

DL 08 T(416)C
MFN: 966

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
Guatemala, Centro América.

" FORMALETAS PARA COLUMNAS "

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la
Facultad de Ingeniería
de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por:

CARLOS ENRIQUE SARAVIA CADENA

Al conferírsele el Título de:

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Noviembre de 1976.

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Ing. Raúl Molina Mejía
Vocal Primero:	Ing. Julio Campos B.
Vocal Segundo:	Ing. Roberto Barrios M.
Vocal Tercero:	Ing. Leonel Aguilar
Vocal Cuarto:	Br. Jorge Guzmán B.
Vocal Quinto:	Br. Alejandro Berganza
Secretario :	Ing. Carlos E. Cabrera García.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Raúl Molina Mejía.
Examinador:	Ing. Héctor E. Molina Mejía.
Examinador:	Ing. Emilio Beltranena Matheu.
Examinador:	Ing. Horacio Belteton Sandoval.
Secretario:	Ing. Carlos E. Cabrera García

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Cumpliendo con lo establecido por la ley universitaria presento a vuestra consideración, previo a optar el título de Ingeniero Civil, mi trabajo de tesis titulado :

" FORMALETAS PARA COLUMNAS "

tema que me fuera asignado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

Doy gracias a Dios por haberme
guiado en mis estudios y:

DEDICO ESTA TESIS

A MIS PADRES

Carlos F. Saravia Asturias

Marta Cadena de Saravia

A MIS HERMANAS

Marta Victoria

María Lucrecia

Silvia Patricia

A LA SEÑORITA

Jean Aitkenhead Castillo

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS EN ESPECIAL A

Ricardo Wer Asturias

A MIS CATEDRATICOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE INGENIERIA

AL COLEGIO LICEO JAVIER.

AGRADECIMIENTO :

Al Ingeniero Pierre A. Castillo Contoux , por su valiosa colaboración en la elaboración de este trabajo de Tesis.

Al Ingeniero Fernando Marroquín Búcaro, en la asesoría de este Trabajo.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO 1

Presión del Concreto

CAPITULO 2

Tipos de Abrazaderas para columnas

CAPITULO 3

Determinar " w " Crítica

CAPITULO 4

Procedimiento General

CAPITULO 5

Tablas Auxiliares

CAPITULO 6

Andamios para Colado y Andamios Rigidizantes

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

En toda construcción de edificios grandes o pequeños, una de las etapas más importantes es la erección de columnas, ya que constituye un proceso repetitivo que generalmente marca la ruta crítica de una obra, (porque como es lógico, al terminar una losa y antes de iniciar la siguiente deben construirse las columnas entre ellas), y por otro lado, por el mismo hecho de su continua repetición, -- tiene una influencia directa en el costo de la obra, la cual es más significativa a medida que aumenta el volumen de la misma, (ya que en un edificio de quince pisos la construcción de columnas juega un papel más importante que en uno de dos pisos) .

Frente a este problema nos encontramos en la práctica, que el ingeniero pone relativamente poco interés en crearse sistemas de formateado que le permitan -- bajar sus costos y mejorar sus tiempos debido a que generalmente por un lado dispone de muy poco tiempo para su estudio, y por otro, se confía en la " experiencia" que al respecto tienen los maestros de obra, quienes de uno y otro modo lo -- sacarán del apuro sin tomar en cuenta costos y rendimientos. Por eso es muy común ver en edificaciones, sobre todo pequeñas, formaletas de columnas con una cantidad exagerada de puntales. Obviamente en la mayoría de los casos, estas cajas al caerles el concreto se comportarán bien y se obtendrán buenas columnas, pero se habrá malgastado mano de obra, madera y tiempo.

El objeto de esta tesis es proporcionar al ingeniero, ideas sobre formaletas de columnas utilizando materiales existentes en la obra, de modo que con una consulta rápida a -- las tablas y cálculos en ella expuestos, pueda decidir si le conviene usar anillos de madera o de metal (estos últimos, sobre todo en edificios altos o con muchas columnas) y a -- cada cuanto colocarlos, dependiendo de las alturas a fundir y de los anchos de las columnas. Como es obvio, no podrán tratarse en ella todos los casos de alturas y anchos posibles, sino que se escogieron algunos anchos típicos, (0.50 m, 1.00 m, 1.50 m, 2.00m), los --- cuales se decidieron ya que como se observará, el cambio de espaciamento entre anillos varía muy poco para incrementos de anchos de columna de 0.50 m. En todo caso, el ingeniero podrá adaptarse al ancho próximo superior (lo cual le dará un margen de seguridad) o bien extrapolar él sus propias conclusiones, basado en los cálculos aquí presentados. En cuanto a la altura se escogió la de 3.00m, ya que es el máximo aconsejable para fundir de una vez. Para alturas menores, y en vista que el empuje del concreto actúa como carga hidrostática, es decir en función de la profundidad, bastará con situarse en las tablas a la altura próxima superior, e iniciar desde allí su distribución de anillos.

El tipo de formaleta que en esta tesis se propone consiste en cajas cerradas, hechas de tablón (2 " de espesor), las cuales serán anilladas a cada cierta distancia, con el fin de evitar que abran o pandeen durante la fundición . Se apuntalarán únicamente en los extremos superior e inferior con el fin de evitar que se muevan. Este apuntalamiento, inclu-

so, puede evitarse fijando ambos extremos de cualquier otro modo que impide sus desplazamientos. Por ejemplo el extremo superior puede fijarse a la torre que se utilizó como andamio, siempre que esta tenga suficiente rigidez, evitando así -- los puntales largos. El extremo inferior puede fijarse con anclajes previamente fundidos en las losas o bien, sujetándolo convenientemente al refuerzo vertical de la misma columna. En todo momento es importante no perder de vista antes de - tomar la decisión, que el empuje lateral que el concreto causa a las cajas será - absorbido en su totalidad por los anillos (de madera o metal) colocados a las -- misma debiendo fijar los extremos, únicamente para evitar desplazamientos o des- plomes de la columna causados por la vibración que se da al concreto y por los - impactos que este mismo causa en ocasiones a las cajas al penetrar en ellas.

CAPITULO 1

PRESION DEL CONCRETO

PRESION LATERAL DEL CONCRETO FRESCO

La presión producida por el concreto fresco sobre paredes y columnas es diferente a la carga producida por el mismo sobre losas y vigas.

Al ser colocado el concreto dentro de formaletas verticales, actúa éste temporalmente como un líquido produciendo presiones hidrostáticas que actúan lateralmente. Estas presiones laterales son comparables a las producidas por la carga de presión de los líquidos cuando el concreto es colocado a todo lo alto de una fundición mientras este no principie a fraguar. Cuando la velocidad de fundición es lenta, el concreto del fondo empieza a fraguar antes de que la altura sea excesiva, produciendo así una disminución de presión lateral.

Así pues la presión lateral del concreto - una presión hidrostática modificada - está influenciada por:

- a) El peso del concreto.
- b) La velocidad de fundición
- c) La temperatura de la mezcla.
- d) El uso de aditivos (acelerantes o retardantes).
- e) Los efectos de la vibración.

FACTORES QUE AFECTAN LA PRESION LATERAL

a) PESO DEL CONCRETO

El peso del concreto tiene influencia directa tanto como la presión hidrostática de un líquido - que es producida por el peso del mismo - la tiene sobre las paredes del recipiente donde se encuentra; esta presión es la misma en todas direcciones a determinada altura y actúa en ángulo recto sobre las paredes del recipiente.

Si el concreto actuara como un verdadero líquido, la presión sería igual a la densidad del líquido - en este caso 2400 Kg/m^3 - multiplicada por el alto (en

Mt) al punto en el cual se quiere determinar la presión. Sin embargo el concreto siendo una mezcla de sólidos y agua, solamente se aproxima a la similitud con un verdadero líquido y en todo caso, será un líquido por tiempo limitado.

b) VELOCIDAD DE COLOCACION

A medida que el concreto es colocado dentro de la formaleta, la presión lateral en un punto dado aumenta; así pues, la velocidad de fundición tiene un efecto muy importante en la presión lateral, siendo una presión máxima, proporcional a esta velocidad, hasta un límite igual a la presión total del líquido.

El llenado rápido puede producir gran presión y puede causar deformaciones no apreciables a la vista en el terminado de las columnas.

c) VIBRACION

La vibración interior se hace para consolidar el concreto, pero ésta produce una presión lateral 10 o 20 % mayor que la causada por otros métodos -- rudimentarios de consolidación, ésto se debe a que al vibrar, se está transformando el concreto momentáneamente en un líquido.

Siendo la vibración uno de los métodos más usados y más efectivos para consolidar, es necesario diseñar las formaletas para que resistan este aumento de presión y cuidar que esten bien ensambladas sus miembros para evitar la fuga de agua -- del concreto.

d) TEMPERATURA

La temperatura del concreto durante la fundición tiene una influencia importante, también sobre las presiones puesto que ésta afecta el tiempo de fraguado. Sin embargo, en países con climas benignos como Guatemala, no llega a -- ser significativa.

A baja temperatura el concreto toma más tiempo para fraguar y por consiguiente puede llegarse a una altura considerable, antes que la parte inferior endurezca.

PRESIONES LATERALES PARA DISEÑO DE FORMALETAS DE COLUMNAS

Hay muchos tipos de construcción, en unos las formaletas de columnas son bastante pequeñas, en otros, son mayores, pero en todas ellas el concreto es colocado en poco tiempo; la vibración en este caso se extiende a todo lo alto de la columna provocando así una presión máxima lateral.

Si se presentara el caso de que la formaleta se llene a todo lo alto antes de que el concreto principie a fraguar, la presión entonces es esencialmente fluida, esto es, que crece uniformemente desde cero en la parte superior hasta un máximo en la parte inferior.

Una vez conocidos los factores que afectan la presión lateral, y --- que en nuestro medio generalmente no es posible controlarlos he realizado a continuación un análisis, de las presiones laterales, suponiendo que " la presión crece uniformemente desde cero en la parte superior hasta un máximo en la parte inferior" , es decir, tratando de suponer las peores condiciones.

