(int(a*x/100))/100
4810 return

```



```

8320 Print at(4,4)"numero de claros en la direccion del analisis.",input n1
8330 w5=(a2*(c1+d/2)+1/3*a2*(c2+d/2)-(c1*d/2)*w5*(c2+d/2))/a1*w5*(12)/10000
8340 if u1<3 then 8400
8350 if u1<3 then 8310
8360 if 1/3<u1 then w5=(1/3*(12-(c1+d/2)+a2*(c2+d/2)))/a2*(1+w5*(12)/10000
8400 w2=(w5*(4)/1.85 if 0.2<u1 then w2=0
8410 :
8412 Print at(6,14)"PROGRAMA CALCULADO"
8414 Print at(6,12)"Esperre un momento.."
8420 rem distribucion de mom. en franjas de columna y centrales.
8430 :
8440 m1=w2*(12+(18-c1)/2)/80000
8450 z1=.25*w1
8460 K1=.312*w1
8470 z2=.527*w1
8480 z3=0
8490 K2=.203*w1
8500 z4=.175*w1
8510 m2=w2*(12*(13-c1)/2)/80000
8520 z5=.757*.65*w2
8530 K3=.21*w2
8540 z6=.257*.65*w2
8550 K4=.14*w2
8560 m3=z1/2
8570 c3=(a4*w5)/(100*w5)
8580 gosub 3200
8590 n=0
8620 a2=h5*t3*(12)/(12+18)
8630 if c3<2 then gosub 10000
8640 :
8648 rem transmision de mom. y carga gravitacional a col. exterior.
8650 :
8670 g=1/(1+2/3*gar((c1+d)/(c2+d)))
8680 b1=c1+d*(1.5*h5)
8690 m4=g*w1
8700 rem m4 debe resistirse en un ancho=b1
8710 :
8720 rem esfuerzos cortantes en la seccion critica exterior.
8730 :
8740 x2=2*(c1+d/2)*d+ax(c2+d)
8750 x3=(2/3*(c1+d/2)*d)*12/4+(c2+d)*d*(c1+d)/2)/a2
8760 c4=(c1+d)/2-x3
8770 d1=h5-r-d5/2
8780 d2=h5-r-1.5*d5
8790 if 1/3<u1 then 8830
8800 a=d1
8810 d1=d2
8820 d2=a
8830 i3=d1*(c1+d/2)*10/12+(c1+d/2)*d1*((c1+d/2)/2-c4)/2
8840 i7=(c1+d1/2)*d1*13/12
8850 i2=(c2+d)*c4+d2*d2
8860 i3=2*(i7+i3)+i2
8870 q1=1-a
8880 c5=(c1+d/2)-c4
8890 b3=a2*d
8900 m5=g1*w1
8910 u1=(w5/32)*w5*(c4/13)*b3*d
8920 u2=(w5/32)*w5*(c5/13)*b3*d
8930 gosub 3000
8940 u3=0
8950 if u1<f4 and abs(u2)<f4 then 9000
8960 if abs(u2)>u1 then u8=abs(u2)
8970 if abs(u2)<u1 then u8=u1
8980 u3=(u8*(4)/1.85
8990 :
9000 rem esfuerzos cortantes en la seccion critica interior.