PRESION DEL CONCRETO

SOBRE LAS CAJAS:

Analizando por medio de un triángulo de presiones, la fuerza que el concreto hace sobre las cajas, tendremos :

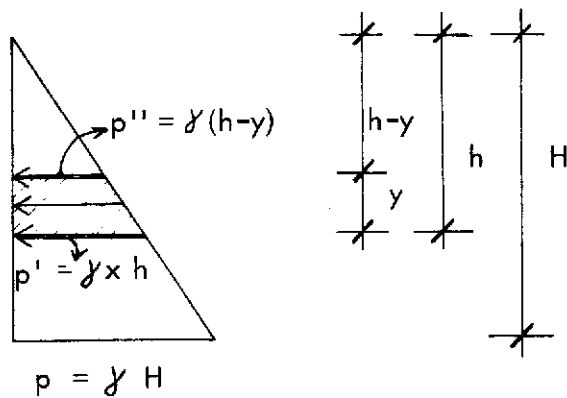
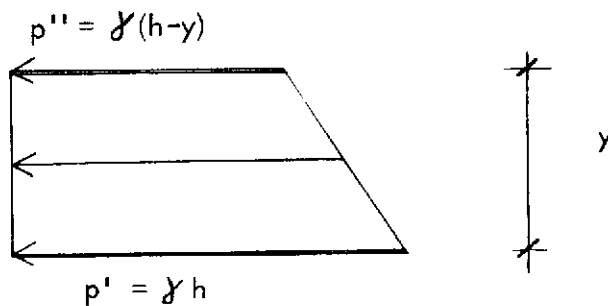


FIG. 1

Donde:

- p = Presión del concreto a una altura cualquiera.
- γ = Peso específico del concreto.
- h = Altura de la faja analizada
- y = Ancho de la faja.
- H = Altura total de Colado.
- p' = Presión del concreto a una altura h .
- p'' = Presión del concreto a una altura $(h - y)$.

Analizando aparte el trapecio que está sombreado en la (FIG. 1), tendremos:



Area del trapecio = (semisuma bases) x (altura).
 Empuje total debido a la presión en la faja = carga .

$$\text{Carga} = w = \left(\frac{p'' + p'}{2} \right) \times y$$

De donde:

$$w = \frac{\gamma (h - y) + \gamma h}{2} \times y$$

$$w = \frac{\gamma h - \gamma y + \gamma h}{2} \times y$$

$$w = \frac{2\gamma h - \gamma y}{2} \times y$$

$$2w = 2\gamma h y - \gamma y^2$$

$$2w = 2\gamma h y - \gamma y^2$$

$$\gamma y^2 - 2\gamma h y + 2w = 0$$

EC. 1

$$w = \gamma h y - 0.5 \gamma y^2$$

EC. 2

La EC. 1 es una ecuación de segundo grado de la forma :

$$a y^2 + b y + c = 0$$

Donde:

$$a = 0.5 \gamma$$

$$b = - \gamma h$$

$$c = + w$$

La ecuación anterior tendrá dos soluciones:

$$y = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Y sustituyendo valores tendremos:

$$y = \frac{+ \gamma h \pm \sqrt{(-\gamma h)^2 - 4(0.5\gamma)(w)}}{2(.5)(\gamma)}$$

EC. 3

Donde:

h = altura de la faja analizada.

w = carga distribuida que actua sobre las abrazaderas, resultante del empuje de la faja analizada.

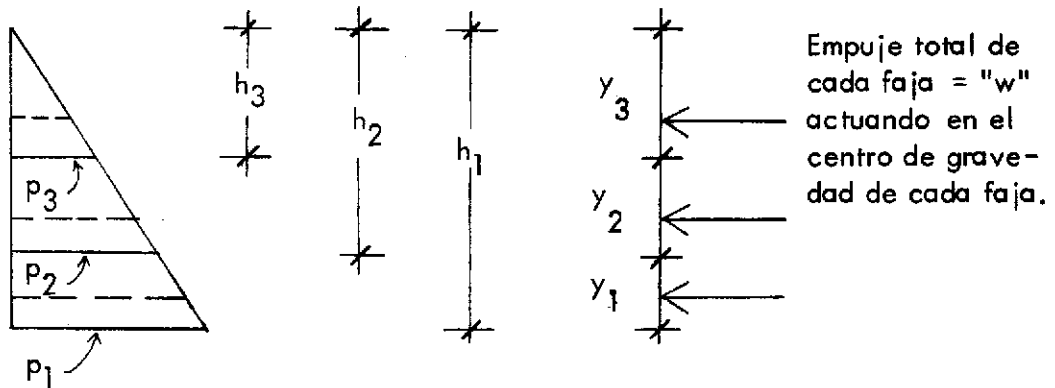
Como puede observarse en la EC. No. 3, el ancho de las fajas " y " que a su vez establece el espaciamiento entre abrazaderas está en función de la profundidad de la faja " h " y de la carga " w ".

La carga " w " se determina como la carga crítica o carga menor de las obtenidas por análisis de corte, flexión y deflexión. Ver capítulo 3. Por tanto la carga " w " será fija y el ancho " y " variará en forma directamente proporcional a la altura " h ".

En el Capítulo 4 se podrá observar la variación del ancho de fajas " y " en función de la altura de colado " h ".

Una vez determinada (y) o sea los anchos de faja, pasará a determinar el centro de gravedad de cada faja (representado por un trapecio), o sea el lugar donde había que colocar las abrazaderas, para que resistan el empuje debido al concreto (w).

Así:



$$p_1 = \gamma h_1$$

$$p_2 = \gamma h_2$$

$$p_3 = \gamma h_3$$

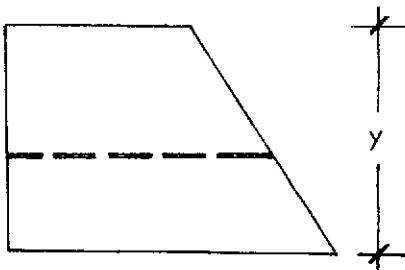
Donde:

p_n = Presión del concreto a una altura h'_n

γ = Peso específico del concreto

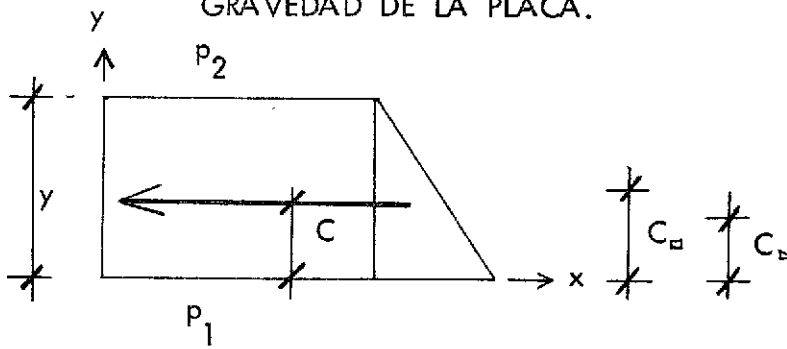
h = Altura analizada.

CENTRO DE GRAVEDAD DE UN TRAPECIO



Solución: Podemos localizar su centro de gravedad determinando el centroide de su área. El área se obtiene sumando la del rectángulo y la del triángulo. Se toma como origen de los ejes coordenados el eje inferior de la placa.

DETERMINAR EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA PLACA.



Componente	Area	C	C A
Rectángulo	$p_2 * y$	$y/2$	$1/2 (p_2) y^2$
Triángulo	$(1/2) (p_1 - p_2) y$	$y/3$	$1/6 (p_1 - p_2) y^2$
	Areas	$\sum C A$

$$\sum \text{Areas} = p_2 y + (1/2) (p_1 - p_2) y$$

$$\sum C A = (1/2) p_2 y^2 + (1/6) (p_1 - p_2) y^2$$

Reemplazando los valores obtenidos en la ecuación que define el centroide del área compuesta tenemos:

$$C \sum A = \sum C A \quad \text{de donde:}$$

$$C = \frac{\sum C A}{\sum A}$$

EC. 4

Sustituyendo valores en la EC. 4 Tendremos:

$$C \sum A = \sum C A$$

$$C (p_2 y + (1/2) (p_1 - p_2) y) = (1/2) p_2 y^2 + (1/6) (p_1 - p_2) y^2$$

$$C = \frac{(1/2) p_2 y^2 + (1/6) p_1 y^2 - (1/6) p_2 y^2}{p_2 y + (1/2) p_1 y - (1/2) p_2 y}$$

$$C = \frac{(1/3) p_2 y^2 + (1/6) p_1 y^2}{(1/2) p_2 y + (1/2) p_1 y}$$

Sacando factor común:

$$C = \frac{y^2 (1/6) (2 p_2 + p_1)}{y (1/2) (p_2 + p_1)}$$

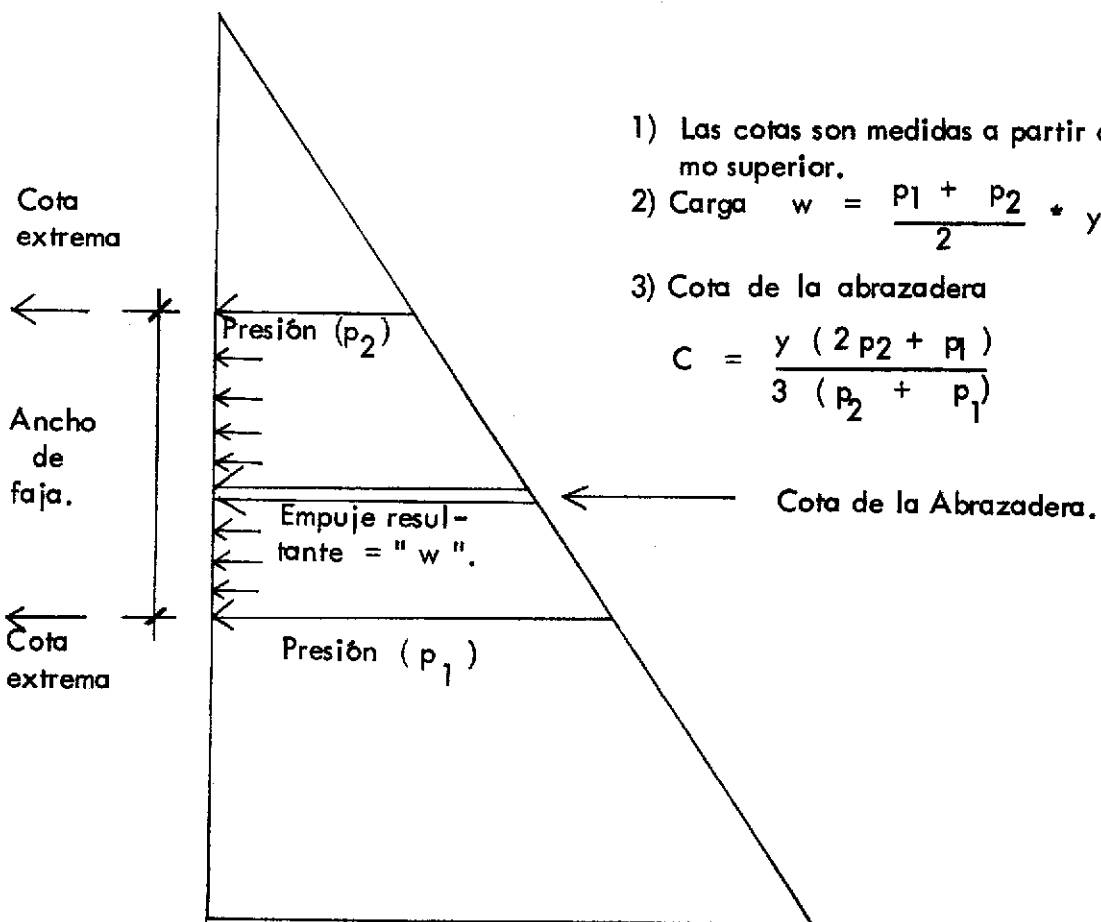
$$C = \frac{y (2 p_2 + p_1)}{3 (p_2 + p_1)}$$

$$C = \frac{y (2 p_2 + p_1)}{3 (p_2 + p_1)}$$

EC. 5

Que es la ecuación que determina el centro de gravedad (C) de cada faja (y) o sea el lugar donde se deberá de colocar la abrazadera.

Resumiendo:



CAPITULO 2 TIPOS DE ABRAZADERAS PARA COLUMNAS

ABRAZADERAS PARA COLUMNAS

Las abrazaderas para columnas rodean la formaleta manteniéndola junta y segura; resistiendo la presión lateral del concreto fresco. Las partes individuales de la abrazadera debe resistir flexión, corte y deflexión, dependiendo de los detalles de ajuste. Muchas formaletas se construyen con abrazaderas prefabricadas que pueden ser usadas en diferentes medidas de columnas. Otras abrazaderas (tanto de madera como de acero) se construyen en el lugar de la obra. Algunos modelos se adaptan mejor para columnas cortas o con secciones livianas, mientras otros modelos pesados son usados para secciones grandes y para grandes cargas como en columnas altas. La fig. 2 muestra la abrazadera típica para cargas pesadas producida por muchos fabricantes. Las dos partes de que se compone la abrazadera tiene la parte de metal sujeta permanentemente. Las dos partes que se colocan alrededor de la columna tienen su castigadera para apretarlas -- fácilmente con un martillo.

Un tipo de abrazadera muy similar al anterior es el que se muestra en la fig No. 3, donde se hallan todas las partes de que consta. Este tipo de abrazadera fue construido en obra, y puede notarse que sus piezas no son de hierro fundido. Tienen además unas partes soldadas que sirven de castigadera y que son fácilmente cambiables cuando sea necesario debido al uso.

Es aconsejable revisar cuidadosamente todas las sugerencias y recomendaciones de los manufactureros para el uso de estas abrazaderas. Fuera de estas limitaciones pueden haber límites sugeridos para:

- 1) Altura de colado del concreto.
- 2) Tamaño máximo de la columna.
- 3) Cierta tipo especial de marco.

A menos que el constructor tenga antecedentes sobre la flexibilidad y la deflexión en el uso de cierta abrazadera que va a utilizar, cuando estudió las recomendaciones, o que haya tenido experiencias satisfactorias, puede haber resultados desfavorables en los extremos o en la comba en el plano de las columnas.

A continuación, se muestran varios tipos de abrazaderas, en los que se comentará en breve lo siguiente:

- a) Como actúa estructuralmente.
- b) Ventajas en cuanto a su fabricación.
- c) Ventajas en cuanto a su uso.

1. ABRAZADERAS DE MADERA

- Actúa como una viga simplemente apoyada con carga uniformemente distribuida.

- Es fácil de construirla en la obra y en especial las secciones que aquí se ejemplifican se obtienen fácilmente (2" x 6", 3" x 6", 4" x 4").
- Para columnas pequeñas, o sea, donde la carga es LIVIANA, es más aconsejable usar abrazaderas de madera.

2) ABRAZADERAS DE TUBO

- Actúa como una viga simplemente apoyada con carga uniformemente distribuida.
- Tubo en general es relativamente fácil de obtener, pero, su construcción puede tener dificultades en cuanto al doblar a 90° y la rosca que habrá que hacer en los extremos.
- Es fácil y rápida de armar, pero tiene la desventaja que no garantiza que los lados de las columnas estén a 90°, por el tipo de andajes que usa.

3) ABRAZADERAS DE HEMBRA 1/4" X 4"

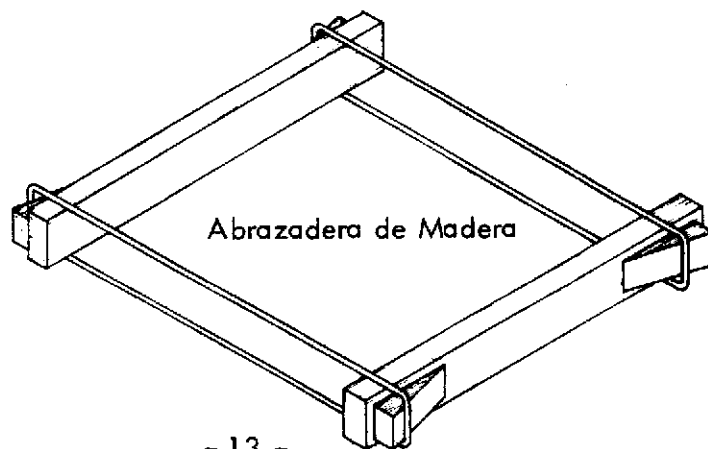
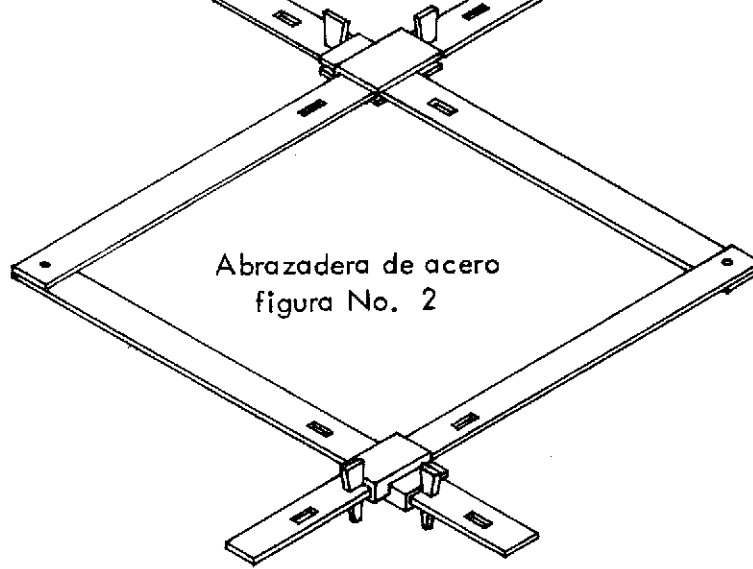
- Actúa como una viga empotrada en un extremo y simplemente apoyada en el otro, con carga uniformemente distribuida,
- Generalmente se compran o alquilan siendo de hierro fundido, pero si un estudio -- económico nos sugiere construirla en la obra, se pueden obtener mayores logros sin dificultad.

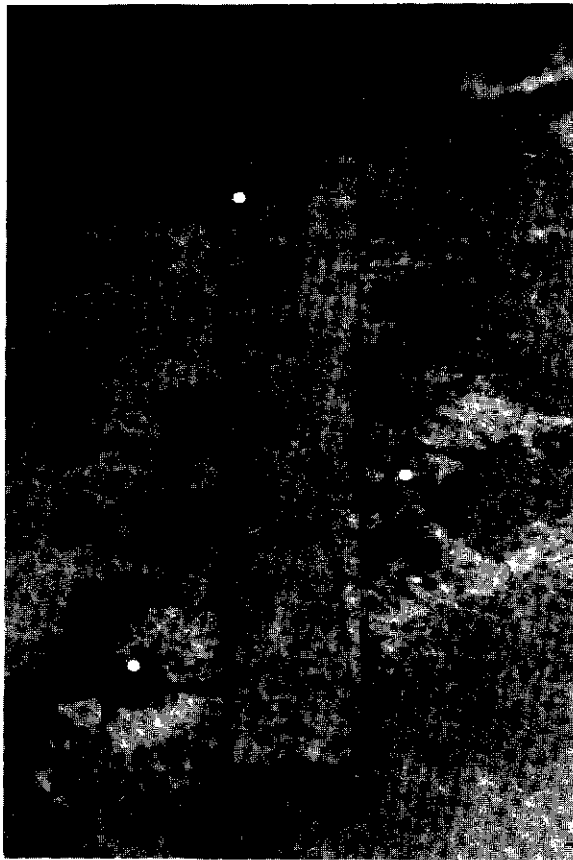
- Ventajas

1. Poco peso
2. Rápido de armar.
3. Resistencia grandes cargas.
4. Son muy durables.
5. Las piezas que se desgastan son fácilmente cambiables.
6. Nos dan garantía de uniones en ángulo recto en los extremos de los lados de la columna.

- Desventajas:

1. Su costo es elevado.
2. El material que se usa no es muy común y por tanto puede tener dificultades encontrarlo.





La siguiente secuencia de fotografías muestra las diferentes etapas en el proceso de armado rápido y sencillo de un tipo de abrazadera (Hembra de 1/4 " x 4 " en acero) utilizada para resistir grandes cargas.