9010 :
9020 m3=abs(c2-z5)
9030 m5=g1*w3
9040 a2=2*d*(c1+c2+2*d)
9050 j3=d*(c1+d)/3/5+((c1+d)/6)*d*(3+(d*(c2+d)/2)*((c1+d)/2
9060 v7=((u2*(18+13)/2)*12-(c1+d)*(c2+d))*w5*(12)/10000

```



```

10250 h=w
10260 hl=w+1
10270 yy=0
10280 loop
10300 yy=yy+1
10310 if K(yy)>n or K(yy+1)>n then 10390
10320 s=yy
10330 sl=yy+1
10340 n1=a(h,s)
10350 n6=a(h,sl)
10360 n7=a(hl,s)
10370 n8=a(hl,sl)
10380 i1=i(u)
10390 i2=i(u+1)
10390 exit if yy=3
10400 end loop
10410 next w
10420 for w=2 to c3
10430 if i(u)>P or i(u+1)<P then 10550
10430 h=w
10434 hl=w+1
10435 u=0
10436 loop
10437 uu+1
10438 if K(u)>n or K(u+1)>n then 10542
10440 s=u
10450 sl=u+1
10460 r5=a(h,s)
10470 r6=a(h,sl)
10480 r7=a(hl,s)
10490 r8=a(hl,sl)
10500 i3=i(u)
10502 ee=(i(u+1)-i(u))
10510 i4=i(u+1)
10520 f7=a(u)
10530 f8=a(u+1)
10540 i5=(j+1)
10542 exit if u=3
10550 end loop
10560 next w
10568 exit if j=4
10570 end loop
10580 a5=n4+(n7-n4)/(i2-i1)*(p-i1)
10590 a7=n6+(n8-n6)/(i2-i1)*(p-i1)
10600 a8=r5+(r7-r5)/(i4-i3)*(p-i3)
10610 a9=r6+(r8-r6)/(i4-i3)*(p-i3)
10620 a5=a5-(a6-a7)/(f8-f7)*(n-f7)
10630 a6=a8-(a9-a7)/(f8-f7)*(n-f7)
10640 a7=a5-(a6-a5)/(i5-i4)*(c8-i6)+(c8-i6)
10650 a6=a7*(1/3)
10660 a7=a2*(1/3)
10670 if v2<v5 then 10830
10680 print "a"
10690 print at(2,4)"lo se cumple con la rigidez minima de columnas."
10700 print at(2,8)"Puede elegir entre:"
10710 print at(2,10)"1..Reumenter los momentos positivos."
10720 print at(2,12)"2..Reiniciar Para aumentar los lados de las "
10722 print "columnas."
10730 set j1:=1 j2:=1 then 10730
10740 if j1="1" or j1="2" then 10730
10750 if j2="2" then run
10752 print "a"
10754 print at(3,20)"EzPere un momento..."
10760 a=1+(2-c8)/(4+c8)*(1-v5/v6)
10770 k1=k1*a
10780 k2=k2*a
10790 k3=k3*a
10800 k4=k4*a
10810 k5=k5*a
10820 k6=k6*a
10830 return

```



```

10040 :
10050 :
10060 :
10070 rem          tension
10080 :
10090 a7=ra1-5*cc1
10100 t=(12*d2-c2*(2-d7)/(12*d2-c2/2))*a5/2
10110 if t<=18.1105*sr(F2*sl) then 12250
10120 v1=sl*(d5*ra)
10130 s1=b7-2*ra-d8
10140 if v1<0 then 12130
10150 s1=0
10160 s1=s1
10170 d1=s1
10180 c1=2*v1/d1
10190 t=(12*d2-c2*(2-d7)/(12*d2-c2/2))*a5*sr(F1*(c1+4*v6)/(c6*t))
10200 if t<18.1105 then 12250
10210 F2=ra-F3
10220 s2=ra-c1/2
10230 if s2<0 then s2=0
10240 s2=ra*int(s2/25)
10250 c2=ra*(c1+2*sr(F1/2))
10260 if c2<1.5 then c2=1.5
10270 s2=s2*(s2+1.8)*exp(10*(v6))
10280 s2=s2*(s2+100)/100
10290 s1=s2*(s1+100)/100
10300 s2=s2*(s2+15*(2-c2/2)/t)/t
10310 s2=s2*(s2+100)/100
10320 d1=12*d2-c2*d7
10330 d2=s2*(d1+100)/100
10340 return
10350 :
10360 rem          calculo de acero en          franjas de losas.