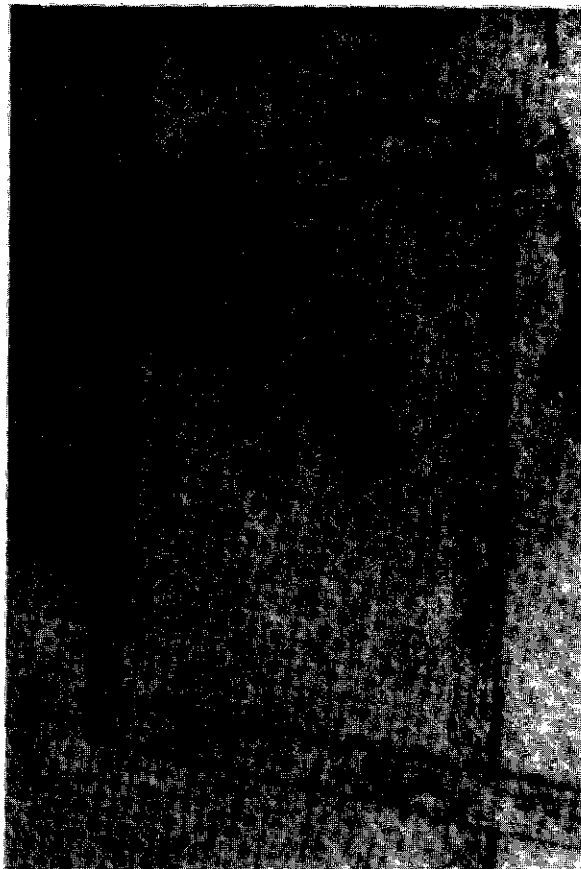
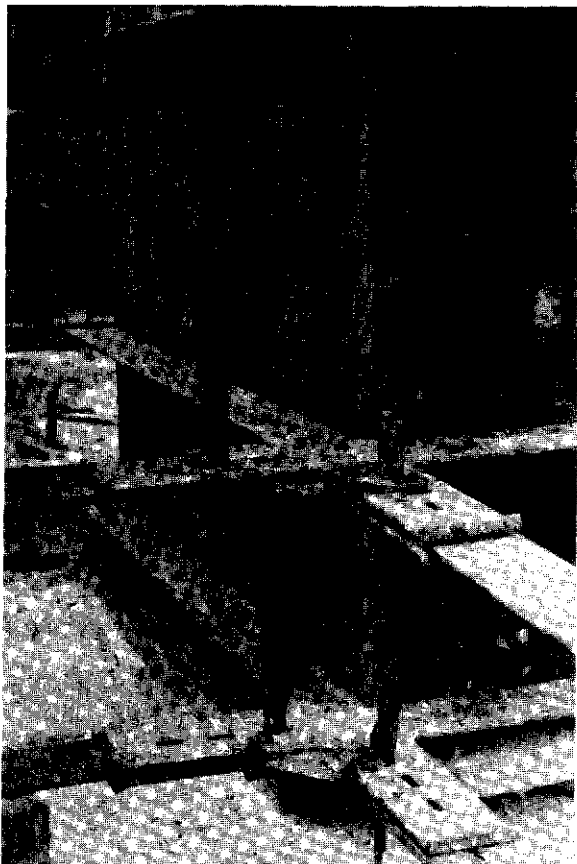
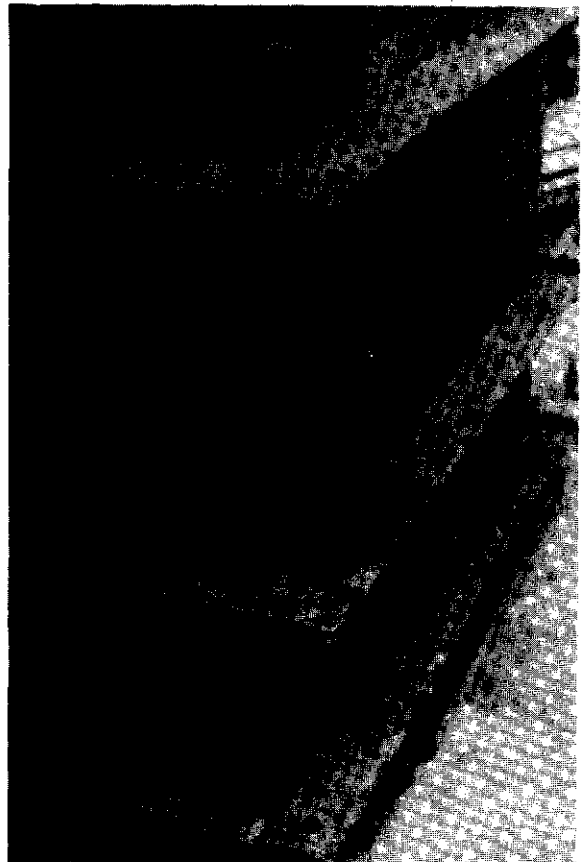


Fig. No. 3



CAPITULO 3

DETERMINAR " w " CRITICA.

Como vimos en el Capitulo 1, el ancho de las fajas " y " cuya carga o empuje tomará cada abrazadera, depende de la altura de la faja analizada " h " y del -- empuje que el concreto desarrolla en ella " w ". Se trata en este capítulo de demostrar que los factores que intervienen para fijar la carga " w " dependen del tipo de material de la abrazadera y de la sección de la misma, es decir, de sus propiedades mecánicas, y por lo tanto una vez escogidas estas, la carga " w " será fija. Así para materiales más resistentes, a una misma altura de - análisis, los anchos de las fajas cuyo empuje absorberá la abrazadera, serán mayores.

Los factores son:

ANALISIS	TIPO DE MATERIAL	SECCION DE LA ABRAZADERA	LUZ
Corte	v	b d	L
Flexión	f	S	L ²
Deflexión	E	I	L ³

Para determinar la carga máxima que puede aplicarse en cada abrazadera, analizamos como estas actúan estáticamente, teniendo en cuenta Corte, Flexión y Deflexión:

A) Vigas simplemente apoyadas con carga uniformemente distribuida.

I CORTE

$$V \text{ max.} = \frac{w L}{2} \quad \text{EC. (1-A)}$$

$$v = \frac{3}{2} \frac{V}{b d} \quad \text{y despejando " V " :}$$

$$V = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{EC. (1-B)}$$

Igualando EC. (1-A) y EC. (1-B),

$$\frac{w L}{2} = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{y despejando " w " :}$$

$$\boxed{w = \frac{4 v b d}{3 L}} \quad \text{EC. 1}$$

II FLEXION

$$M \text{ max} = \frac{w L^2}{8} \quad \text{EC. (2-A)}$$

$$f = \frac{M}{S} \quad \text{EC. (2-B)}$$

Sustituyendo EC. (2-A) en la EC. (2-B),

$$f = \frac{w L^2}{8 S} \quad \text{y despejando " w "}$$

$$\boxed{w = \frac{8 S f}{L^2}} \quad \text{EC. 2}$$

III DEFLEXION :

$$\triangle_{\text{max}} = \frac{5}{384} \frac{w L^4}{E I} \quad \text{EC. (3-A)}$$

$$\triangle = \frac{L}{360} \quad \text{EC. (3-B)}$$

Igualando la EC. (3-A) y EC. (3-B),

$$\frac{5}{384} \frac{w L^4}{E I} = \frac{L}{360} \quad \text{y despejando " w "}$$

$$w = \frac{384 E I}{1800 L^3} \quad \text{EC. 3}$$

B) Vigas con un extremo empotrado y el otro simplemente apoyado; con carga uniformemente distribuida.

I CORTE

$$V_{\text{max}} = \frac{5}{8} w L \quad \text{EC. (1-A)}$$

$$v = \frac{3}{2} \frac{V}{b d} \quad \text{y despejando " V "}$$

$$V = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{EC. (1-B)}$$

Igualando EC. (1-A) y EC. (1-B),

$$\frac{5}{8} w L = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{y despejando " w "}$$

$$w = \frac{16 v b d}{15 L} \quad \text{EC. 1}$$

II FLEXION

$$M_{\max} = \frac{w L^2}{8} \quad \text{EC. (2-A)}$$

$$f = \frac{M}{S} \quad \text{EC. (2-B)}$$

Sustituyendo EC. (2-A) en EC. (2-B),

$$f = \frac{w L^2}{8 S} \quad \text{y despejando "w"}$$

$$w = \frac{8 S f}{L^2}$$

EC. 2

III DEFLEXION

$$\triangle_{\max} = \frac{1}{185} \frac{w L^4}{E I} \quad \text{EC. (3-A)}$$

$$\triangle = \frac{L}{360} \quad \text{EC. (3-B)}$$

Igualando la EC. (3-A) y EC. (3-B)

$$\frac{1}{185} \frac{w L^4}{E I} = \frac{L}{360} \quad \text{y despejando "w"}$$

$$w = \frac{185 E I}{360 L^3}$$

EC. 3

C) Vigas continuas con tres apoyos y carga uniformemente distribuida (Utilizando un tensor.

I CORTE

$$V_{\max} = \frac{5}{8} w L \quad \text{EC. (1-A)}$$

$$v = \frac{3 V}{2 b d} \quad \text{y despejando " V "}$$

$$V = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{EC. (1-B)}$$

Igualando EC. (1-A) y EC. (1-B)

$$\frac{5}{8} w L = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{y despejando " w "}$$

$$w = \frac{16 v b d}{15 L} \quad \text{EC. 1}$$

II FLEXION

$$M_{\max} = \frac{w L^2}{8} \quad \text{EC. (2-A)}$$

$$f = \frac{M}{S} \quad \text{EC. (2-B)}$$

Sustituyendo EC. (2-A) en la EC. (2-B)

$$f = \frac{w L^2}{8 S} \quad \text{y despejando " w "}$$

$$w = \frac{8 S f}{L^2} \quad \text{EC. 2}$$

III DEFLEXION

$$\triangle_{\max} = \frac{1}{185} \frac{w L^4}{E I} \quad \text{EC. (3-A)}$$

$$\triangle = \frac{L}{360} \quad \text{EC. (3-B)}$$

Igualando la EC. (3-A) y la EC. (3-B)

$$\frac{1}{185} \frac{w L^4}{E I} = \frac{L}{360} \quad \text{y despejando " w "}$$

$w = \frac{185 E I}{360 L^3}$	EC. 3
-------------------------------	-------

D) Vigas continuas con cuatro apoyos y carga uniformemente distribuida (Utilizando dos tensores)

I CORTE

$$V_{\max} = 0.6 w L \quad \text{EC. (1-A)}$$

$$v = \frac{3 V}{2 b d} \quad \text{y despejando " V "}$$

$$V = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{EC. (1-B)}$$

Igualando EC. (1-A) y EC. (1-B)

$$0.6 w L = \frac{2 v b d}{3} \quad \text{y despejando " w "}$$

$w = \frac{2 v b d}{1.8 L}$	EC. 1
-----------------------------	-------

II FLEXION

$$M_{\max} = \frac{w L^2}{10} \quad \text{EC (2-A)}$$

$$f = \frac{M}{S} \quad \text{EC (2-B)}$$

Sustituyendo EC. (2-A) en EC. (2-B)

$$f = \frac{w L^2}{10 S} \quad \text{y despejando " w "}$$

$$w = \frac{10 S f}{L^2}$$

EC. 2

III DEFLEXION

$$\triangle \text{ max} = \frac{1}{145} \frac{w L^4}{E I}$$

EC. (3-A)

$$\triangle = \frac{L}{360}$$

Igualando la EC. (3-A) y la EC. (3-B)

$$\frac{1}{145} \frac{w L^4}{E I} = \frac{L}{360} \quad \text{y despejando " w "$$

$$w = \frac{145 E I}{360 L^3}$$

EC. 3

Utilizando las fórmulas deducidas en la primera parte de éste capítulo, voy a calcular la " CARGA CRITICA ", la cual estará fijada por el valor menor que se -- obtenga del análisis estático por: Corte, Flexión y Deflexión; dicha carga crítica se utilizará en capítulos posteriores para calcular anchos de faja y cotas de abrazadera. En los cálculos siguientes " L " representa el valor de los lados de la columna analizada.

DETERMINACION DE " w " (Kg/cm).

CARGA CRITICA PARA VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS.

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera.

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: Ninguno.

ANALISIS	L= 0.50 Mt.	L= 1.00 Mt.	L= 1.50 Mt.	L= 2.00 Mt.
<u>I CORTE</u>				
$w = \frac{4}{3} \frac{v b d}{L}$	12.59 CRITICO	6.30 CRITICO	4.20	3.15
<u>II FLEXION</u>				
$w = \frac{8 S f}{L^2}$	26.06	6.52	2.90 CRITICO	1.63 CRITICO
<u>III DEFLEXION</u>				
$w = \frac{384 E I}{1800 L^3}$	113.00	14.12	4.19	1.77
<p>$v = 8.00 \text{ Kg/cm}^2.$ $w = \text{Kg/cm}.$</p> <p>$b = 4.13 \text{ cm}.$</p> <p>$d = 14.29 \text{ cm}.$</p> <p>$f = 58 \text{ Kg/cm}^2.$</p> <p>$S = 140.43 \text{ cm}^3.$</p> <p>$E = 0.66 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2.$</p> <p>$I = 1003.17 \text{ cm}^4.$</p>				

DETERMINACION DE " w " (Kg/cm) .

CARGA CRITICA PARA VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS.

SECCION DE LA ABRAZADERA: 3" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera.

Nº. DE TENSORES POR ABRAZADERA: Ninguno.

ANALISIS	L = 0.50 Mt.	L = 1.00 Mt.	L = 1.50 Mt.	L = 2.00 Mt.
<u>I CORTE</u>				
$w = \frac{4}{3} \frac{v b d}{L}$	20.33 CRITICO	10.17 CRITICO	6.78	5.08
<u>II FLEXION</u>				
$\bar{w} = \frac{8 S f}{L^2}$	42.10	10.53	4.68 CRITICO	2.63 CRITICO
<u>III DEFLEXION</u>				
$w = \frac{384 E I}{1800 L^3}$	182.53	22.82	6.76	2.85
<p>v = 8.00 Kg/cm². w = Kg/cm.</p> <p>b = 6.67 cm.</p> <p>d = 14.29 cm.</p> <p>f = 58 Kg/cm².</p> <p>S = 226.84 cm³.</p> <p>E = 0.66 x 10⁵ Kg/cm².</p> <p>I = 1620.51 cm⁴.</p>				

DETERMINACION DE " w " (Kg/cm) .

CARGA CRITICA PARA VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS.

SECCION DE LA ABRAZADERA: 4" x 4"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera.

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA : Ninguno.

ANALISIS	L = 0.50 Mt.	L = 1.00 Mt.	L = 1.50 Mt.	L = 2.00 Mt.
<u>I CORTE</u> $w = \frac{4}{3} \frac{v b d}{L}$	18.10 CRITICO	9.05	6.03	4.52
<u>II FLEXION</u> $w = \frac{8}{L^2} \frac{S f}{L^2}$	24.17	6.04 CRITICO	2.69	1.51
<u>III DEFLEXION</u> $w = \frac{384}{1800} \frac{E I}{L^3}$	67.46	8.43	2.50 CRITICO	1.05 CRITICO
<p>v = 8.00 Kg/cm². w = Kg/cm.</p> <p>b = 9.21 cm.</p> <p>d = 9.21 cm.</p> <p>f = 58 Kg/cm².</p> <p>S = 130.10 cm³.</p> <p>E = 0.66 x 10⁵ Kg/cm².</p> <p>I = 598.94 cm⁴.</p>				

DETERMINACION DE " w " (Kg/cm).

CARGA CRITICA EN VIGAS CONTINUAS CON CUATRO APOYOS
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera.
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: Dos.

ANALISIS	L = 0.50 Mt.	L = 1.00 Mt.	L = 1.50 Mt.	L = 2.00 Mt.
<u>I CORTE</u>				
$w = \frac{2 v b d}{1.8 (L/3)}$	31.48 CRITICO	15.74 CRITICO	10.49 CRITICO	7.87 CRITICO
<u>II FLEXION</u>				
$w = \frac{10 S f}{(L/3)^2}$	293.22	73.30	32.58	18.33
<u>III DEFLEXION</u>				
$w = \frac{145 E I}{360 (L/3)^3}$	5760.20	720.03	213.34	90.00
<p>v = 8 Kg/cm². b = 4.13 cm. d = 14.29 cm.</p> <p>f = 58 Kg/cm². S = 140.43 cm³.</p> <p>E = 0.66 x 10⁵ Kg/cm². I = 1003.17 cm⁴.</p> <p align="center">w = Kg/cm.</p>				

DETERMINACION DE " w " (Kg/cm)

CARGA CRITICA PARA VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS.

SECCION DE LA ABRAZADERA: Ø 3" (Tubo).

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Hierro fundido

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: Ninguno.

ANALISIS	L= 0.50 Mt.	L= 1.00 Mt.	L= 1.50 Mt.	L= 2.00 Mt.
<u>I CORTE</u>				
$w = \frac{4}{3} \frac{v b d}{L}$	356.10	178.05	118.70	89.03
<u>II FLEXION</u>				
$w = \frac{8 S f}{L^2}$	138.11 CRITICO	34.53 CRITICO	15.35 CRITICO	8.63
<u>III DEFLEXION</u>				
$w = \frac{384 E I}{1800 L^3}$	437.40	54.68	16.20	6.83 CRITICO
<p>v = 928 Kg/cm². w = Kg/cm.</p> <p>A = b x d = 14.39 cm².</p> <p>f = 1531 Kg/cm².</p> <p>S = 28.19 cm³.</p> <p>E = 2.039 x 10⁶ Kg/cm²</p> <p>I = 125.70 cm⁴.</p>				

DETERMINACION DE " w " (Kg/cm).

CARGA CRITICA PARA VIGAS CON UN EXTREMO EMPOTRADO Y EL OTRO SIMPLEMENTE APOYADO.

SECCION DE LA ABRAZADERA: 1/4" x 4" (Hembra).

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Acero.

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: Ninguno.

ANALISIS	L= 0.50 Mt.	L= 1.00 Mt.	L=1.50 Mt.	L= 2.00 Mt.
<u>I CORTE</u>				
$w = \frac{16 v b d}{15 L}$	127.72	63.86	42.57	31.93
<u>II FLEXION</u>				
$w = \frac{8 S f}{L^2}$	53.52 CRITICO	13.38 CRITICO	5.95 CRITICO	3.35 CRITICO
<u>III DEFLEXION</u>				
$w = \frac{185 E I}{360 L^3}$	465.19	58.15	17.23	7.27
<p>v = 928 Kg/cm². b = 1/4" 0.64 cm. d = 4" 10.16 cm.</p> <p>f = 1.531 Kg/cm². S = 10.92 cm³.</p> <p>E = 2.039 x 10⁶ Kg/cm². I = 55.50 cm⁴.</p> <p align="center">w = Kg/cm.</p>				

CAPITULO 4

PROCEDIMIENTO GENERAL

PARA CALCULAR ESPACIAMIENTO ENTRE ABRAZADERAS:

1. Analizar como actúa la abrazadera.
 - A. Como una viga simplemente apoyada con carga uniformemente distribuida.
 - a. Sección 2 " x 6" en madera.
 - b. Sección 3 " x 6" en madera.
 - c. Sección 4 " x 4" en madera.
 - d. Tubo de hierro fundido de 3 " de diámetro.Dichas secciones se escogieron por dos razones importantes: Por lo común que es tenerlas en las obras y hallarlas en los aserraderos y distribuidoras.
 - B. Como una viga empotrada en un extremo y simplemente apoyada en el otro con carga uniformemente distribuida.
 - a. Perfil Hembra 1/4 " x 4 ".
 - C. Como una viga continua con tres apoyos y carga uniformemente distribuida. (Usando un tensor)
Ejemplificaré con una sección de 2" x 6" en madera.
 - D. Como una viga continua con cuatro apoyos y carga uniformemente distribuida (Usando dos tensores)
Ejemplificaré con una sección de 2" x 6 " en madera.
 - E. Como una viga continua con un extremo empotrado, dos apoyos y carga -- uniformemente distribuida (Usando un tensor).
 - F. Como una viga continua con un extremo empotrado, tres apoyos y carga -- uniformemente distribuida. (Usando dos tensores)

Ver fórmulas en Tablas 1 y 2, Capítulo 5.

2. Calcular " w " crítica:
 - A. Determinar " w " crítica como el valor menor que se obtenga del análisis estático por:
 - a. Corte
 - b. Flexión
 - c. Deflexión

Las fórmulas correspondientes se obtienen en el Capítulo 3 , según el tipo de viga.

B. Los valores de " w", (el empuje total debido a la presión), para Corte, Flexión y Deflexión, estarán en función de:

CORTE : $v =$ corte paralelo
 $b \times d =$ area de sección
 $L =$ luz

FLEXION : $f =$ flexión estática.
 $S =$ Módulo de sección
 $L =$ luz

DEFLEXION :
 $E =$ módulo de elasticidad
 $I =$ momento de inercia
 $L =$ luz

MATERIAL con que se construye la abrazadera:

madera
 acero
 hierro fundido

Los valores anteriores se encuentran en las tablas No. 3, No. 4, No. 5, No. 6, No. 7. Capítulo 5.

3. Conocidos los valores siguientes:

A. " w " crítica.

B. " L " luz de la viga o abrazadera

C. " h " altura de colado que se quiere analizar,

Habrá que aplicar la EC. 3 estudiada en el Capítulo 1.

$$y = \frac{\delta h \pm \left[(\delta h)^2 - (2 \delta w) \right]^{1/2}}{\delta}$$

Donde: $y =$ ancho de la faja.

4. Cálculo de cotas extremas de las fajas: se debe recordar que siempre se calcula de abajo hacia arriba, pues la presión que ejerce el concreto sobre la formaleta tiene un valor máximo en la base, hasta llegar a un valor nulo en la superficie. Ver Cap 1.

Por tanto:

Para una columna de " H " mts. de alto, las cotas serán:

cota mayor = H

ancho de la faja = y (para altura = H)

cota siguiente = $h_1 = H - y$

ancho de la faja = y_1 (para altura = h_1)

$$\text{cota siguiente} = h_2 = h_1 - y$$

y así sucesivamente hasta llegar a cero.