10370 :
10380 q1=q3+q-5*q6
10390 q2=q3+q-1.5*q6
10400 if 11<12 then d4=d1
10410 if 11<12 then d4=d2
10420 q=12*q
10430 f=2
10440 m=5
10450 n=3
10460 m1=ra*(m(2)*k1+m(3)=z2:m(4)=z5
10470 m2=ra*(m(6)=z3:m(7)=k2:m(8)=z4:m(9)=z6:m(10)=k4
10480 for i=1 to 8
10490 if 12<5 then 14100
10500 m4=i/2.5
10510 m5=0.050
10520 m6=0.050
10530 m7=1
10540 m8=12*q
10550 for j=0 to 10
10560 if 12<16 then return
10570 m9=j/3
10580 m10=0.050
10590 m11=0.050
10600 next j
10610 return
10620 end
10630 rem          datos del problema
10640 :
10650 print "a"
10660 print at(2,2)"Datos del problema calculado:"
10670 print at(2,4)"Dimensiones de la          LOSA y COLUMNAS
10680 s2=ra*(f11)+cc1*sr(F12);rr=ra*(f13)+ttf*sr(F14)
10690 print at(4,7)"L1 =";use"###";cc1:print;" cms"
10700 m=ra*(s1)+i1f*sr(F14);ccf=ra*(m6)+ppf*sr(F16);ss=ra*(F2)
10710 print at(4,8)"L1'=";use"###";ccf:print;" cms"
10720 print at(10,7)"d1 ova. =";use"###";m4:print;" K2/m2"
10730 print at(10,8)"d2 ova. =";use"###";i1f:print;" K9/m3"

```

```

17570 Print at(4.99)"L2 ="&use"###"and print;" cam"
17572 Print at(20.99)"R mudo ="&use"###"and print;" m3/a2"
17573 if test(=0) 11 test(=0) 22 test(=0) 33 test(=0) 44 test(=0) 55 test(=0)
17580 Print at(4.10)"L3 ="&use"###"and print;" cam"
17582 Print at(20.10)"R1 ="&use"###"and print;" R3/cam2"
17584 Print at(4.11)"L4 ="&use"###"and print;" cam"
17586 Print at(20.11)"R2 ="&use"###"and print;" R3/cam2"
17588 Print at(4.12)"L5 ="&use"###"and print;" cam"
17592 Print at(20.12)"R3 ="&use"###"and print;" cam"
17610 Print at(4.13)"L6 ="&use"###"and print;" cam"
17612 Print at(20.13)"R4 ="&use"###"and print;" cam"
17614 if test(=) then 17670
17620 Print at(6.14)"Dimensiones de "i2"s"
17630 Print at(4.17)"H esp. = "i1;"cam" and (019)=&i1;"cam"
17640 Print at(4.18)"B c.t. = "i1;"cam" and (019)=&i1;"
17650 Print at(4.19)"H int. = "i1;"cam"
17660 Print at(4.20)"B int. = "i1;"cam"
17670 if test(=) then hndcp?
17680 Print at(6.23)"CONCLUYER TECLA PARA CONTINUAR"
17690 set hkt: if hkt="" then 17680
17700 return
17710
18000 Print"8"
18002 i1="h9. esp. f. col. ="
18004 i1="h9. int. f. col. ="
18005 i1="str(4(1))&i1"and str(4(1))
18006 i1="Posit. f. col. ="
18008 i1="h9. esp. f. int. ="
18010 i1="h9. f. int. ="
18012 i1="h9. f. int. ="
18014 i1="h9. f. int. ="
18016 i1="h9. f. col. ="
18018 i1="Posit. f. col. ="
18020 Print at(2.33)"MOMENTOS DE ACERO (cm2) PARA MOMENTOS EN FRANJAS DE LOSA."
18022 i1="h9. f. int. ="
18024 i1="Pos. f. int. ="
18030 Print at(10.67)"Clase Exterior"
18032 i1="str(4(2))&i1"and str(4(2))
18034 i1="str(4(3))&i1"and str(4(3))
18036 i1="str(4(4))&i1"and str(4(4))
18038 i1="str(4(5))&i1"and str(4(5))
18040 Print at(2.39) i1" &use"###" and print;" #&i5;"6" &use"###" and print;"
18042 i1="str(4(6))&i1"and str(4(6))
18044 i1="str(4(7))&i1"and str(4(7))
18046 i1="str(4(8))&i1"and str(4(8))
18048 i1="str(4(9))&i1"and str(4(9))
18050 Print at(2.39) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18052 i1="str(4(10))&i1"and str(4(10))
18054 Print at(2.10) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18056 Print at(2.12) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18058 Print at(2.13) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18060 Print at(2.14) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18062 Print at(10.16)"Clase Interior"
18064 Print at(3.18) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18066 Print at(3.19) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18068 Print at(3.20) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18070 Print at(2.11) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18072 Print at(3.18) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18074 Print at(3.19) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18076 Print at(3.20) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18078 Print at(3.18) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18080 Print at(3.19) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18082 Print at(3.20) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18084 Print at(3.18) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18086 Print at(3.19) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18088 Print at(3.20) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18090 Print at(3.18) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18092 Print at(3.19) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18094 Print at(3.20) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18096 Print at(3.18) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18098 Print at(3.19) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18100 Print at(3.20) i1" &use"###" and print;" #&i5;"8" &use"###" and print;"
18102 if test(=) then hndcp?
18104 Print at(6.23)"CONCLUYER TECLA PARA CONTINUAR"
18106 set hkt: if hkt="" then 18100
18108 return
18110
18120
18130 Print"8"
18132 Print at(2.2)"El esp. adecuado de losa es "i1;" cam"
18134 Print at(3.5)"MOMENTOS EN COLUMNAS"
18136 Print at(2.8)"Interior = "i1;"&i2"-cm"
18138 Print at(3.4.1)"&i2"
18140 if test(=) then hndcp?
18142 Print at(6.23)"CONCLUYER TECLA PARA CONTINUAR"
18144 set hkt: if hkt="" then 18100
18146 return
18150
18160
18170
18180
18190
18200 Print"8"
18210 Print at(2.2)"El esp. adecuado de losa es "i1;" cam"
18220 Print at(3.5)"MOMENTOS EN COLUMNAS"
18230 Print at(2.8)"Interior = "i1;"&i2"-cm"
18240 Print at(2.7)"Exterior = "i1;"&i2"-cm"

```


CAPITULO V
APLICACION DEL PROGRAMA

A continuación se presentan los resultados de los -
problemas anteriores obtenidos al utilizar el programa, -
así como otros resultados utilizando diferentes da-
tos.

Datos del Problema calculado:

Dimensiones de la
LOSA Y COLUMNAS

L1 = 700 cms	H cava = 400 K9/m2
L1' = 700 cms	H conc. = 2400 K9/m3
L2 = 600 cms	H muro = 100 K9/m2
L2' = 600 cms	f'c = 4200 K9/cm2
c1 = 20 cms	f'ca = 300 K9/cm2
c2 = 20 cms	rod.(losa) = 4 cms
A.entr. = 240cms	#rod.(losa) = 5

AREAS DE ACERO (cm²) PARA MOMENTOS EN
FRANJAS DE LOSA.

Claro Exterior:

neg. ext. f. col. = 31.76 # 5 @ 12 cms
Posit. f. col. = 64.15 # 5 @ 6 cms
Posit. f. col. = 33.12 # 5 @ 10 cms

neg. ext. f. int. = 18.71 # 5 @ 42 cms
Pos. f. intern. = 25.41 # 5 @ 31 cms
Neg. f. intern. = 21.33 # 5 @ 37 cms

Claro Interior:

Neg. b. f. col. = 59.56 # 5 @ 6 cms
Posit. f. col. = 25.66 # 5 @ 15 cms
Neg. f. intern. = 19.83 # 5 @ 40 cms
Pos. f. intern. = 18.71 # 5 @ 42 cms

El esp. adecuado de losa es 26 cm

MOMENTOS EN COLUMNAS

Interior = 440204.801 K_g-cm

Exterior = 959147.073 K_g-cm

Se necesita usar capiteles y/o abacos o cabezales de concreto que proporcionen un Perimetro de la seccion critica = 286.06 cms.