5. Cálculo de la presión (p_n)

Presión = peso específico del concreto x altura

Así:

$$p_n = \gamma \times h_n$$

6. Cálculo de la carga " w " o presión promedio:

$$w = \frac{p_1 + p_2}{2} \times y$$

Donde: " w " = carga o presión promedio. Los resultados " w " obtenidos para diferentes valores de " p " y " y ", deben ser siempre igual que el valor de " w " crítico calculado en el inciso B del punto 1 de este capítulo.

7. Cálculo del centroide " C ".

Aplicando la EC. 5, estudiada en el Capítulo 1.

$$C = \frac{y (p_1 + 2 p_2)}{3 (p_1 + p_2)}$$

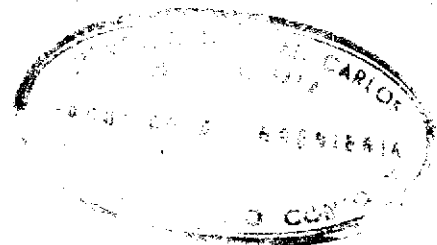
Donde: C = centroide de cada faja.

8. Cálculo de la cota del centroide:

Trabajando siempre de abajo hacia arriba, la cota del centroide se obtiene restando: La cota extrema menos el centroide de la faja correspondiente.

9. Cálculo de la distancia entre abrazaderas:

Se obtiene restando la cota de un centroide menos la cota del centroide siguiente.



En las tablas que hay a continuación se utilizaron las siguientes secciones de abrazaderas:

- a) Sección 2 " x 6 " en madera.
- b) Sección 3 " x 6 " en madera.
- c) Sección 4 " x 4 " en madera.
- d) Sección tubo \varnothing 3 " en hierro fundido
- e) Sección Hembra 1/4 " x 4 " en acero.

Se hizo porque se encuentran fácilmente en obra o en los aserraderos, tal es el caso de la madera. Se muestran también dos tipos de abrazaderas metálicas, las cuales se recomienda usar en obras con gran número de columnas, por su durabilidad. Se examinaron dos secciones que a mi juicio son las más eficientes -- por su inercia y módulo de sección.

Cuando se calcula el empuje resultante de la faja sobre la abrazadera se puede ver que, los resultados obtenidos corresponden al valor prefijado de la carga crítica " w " con variaciones lógicas y tolerables debido a las aproximaciones decimales que se hacen.

En el centroide de cada faja es el lugar donde debe colocarse la abrazadera. Como se observará para alturas fuertes y anchas grandes de columnas, el espaciamiento que el cálculo pide entre abrazaderas resulta ilógico y a veces hasta imposible físicamente de colocar. Por esto aparece una línea discontinua a la altura en que a mi criterio ese tipo de abrazadera deja de ser práctica, y sólo se presentan los resultados posteriores a dicha línea discontinua como información general a fin de que el usuario se tome un criterio.

Se notará que las fajas van siendo mayores a medida que la altura disminuye, lo cual es consecuencia de la distribución triangular del diagrama de presiones. Sin embargo la faja superior es generalmente menor que la anterior, y esto se debe a que se obtiene por diferencia entre la altura total y la suma de las fajas.

Al final de cada grupo de tablas presento un resumen donde se muestra para -- cada tipo de abrazadera la máxima altura recomendable para su uso y el número de -- abrazaderas.



T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 0.50 Mts./ Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

0.50 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.78	.00	.00	730	.26	.52	
2	.51	.78	1872	1267	.23	1.06	.54
3	.36	1.29	3096	1270	.17	1.48	.42
4	.29	1.65	3960	1249	.14	1.80	.32
5	.25	1.94	4656	1239	.12	2.07	.27
6	.23	2.19	5256	1272	.11	2.31	.24
7	.21	2.42	5808	1273	.10	2.53	.22
8	.19	2.63	6312	1243	.09	2.73	.20
9	.18	2.82	6768	1257	.09	2.91	.18
		<u>3.00</u>	7200				.09

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.00 Mts. / lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno.

1.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.31	.00	.00	115	.10	.21	
2	.48	.31	744	634	.21	.58	.37
3	.28	.79	1896	625	.13	.94	.36
4	.22	1.07	2568	623	.11	1.18	.24
5	.19	1.29	3096	632	.09	1.39	.21
6	.17	1.48	3552	639	.08	1.57	.18
7	.15	1.65	3960	621	.07	1.73	.16
		1.80	4320				.14
8	.14	1.94	4656	628	.07	1.87	.14
9	.13	2.07	4968	626	.06	2.01	.12
10	.12	2.19	5256	613	.06	2.13	.12
11	.12	2.31	5544	648	.06	2.25	.12
12	.11	2.42	5808	624	.05	2.37	.11
13	.11	2.53	6072	653	.05	2.48	.10
14	.10	2.63	6312	619	.05	2.58	.10
15	.10	2.73	6552	643	.05	2.68	.10
16	.09	2.82	6768	599	.04	2.78	.09
17	.09	2.91	6984	619	.04	2.87	.09
18	.09	3.00	7200	638	.04	2.96	.04

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mts./ Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

1.50 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.24	.00	.00	69	.08	.16	
2	.31	.24	576	294	.13	.42	.26
3	.19	.55	1320	294	.09	.65	.23
4	.15	.74	1776	293	.07	.82	.17
5	.13	.89	2136	298	.06	.96	.14
6	.11	1.02	2448	284	.05	1.08	.12
7	.10	1.13	2712	283	.05	1.18	.10
8	.09	1.23	2952	275	.04	1.28	.10
9	.09	1.32	3168	295	.04	1.37	.09
10	.08	1.41	3384	278	.04	1.45	.08
11	.08	1.49	3576	294	.04	1.53	.08
12	.08	1.57	3768	309	.04	1.61	.08
13	.07	1.65	3960	283	.03	1.69	.08
14	.07	1.72	4128	295	.03	1.76	.07
15	.07	1.79	4296	307	.03	1.83	.07
16	.06	1.86	4464	272	.03	1.89	.06
17	.06	1.92	4608	281	.03	1.95	.06
18	.06	1.98	4752	289	.03	2.01	.06
19	.06	2.04	4896	298	.03	2.07	.06

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
		2.10	5040				.06
20	.06			307	.03	2.13	
		2.16	5184				.06
21	.06			315	.03	2.19	
		2.22	5328				.06
22	.05			269	.02	2.25	
		2.27	5448				.05
23	.05			275	.02	2.30	
		2.32	5568				.05
24	.05			281	.02	2.35	
		2.37	5688				.05
25	.05			287	.02	2.40	
		2.42	5808				.05
26	.05			293	.02	2.45	
		2.47	5928				.05
27	.05			300	.02	2.50	
		2.53	6072				.05
28	.05			307	.02	2.56	
		2.58	6192				.05
29	.05			313	.02	2.61	
		2.63	6312				.05
30	.05			319	.02	2.66	
		2.68	6432				.04
31	.04			259	.02	2.70	
		2.72	6528				.04
32	.04			263	.02	2.74	
		2.76	6624				.04
33	.04			267	.02	2.78	
		2.80	6720				.04
34	.04			271	.02	2.82	
		2.84	6816				.04
35	.04			275	.02	2.86	
		2.88	6912				.04
36	.04			278	.02	2.90	
		2.92	7008				.04
37	.04			282	.02	2.94	
		2.96	7104				.04
38	.04			286	.02	2.98	
		3.00	7200				.02

continuación 1.50 Mts. / Lado

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

2.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.18	.00	.00	39	.06	.12	
2	.23	.18	432	163	.10	.31	.19
3	.14	.47	984	161	.07	.48	.17
4	.11	.55	1320	160	.05	.61	.13
5	.10	.66	1584	170	.05	.71	.10
6	.08	.76	1824	154	.04	.80	.09
7	.08	.84	2016	169	.04	.88	.08
8	.07	.92	2208	160	.03	.96	.08
9	.07	.99	2376	172	.03	1.03	.07
10	.06	1.06	2544	157	.03	1.09	.06
11	.06	1.12	2688	166	.03	1.15	.06
12	.06	1.18	2832	174	.03	1.21	.06
13	.05	1.24	2976	152	.02	1.27	.06
14	.05	1.29	3096	158	.02	1.32	.05
15	.05	1.34	3216	164	.02	1.37	.05
16	.05	1.39	3336	170	.02	1.42	.05
17	.05	1.44	3456	176	.02	1.47	.05
18	.05	1.49	3576	182	.02	1.52	.05
		1.54	3696				.04

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts./ Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

c ntinuaci n 2.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
19	.04	1.58	3792	150	.02	1.56	.04
20	.04	1.62	3888	154	.02	1.60	.04
21	.04	1.66	3984	157	.02	1.64	.04
22	.04	1.70	4080	161	.02	1.68	.04
23	.04	1.74	4176	165	.02	1.72	.04
24	.04	1.78	4272	169	.02	1.76	.04
25	.04	1.82	4368	173	.02	1.80	.04
26	.04	1.86	4464	177	.02	1.84	.04
27	.04	1.90	4560	180	.02	1.88	.04
28	.04	1.94	4656	184	.02	1.92	.04
29	.04	1.98	4752	188	.02	1.96	.04
30	.03	2.01	4824	144	.01	2.00	.03
31	.03	2.04	4896	146	.01	2.03	.03
32	.03	2.07	4968	148	.01	2.06	.03
33	.03	2.10	5040	150	.01	2.09	.03
34	.03	2.13	5112	152	.01	2.12	.03
35	.03	2.16	5184	154	.01	2.15	.03
36	.03	2.19	5256	157	.01	2.18	.03
37	.03			159	.01	2.21	

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

continuación 2.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
38	.03	2.22	5328	161	.01	2.24	.03
39	.03	2.25	5400	163	.01	2.27	.03
40	.03	2.23	5472	165	.01	2.30	.03
41	.03	2.31	5544	167	.01	2.33	.03
42	.03	2.34	5616	170	.01	2.36	.03
43	.03	2.37	5688	172	.01	2.39	.03
44	.03	2.40	5760	174	.01	2.42	.03
45	.03	2.43	5832	176	.01	2.45	.03
46	.03	2.46	5904	178	.01	2.48	.03
47	.03	2.49	5976	180	.01	2.51	.03
48	.03	2.52	6048	183	.01	2.54	.03
49	.03	2.55	6120	185	.01	2.57	.03
50	.03	2.58	6192	187	.01	2.60	.03
51	.03	2.61	6264	189	.01	2.63	.03
52	.03	2.64	6336	191	.01	2.66	.03
53	.03	2.67	6408	193	.01	2.69	.03
54	.03	2.70	6480	195	.01	2.72	.03
55	.03	2.73	6552	198	.01	2.75	.03
		2.76	6624				.02