Se requiere un area de acero = 89.12 cm² colocada en forma de varillas longitudinales dobladas a 90 grados y ancladas. Para resistir el cortante, en las columnas exteriores.

El acero para flexion sobre el ancho efectivo de 98. cm en las columnas ext. es = 19.06 cm².

El area de acero para torsion = 1.96 cm² se colocara @ 6 cms.

Se colocara la mitad del area longitudinal requerida = .39cms en cada lecho superior e inferior.

Se requiere refuerzo para torsion hasta una distancia = 180.97cms a partir de la columna.

Datos del Problema calculados:

Dimensiones de la
LOSA : COLUMNAS

L1 = 300 cms W viva = 350 kg/m2
L1' = 300 cms W conc. = 2400 kg/m3
L2 = 600 cms W muro = 300 kg/m2
L2' = 600 cms f'c = 4200 kg/cm2
c1 = 60 cms f'c = 280 kg/cm2
c2 = 25 cms rec.(losa) = 6 cms
A.entr. = 300 cms #var(losa) = 4

Dimensiones de vigas

H ext. = 50 cms rec.(viga) = 6 cms
B ext. = 30 cms #var(viga) = 6
H int. = 40 cms
B int. = 30 cms

AREAS DE ACERO (cm²) PARA MOMENTOS EN
FRONTERAS DE LOSA.

Clase Exterior:

Heg. ext. f. col. = 26.91 # 4 @ 9 cms
Hext. f. col. = 73.32 # 4 @ 2 cms
Fext. f. col. = 59.22 # 4 @ 4 cms

Heg. ext. f. int. = 13.49 # 4 @ 28 cms
Pos. f. interna. = 32.6 # 4 @ 11 cms
Heg. f. interna. = 26.25 # 4 @ 14 cms

Clase Interior:

Hesab. f. col. = 67.99 # 4 @ 3 cms
Posit. f. col. = 39.84 # 4 @ 6 cms
Hes. f. interna. = 24.38 # 4 @ 15 cms
Pos. f. interna. = 29.62 # 4 @ 19 cms

El esp. adecuado de los es 25 cm

MOMENTOS EN COLUMNAS

Interior = 440823.601 K9-cm

Exterior = 731989.441 K9-cm

ACERO PARA MOMENTOS (cms2) EN VIGAS

Claro exterior: V.Int. V.Ext.

Negativo exterior = 2.33 = 2.59

Positivo = 8.17 = 3.11

Negativo = 5.6 = 2.69

Claro interior:

Negativo = 7.58 = 2.89

Positivo = 3.44 = 2.69

Estribos P/Vigas int. = 2 cm2 @ 8 cm

Estribos P/Vigas ext. = 1 cm2 @ 21 cm

Datos del problema calculado:

Dimensiones de la
LOSA y COLUMNAS

L1 = 300 cms	H viva = 450 kg/m ²
L1' = 300 cms	H cond. = 2450 kg/m ³
L2 = 350 cms	H muro = 320 kg/m ²
L2' = 350 cms	f'c = 3000 kg/cm ²
c1 = 30 cms	f'cs = 210 kg/cm ²
c2 = 20 cms	rec.(losa) = 6 cms
h.centr. = 300 cms	h.rec.(losa) = 5

Dimensiones de vigas

H ext. = 44 cms	rec.(viga) = 6 cms
B ext. = 30 cms	h.rec.(viga) = 6
H int. = 40 cms	
B int. = 30 cms	

ACIAS DE ARIPO (cm²) PARA MOMENTOS EN
FRANJAS DE LOSA.

Claro Exterior:

Req. ext. f. col. = 14.56 # 5 @ 22 cms
Req. t. f. col. = 49.17 # 5 @ 6 cms
Posit. f. col. = 33.54 # 5 @ 9 cms

Req. ext. f. int. = 19.71 # 5 @ 34 cms
Pos. f. intern. = 22.08 # 5 @ 29 cms
Req. f. intern. = 18.71 # 5 @ 34 cms

Claro Interior:

Req. ext. f. col. = 45.66 # 5 @ 7 cms
Posit. f. col. = 20.59 # 5 @ 15 cms
Req. f. intern. = 18.71 # 5 @ 34 cms
Pos. f. intern. = 18.71 # 5 @ 34 cms

El esp. adecuado de losa es 32 cm.

MOMENTOS EN COLUMNAS

Interior = 614004.331 kg-cm

Exterior = 984387.736 kg-cm

ACERO PARA MOMENTOS (cm²) EN VIGAS

Claro exterior:	V.Int.	V.Ext.
Negativo exterior	= 2.15	= 2.37
Positivo	= 6.65	= 2.95
Negativo	= 4.53	= 2.37
Claro interior:		
Negativo	= 6.17	= 2.74
Positivo	= 2.78	= 2.37

Estribos P/Vigas int.= 1.7 cm² @ 8 cm

Estribos P/Vigas ext.= 1.1 cm² @ 18 cm

Se nec. abacos y/o capiteles o collares de cort. sobre las col. interiores.

Datos del problema calculado:

Dimensiones de la
LOSA Y COLUMNAS

L1 = 700 cms	W viva = 400 kg/m ²
L1' = 700 cms	W conc. = 2400 kg/m ³
L2 = 400 cms	W mano = 280 kg/m ²
L2' = 600 cms	f _y = 6000 kg/cm ²
c1 = 15 cms	f'c = 420 kg/cm ²
c2 = 15 cms	rec.(losa) = 2 cms
h.vivo = 320 cms	h.rec(losa) = 2.5

ÁREAS DE ACEPO (cm²) PARA MOMENTOS EN
TRABAJOS DE LOSA.

Claro Exterior:

Neg. ext. f.col. =	7.57 # 2.5 @ 8cms
Neg. int. f.col. =	15.23 # 2.5 @ 4cms
Posit. f.col. =	9.08 # 2.5 @ 6cms

Neg. ext. f.int. =	11.23 # 2.5 @ 10cms
Pos. f.interm. =	11.23 # 2.5 @ 10cms
Neg. f.interm. =	11.23 # 2.5 @ 10cms

Claro Interior:

Neg. int. f.col. =	23.26 # 2.5 @ 2cms
Posit. f.col. =	10.02 # 2.5 @ 6cms
Neg. f.interm. =	11.23 # 2.5 @ 10cms
Pos. f.interm. =	11.23 # 2.5 @ 10cms

El esp. adecuado de losa es 26 cm

MOMENTOS EN COLUMNAS

Interior = 616945.225 kg-cm

Exterior = 405193.849 kg-cm

Se necesita usar capiteles y/o abacos o cabezales de cortante que proporcionen un perímetro de la sección crítica = 155.4 cms.

Se requiere un área de acero = 10.00 cm² colocada en forma de varillas longitudinales dobladas a 90 grados y ancladas, para resistir el cortante, en las columnas exteriores.

El acero para flexión sobre el ancho efectivo de 93. cm en las columnas ext. es = 4.54 cm².

El área de acero para torsión = .22 cm² se colocará @ 6 cms.

Se colocará la mitad del área longitudinal requerida = .02cms en cada lecho superior e inferior.

Se requiere refuerzo para torsión hasta una distancia = 84.71cms a partir de la columna.