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / Lado y 0.50 Mts. / Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6" y 3" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

	Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)	
2.00 Mts. / Lado 2" x 6" continuación	56	.02	2.78	6672	133	.01	2.77	.02	
	57	.02	2.80	6720	134	.01	2.79	.02	
	58	.02	2.82	6768	135	.01	2.81	.02	
	59	.02	2.84	6816	136	.01	2.83	.02	
	60	.02	2.86	6864	137	.01	2.85	.02	
	61	.02	2.88	6912	138	.01	2.87	.02	
	62	.02	2.90	6960	139	.01	2.89	.02	
	63	.02	2.92	7008	140	.01	2.91	.02	
	64	.02	2.94	7056	141	.01	2.93	.02	
	65	.02	2.96	7104	142	.01	2.95	.02	
	66	.02	2.98	7152	143	.01	2.97	.02	
	67	.02	(3.00)	7200	144	.01	2.99	.02	
	0.50 Mts. / Lado 3" x 6"	1	.73	.00	.00	639	.24	.49	.66
		2	.76	.73	1752	2025	.34	1.15	.60
3		.49	1.49	3576	2040	.23	1.75	.43	
4		.39	1.98	4752	2036	.19	2.18	.36	
5		.33	2.37	5688	2008	.16	2.54	.31	
6		.30	2.70	6480	2052	.15	2.85	.15	
			(3.00)	7200					

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.00 Mts. / Lado y 1.50 Mts. / lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 3" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

	Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (V /) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1.00 Mts. / Lado	1	.72	.00	.00	622	.24	.48	
	2	.45	.72	1728	1021	.21	.96	.48
	3	.32	1.17	2808	1021	.15	1.34	.38
	4	.26	1.49	3576	1011	.13	1.62	.28
	5	.23	1.75	4200	1029	.11	1.87	.25
	6	.20	1.98	4752	998	.10	2.08	.21
	7	.19	2.18	5232	1037	.09	2.28	.20
	8	.17	2.37	5688	1002	.08	2.46	.18
	9	.16	2.54	6096	1006	.08	2.62	.16
	10	.15	2.70	6480	999	.07	2.78	.16
	11	.15	2.85	6840	1053	.07	2.93	.15
		<u>3.00</u>	7200					.07
1.50 Mts. / Lado	1	.16	.00	.00	31	.05	.11	
	2	.48	.16	384	461	.19	.45	.34
	3	.25	.64	1536	459	.12	.77	.32
	4	.20	.89	2136	475	.10	.99	.22
	5	.17	1.09	2616	479	.08	1.18	.19
	6	.15	1.26	3024	481	.07	1.34	.16
	7	.13	1.41	3384	460	.06	1.48	.14

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 3" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

Continuación 1.50 Mts. / lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
8	.12	1.54	3696	461	.06	1.60	.12
9	.11	1.66	3984	453	.05	1.72	.12
10	.11	1.77	4248	482	.05	1.83	.11
11	.10	1.88	4512	463	.05	1.93	.10
12	.10	1.98	4752	487	.05	2.03	.10
13	.09	2.08	4992	459	.04	2.13	.10
14	.09	2.17	5208	478	.04	2.22	.09
15	.08	2.26	5424	442	.04	2.30	.08
16	.08	2.34	5616	457	.04	2.38	.08
17	.08	2.42	5808	472	.04	2.46	.08
18	.08	2.50	6000	488	.04	2.54	.08
19	.07	2.58	6192	439	.03	2.62	.08
20	.07	2.65	6360	451	.03	2.69	.07
21	.07	2.72	6528	463	.03	2.76	.07
22	.07	2.79	6696	475	.03	2.83	.07
23	.07	2.86	6864	486	.03	2.90	.07
24	.07	2.93	7032	498	.03	2.97	.07
		(3.00)	7200				.03

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 3" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

2.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.04	.00	.00	2	.01	.03	
2	.43	.04	96	263	.15	.32	.29
3	.19	.47	1128	258	.09	.57	.25
4	.15	.66	1584	265	.07	.74	.17
5	.12	.81	1944	251	.06	.87	.13
6	.11	.93	2232	260	.05	.99	.12
7	.10	1.04	2496	262	.05	1.09	.10
8	.09	1.14	2736	256	.04	1.19	.10
9	.09	1.23	2952	275	.04	1.28	.09
10	.08	1.32	3168	261	.04	1.36	.08
11	.08	1.40	3360	276	.04	1.44	.08
12	.07	1.48	3552	255	.03	1.52	.08
13	.07	1.55	3720	266	.03	1.59	.07
14	.07	1.62	3888	278	.03	1.66	.07
15	.06	1.69	4056	248	.03	1.72	.06
16	.06	1.75	4200	256	.03	1.78	.06
17	.06	1.81	4344	265	.03	1.84	.06
18	.06	1.87	4488	274	.03	1.90	.06
19	.06	1.93	4632	282	.03	1.96	.06

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 3" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

continuación 2.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
20	.05	1.99	4776	242	.02	2.02	.06
21	.05	2.04	4896	248	.02	2.07	.05
22	.05	2.09	5016	254	.02	2.12	.05
23	.05	2.14	5136	260	.02	2.17	.05
24	.05	2.19	5256	266	.02	2.22	.05
25	.05	2.24	5376	272	.02	2.27	.05
26	.05	2.29	5496	278	.02	2.32	.05
27	.05	2.34	5616	284	.02	2.37	.05
28	.05	2.39	5736	290	.02	2.42	.05
29	.04	2.44	5856	236	.02	2.46	.04
30	.04	2.48	5952	240	.02	2.50	.04
31	.04	2.52	6048	244	.02	2.54	.04
32	.04	2.56	6144	248	.02	2.58	.04
33	.04	2.60	6240	252	.02	2.62	.04
34	.04	2.64	6336	255	.02	2.66	.04
35	.04	2.68	6432	259	.02	2.70	.04
36	.04	2.72	6528	263	.02	2.74	.04
37	.04	2.76	6624	267	.02	2.78	.04
38	.04	2.80	6720	271	.02	2.82	.04

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / Lado ; 0.50 Mts./ Lado y 1.00 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 3" x 6" y 4" x 4"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

	Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
continuación 2.00 Mts. / Lado 3" x 6"	39	.04	2.84	6816	275	.02	2.86	.04
	40	.04	2.88	6912	278	.02	2.90	.04
	41	.04	2.92	7008	282	.02	2.94	.04
	42	.04	2.96	7104	286	.02	2.98	.04
				(3.00)	7200			
0.50 Mts. / Lado 4" x 4"	1	1.21	.00	.00	1757	.40	.81	
	2	.52	1.21	2904	1835	.24	1.49	.68
	3	.39	1.73	4152	1802	.19	1.93	.44
	4	.33	2.12	5088	1810	.16	2.29	.36
	5	.29	2.45	5880	1806	.14	2.60	.31
	6	.26	2.74	6576	1791	.13	2.87	.27
			(3.00)	7200				.13
1.00 Mts. / Lado 4" x 4"	1	.67	.00	.00	539	.22	.45	
	2	.31	.67	1608	614	.15	.83	.38
	3	.23	.98	2352	604	.11	1.10	.27
	4	.19	1.21	2904	595	.09	1.31	.21
	5	.17	1.40	3360	606	.08	1.49	.18
	6	.15	1.57	3768	592	.07	1.65	.16
			1.72	4128				.14

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.00 Mts. / Lado y 1.50 Mts. / Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 4" x 4"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
7	.14	1.86	4464	601	.07	1.79	.14
8	.13	1.99	4776	601	.06	1.93	.12
9	.12	2.11	5064	590	.06	2.05	.12
10	.12	2.23	5352	625	.06	2.17	.12
11	.11	2.34	5616	603	.05	2.29	.11
12	.11	2.45	5880	632	.05	2.40	.10
13	.10	2.55	6120	600	.05	2.50	.10
14	.10	2.65	6360	624	.05	2.60	.10
15	.09	2.74	6576	582	.04	2.70	.09
16	.09	2.83	6792	602	.04	2.79	.09
17	.09	2.92	7008	621	.04	2.88	.09
18	.08	(3.00)	7200	568	.04	2.96	.08

1	.06	.00	.00	4	.02	.04	.27
2	.40	.06	144	250	.15	.31	.24
3	.18	.46	1104	238	.09	.55	.16
4	.14	.64	1536	239	.07	.71	.13
5	.12	.78	1872	242	.06	.84	.12
6	.11	.90	2160	252	.05	.96	

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 4" x 4"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

continuación 1.50 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
7	.10	1.01	2424	254	.05	1.06	.10
8	.09	1.11	2664	249	.04	1.16	.10
9	.08	1.20	2880	238	.04	1.24	.08
10	.08	1.28	3072	253	.04	1.32	.08
11	.07	1.36	3264	234	.03	1.40	.08
12	.07	1.43	3432	246	.03	1.47	.07
13	.07	1.50	3600	258	.03	1.54	.07
14	.06	1.57	3768	230	.03	1.60	.06
15	.06	1.63	3912	239	.03	1.66	.06
16	.06	1.69	4056	248	.03	1.72	.06
17	.06	1.75	4200	256	.03	1.78	.06
18	.06	1.81	4344	265	.03	1.84	.06
19	.05	1.87	4488	227	.02	1.90	.06
20	.05	1.92	4608	233	.02	1.95	.05
21	.05	1.97	4728	239	.02	2.00	.05
22	.05	2.02	4848	245	.02	2.05	.05
23	.05	2.07	4968	251	.02	2.10	.05
24	.05	2.12	5088	257	.02	2.15	.05
25	.05	2.17	5208	263	.02	2.20	.05

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 4" x 4"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

continuación 1.50 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
26	.05	2.22	5328	269	.02	2.25	.05
27	.05	2.27	5448	275	.02	2.30	.05
28	.04	2.32	5568	225	.02	2.34	.04
29	.04	2.36	5664	228	.02	2.38	.04
30	.04	2.40	5760	232	.02	2.42	.04
31	.04	2.44	5856	236	.02	2.46	.04
32	.04	2.48	5952	240	.02	2.50	.04
33	.04	2.52	6048	244	.02	2.54	.04
34	.04	2.56	6144	248	.02	2.58	.04
35	.04	2.60	6240	252	.02	2.62	.04
36	.04	2.64	6336	255	.02	2.66	.04
37	.04	2.68	6432	259	.02	2.70	.04
38	.04	2.72	6528	263	.02	2.74	.04
39	.04	2.76	6624	267	.02	2.78	.04
40	.04	2.80	6720	271	.02	2.82	.04
41	.04	2.84	6816	275	.02	2.86	.04
42	.04	2.88	6912	278	.02	2.90	.04
43	.04	2.92	7008	282	.02	2.94	.04
44	.04	2.96	7104	286	.02	2.98	.04
		3.00	7200				.02