Datos del Problema calculado:

Dimensiones de la
LOSA y COLUMNAS

L1 = 600 cms	H viga = 400 kg/m ²
L1' = 600 cms	H conc.=2400 kg/m ³
L2 = 750 cms	H muro = 220 kg/m ²
L2' = 750 cms	f'c = 4200 kg/cm ²
c1 = 30 cms	f'cd = 280 kg/cm ²
c2 = 40 cms	req.(losa)= 5 cms
A.entr.=300cms	#var(losa)= 3

Dimensiones de vigas

H ext.= 40 cms	req.(viga)= 5 cms
B ext.= 30 cms	#var(viga)= 5
H int.= 35 cms	
B int.= 30 cms	

AREAS DE ACEFO (cm²) PARA MOMENTOS EN
FRONTALS DE LOSA.

Claro Exterior:

Mom. ext. f. col. = 11.36 # 3 @ 12 cms
Mom. ext. f. col. = 37.22 # 3 @ 3 cms
Mom. ext. f. col. = 25.67 # 3 @ 5 cms

Mom. ext. f. int. = 16.19 # 3 @ 16 cms
Mom. f. interna. = 20.16 # 3 @ 13 cms
Mom. f. interna. = 17.5 # 3 @ 15 cms

Claro Interior:

Mom. ext. f. col. = 34.56 # 3 @ 4 cms
Mom. ext. f. col. = 15.76 # 3 @ 8 cms
Mom. f. interna. = 16.25 # 3 @ 16 cms
Mom. f. interna. = 16.19 # 3 @ 16 cms

El esp. adecuado de losa es 24 cm

MOMENTOS EN COLUMNAS

Interior = 289973.25 Kg-cm

Exterior = 480324.886 Kg-cm

ACERO PARA MOMENTOS (cm²) EN VIGAS

Claro exterior: V.Int. V.Ext.

Negativo exterior = 1.96 = 2.15

Positivo = 6.44 = 2.73

Negativo = 4.44 = 2.15

Claro interior:

Negativo = 5.98 = 2.53

Positivo = 2.72 = 2.15

Estribos p/vigas int. = 1.2 cm² @ 14 cm

Estribos p/vigas ext. = 1 cm² @ 16 cm

Datos del problema calculado:

Dimensiones de la
LOSA Y COLUMNAS

L1 = 300 cms	N viva = 350 kg/m ²
L1' = 300 cms	N conc. = 2400 kg/m ³
L2 = 300 cms	N muro = 120 kg/m ²
L2' = 300 cms	F _y = 4200 kg/cm ²
d1 = 15 cms	F _{ic} = 210 kg/cm ²
d2 = 20 cms	rec.(losa) = 2 cms
R.entr. = 300cms	Rear(losa) = 3

AREAS DE ACERO (cm²) PARA MOMENTOS EN
FRANJAS DE LOSA.

Clavo Exterior:

Req. ext. f. col. =	3.59 # 3 @ 19	cms
Req. ext. f. col. =	7.25 # 3 @ 9	cms
Posit. f. col. =	4.31 # 3 @ 15	cms

Req. ext. f. int. =	4.44 # 3 @ 26	cms
Pos. f. interm. =	4.44 # 3 @ 26	cms
Req. f. interm. =	4.44 # 3 @ 26	cms

Clavo Interior:

Req. int. f. col. =	11.04 # 3 @ 6	cms
Posit. f. col. =	4.75 # 3 @ 14	cms
Req. f. interm. =	4.44 # 3 @ 26	cms
Pos. f. interm. =	4.44 # 3 @ 26	cms

El esp. adecuado de los es 13 cm

MOMENTOS EN COLUMNAS

Interior = 91484.17 KG-cm

Exterior = 57960.2513 KG-cm

Se necesita usar capiteles y/o abacos o cabezales de cortante que proporcionen un perímetro de la sección crítica = 130.49 cms.

Se requiere un área de acero = 3.84 cm² colocada en forma de varillas longitudinales dobladas a 90 grados y ancladas, para resistir el cortante, en las columnas exteriores.

El acero para flexión sobre el ancho efectivo de 54. cm en las columnas ext. es = 2.29 cm².

Datos del problema calculado:

Dimensiones de la
LOSA y COLUMNAS

L1 =1800 cms W viva = 800 KG/m2
L1 =1500 cms W conc.=2400 KG/m3
L2 =1750 cms W muro = 350 KG/m2
L2 =1750 cms FY = 4200 KG/cm2
c1 = 80 cms f'c = 420 KG/cm2
c2 = 80 cms req.(losa)= 4 cms
h.entn.=480cms req.(losa)= 6

ARMAS DE ACERO (cm2) PARA MONCHITOS EN
FRANJAS DE LOSA.

Clase Exterior:

Req. ext. f.col. =344.48 # 6 @ 3 cms
Req. ext. f.col. =695.98 # 6 @ 2 cms
Posit. f.col. =410.37 # 6 @ 3 cms

Req. e. t. f. int. =191.34 # 6 @ 27 cms
Pos. f. interm. =275.58 # 6 @ 9 cms
Req. f. interm. =231.86 # 6 @ 11 cms

Clase Interior:

Req. ext. f.col. =440.23 # 6 @ 3 cms
Posit. f.col. =189.64 # 6 @ 6 cms
Req. f. interm. =146.74 # 6 @ 17 cms
Pos. f. interm. =126.42 # 6 @ 19 cms

El esp. adecuado de losa es 53 cm

MOMENTOS EN COLUMNAS

Interior = 24210096.8 KG-cm

Exterior = 28779019.4 KG-cm

Se necesita usar capiteles y/o abacos o cabezales de cortante que proporcionen un perímetro de la sección crítica = 1178 cms.

Se requiere un área de acero = 410.89 cm² colocada en forma de varillas longitudinales dobladas a 90 grados y ancladas, para resistir el cortante, en las columnas exteriores.

El acero para flexión sobre el ancho efectivo de 254. cm en las columnas ext. es = 186.64 cm².

El área de acero para torsión = 37.95 cm² se colocará @ 16 cms.

Se colocará la mitad del área longitudinal requerida = 30.35 cms en cada lecho superior e inferior.

Se requiere refuerzo para torsión hasta una distancia = 682.85 cms a partir de la columna.

CAPITULO VI

C O N C L U S I O N E S

Puede decirse que una gran cantidad de losas o sistemas son diseñadas utilizando los métodos menos exactos pero más cómodos que ofrecen los reglamentos de construcción (lo cual es lógico debido a lo laborioso que resulta analizar estas estructuras mediante procedimientos más precisos. Sin embargo, algunas veces, las características de un sistema de losas hacen necesario un análisis más riguroso o el empleo de métodos más complicados, por lo cual, quien diseñe estas estructuras debe conocer todos los diferentes métodos y comprender sus alcances y limitaciones, para poder tomar decisiones adecuadas para cualquier problema relacionado con las losas.

Debido a la gran cantidad de trabajo y tiempo que representa el uso de algunos de estos métodos, es casi indispensable la utilización de computadoras, las cuales representan una enorme ayuda para cualquier diseñador. Aunque debe mencionarse que el hecho de crear un programa de computación para un determinado fin, puede resultar una tarea mucho más difícil de lo que inicialmente se cree.

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

Reglamento de las construcciones de concreto reforzado.
{ ACI 318-83 }

Fundamentos de concreto reforzado.
Phil M. Ferguson

Manual de MBasic.
Ettlin-Solberg

Reinforced Concrete Slabs.
Gamble, W.L. - Park

Theory and analysis of plates.
Rudolph Szilard

Diseño de concreto armado.
Everard y Tanner III

Manual de Basic { Commodore 64 }

Handbook of Concrete Engineering.
Fintel

Cursos INCYC 1985.