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 0.50 Mts./ Lado y 1.00 Mts./ Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: 1 (uno)

0.50 Mts./ Lado

1.00 Mts./ Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.80	.00	.00	768	.27	.53	
2	.72	.80	1920	2004	.32	1.20	.67
3	.48	1.52	3648	2028	.23	1.77	.57
4	.38	2.00	4800	1997	.18	2.20	.43
5	.33	2.38	5712	2016	.16	2.55	.35
6	.29	2.71	6504	1987	.14	2.86	.31
		(3.00)	7200				.14
1	.82	.00	.00	807	.27	.55	
2	.41	.82	1968	1009	.19	1.04	.49
3	.30	1.23	2952	994	.14	1.39	.35
4	.25	1.53	3672	993	.12	1.66	.27
5	.22	1.78	4272	998	.11	1.89	.23
6	.20	2.00	4800	1008	.10	2.10	.21
7	.18	2.20	5280	989	.09	2.29	.19
8	.17	2.38	5712	989	.09	2.29	.18
9	.16	2.55	6120	1006	.08	2.47	.16
10	.15	2.71	6504	1010	.08	2.63	.16
11	.14	2.86	6864	1003	.07	2.79	.14
		(3.00)	7200	984	.07	2.93	.14
							.07

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mts./ Lado y 2.00 Mts./ Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: 1 (uno)

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.06	.00	.00	4	.02	.04	
2	.69	.06	144	671	.25	.50	.46
3	.31	.75	1800	673	.15	.91	.41
4	.24	1.06	2544	680	.12	1.18	.27
5	.20	1.30	3120	672	.10	1.40	.22
6	.18	1.50	3600	687	.09	1.59	.19
7	.16	1.68	4032	676	.08	1.76	.17
8	.15	1.84	4416	689	.07	1.92	.16
		1.99	4776				.14
9	.14	2.13	5112	692	.07	2.06	.14
10	.13	2.26	5424	685	.06	2.20	.12
11	.12	2.38	5712	668	.06	2.32	.12
12	.11	2.49	5976	643	.05	2.44	.11
13	.11	2.60	6240	672	.05	2.55	.11
14	.11	2.71	6504	701	.05	2.66	.10
15	.10	2.81	6744	662	.05	2.76	.10
16	.10	2.91	6984	686	.05	2.86	.10
17	.09	3.00	7200	638	.04	2.96	.10
							.04
1	.52	.00	.00	324	.17	.35	

1.50 Mts./ Lado

2:00 Mts./ lado

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: 1 (uno)

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
2	.31	.52	1248	502	.14	.69	.34
3	.22	.83	1992	496	.11	.94	.25
4	.18	1.05	2520	492	.09	1.14	.20
5	.16	1.23	2952	503	.08	1.31	.17
6	.14	1.39	3336	491	.07	1.46	.15
7	.13	1.53	3672	498	.06	1.60	.14
8	.12	1.66	3984	495	.06	1.72	.12
9	.11	1.78	4272	484	.05	1.84	.12
10	.11	1.89	4536	513	.05	1.95	.11
11	.10	2.00	4800	492	.05	2.05	.10
12	.10	2.10	5040	516	.05	2.15	.10
13	.09	2.20	5280	485	.04	2.25	.10
14	.09	2.29	5496	504	.04	2.34	.09
15	.09	2.38	5712	524	.04	2.43	.09
16	.08	2.47	5928	482	.04	2.51	.08
17	.08	2.55	6120	497	.04	2.59	.08
18	.08	2.63	6312	513	.04	2.67	.08
19	.08	2.71	6504	528	.04	2.75	.08
20	.07	2.79	6696	475	.03	2.83	.08

2.00 Mts. / Lado
 continuación

T A B L A

COLUMNA CUADRA DA DE: 2.00 Mts./ Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: 1 (uno)

continuación
2.00 Mt./Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
21	.07	2.86	6864	486	.03	2.90	.07
22	.07	2.93	7032	498	.03	2.97	.07
		<u>3.00</u>	7200				.03

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 0.50 Mts./Lado ; 1.00 Mts./Lado y 1.50 Mts./Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: 2 (dos)

	Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
0.50 Mts./Lado	1	1.07	.00	.00	1374	.36	.71	
	2	.87	1.07	2568	3142	.39	1.55	.84
	3	.59	1.94	4656	3165	.28	2.25	.70
	4	.47	2.53	6072	3119	.23	2.77	.52
			(3.00)	7200				.23
1.00 Mts./Lado	1	1.04	.00	.00	1298	.35	.69	
	2	.51	1.04	2496	1585	.24	1.31	.62
	3	.38	1.55	3720	1587	.18	1.75	.44
	4	.31	1.93	4632	1551	.15	2.09	.34
	5	.28	2.24	5376	1599	.14	2.38	.29
	6	.25	2.52	6048	1587	.12	2.65	.27
	7	.23	2.77	6648	1593	.11	2.89	.24
			(3.00)	7200				.11
1.50 Mts./Lado	1	.52	.00	.00	324	.17	.35	
	2	.55	.52	1248	1049	.24	.83	.48
	3	.35	1.07	2568	1046	.17	1.25	.42
	4	.28	1.42	3408	1048	.14	1.56	.31
	5	.24	1.70	4080	1048	.12	1.82	.26

TABLA

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mts./ Lado y 2.00 Mts./ Lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: 2 (dos)

	Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M2)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
continuación 1.50 Mt./ Lado	6	.21	1.94	4656	1031	.10	2.05	.23
	7	.19	2.15	5160	1024	.09	2.25	.20
	8	.18	2.34	5616	1050	.09	2.43	.18
	9	.17	2.52	6048	1063	.08	2.61	.18
	10	.16	2.69	6456	1064	.08	2.77	.16
	11	.15	2.85	6840	1053	.07	2.93	.16
			(3.00)	7200				
2.00 Mts./ Lado	1	.68	.00	.00	555	.23	.45	
	2	.38	.68	1632	793	.18	.88	.43
	3	.27	1.06	2544	774	.13	1.20	.32
	4	.23	1.33	3192	798	.11	1.45	.25
	5	.20	1.56	3744	797	.10	1.66	.21
	6	.18	1.76	4224	799	.09	1.85	.19
	7	.16	1.94	4656	776	.08	2.02	.17
	8	.15	2.10	5040	783	.07	2.18	.16
	9	.14	2.25	5400	780	.07	2.32	.14
	10	.13	2.39	5736	766	.06	2.46	.14
	11	.13	2.52	6048	807	.06	2.59	.13
	12	.12	2.65	6360	780	.06	2.71	.12

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts./Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 2" x 6"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Madera
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: 2 (dos)

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
13	.12	2.77	6648	815	.06	2.83	.12
14	.11	2.89 (3.00)	6936 7200	777	.05	2.95	.12 .05

continuación
 2.00 Mts./Lado

SECCION: 2 " x 6 "			
MATERIAL: Madera			
TENSORES: Ninguno			
	" L " en Mts.	" H " Máxima recomendada en Mts.	Numero de abrazaderas necesarias.
	0.50	3.00	10
	1.00	1.75	8
	1.50	0.85	5
	2.00	0.50	4
SECCION: 2 " x 6 "			
MATERIAL: Madera			
TENSORES: 1 (Uno)			
	0.50	3.00	8
	1.00	3.00	12
	1.50	2.00	8
	2.00	1.50	7
SECCION: 2 " x 6 "			
MATERIAL: Madera			
TENSORES: 2 (dos)			
	0.50	3.00	6
	1.00	3.00	8
	1.50	3.00	12
	2.00	2.00	8

Como se puede observar de los resultados obtenidos el número y la posición de las abrazaderas son muy similares para:

ancho 1.00 Mt.	sin tensores
ancho 2.00 Mt.	con un tensor (Luz libre entre tensores 1.00 Mt)

Así como para:

ancho 0.50 Mt.	sin tensores
ancho 1.50 Mt.	con dos tensores (luz libre entre tensores 0.50 Mt.)

Con lo cual se puede inferir para un cálculo rápido que si por ejemplo se nos presentara el caso de una columna de 3.00 Mts./ Lado, se puede hacer un análisis -- rápido del número de abrazaderas que " aproximadamente " habrá que utilizar con sólo suponer que le pondremos un tensor al centro, y buscar los resultados correspondientes a una columna de 1.50 Mts./ Lado.

SECCION: 3 " x 6 " MATERIAL: Madera. TENSORES: Ninguno.			
	" L " en Mts.	" H " Máxima recomendada en Mts.	Número de abrazaderas necesarias.
	0.50	3.00	8
	1.00	3.00	12
	1.50	1.25	5
	2.00	0.80	4
SECCION: 4 " x 4 " MATERIAL: Madera TENSORES: Ninguno			
	0.50	3.00	8
	1.00	1.50	6
	1.50	0.80	4
	2.00	—	—

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 0.50 Mts./Lado ; 1.00 Mts./Lado y 1.50 Mts./Lado

SECCIÓN DE LA ABRAZADERA: Tubo \varnothing 3"

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Hierro fundido

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

	Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
0.50 Mts./lado	1	3.00	0.00 (3.00)	0.00 7200	10,800	1.00	2.00	1.00

1.00 Mts./lado	1	.60	.00	.00	432	.20	.40	.90
	2	1.20	.60	1440	3456	.50	1.30	.85
	3	.67	1.80	4320	3433	.32	2.15	.59
	4	.53	2.47	5928	3479	.26	2.74	.26
			(3.00)	7200				

1.50 Mts./Lado	1	.21	.00	.00	53	.07	.14	.65
	2	.94	.21	504	1534	.36	.79	.60
	3	.46	1.15	2760	1524	.22	1.39	.41
	4	.36	1.61	3864	1547	.17	1.80	.32
	5	.30	1.97	4728	1526	.15	2.12	.29
	6	.27	2.27	5448	1558	.13	2.41	.25
	7	.24	2.54	6096	1532	.12	2.66	.23
	8	.22	2.78	6672	1526	.11	2.89	.11
			(3.00)	7200				

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts./ Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: Tubo Ø 3"
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Hierro fundido
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

2.00 Mts./ Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.68	.00	.00	555	.23	.45	
2	.34	.68	1632	694	.16	.86	.41
3	.25	1.02	2448	687	.12	1.15	.29
4	.21	1.27	3048	693	.10	1.38	.23
5	.18	1.48	3552	678	.09	1.57	.19
6	.16	1.66	3984	668	.08	1.74	.17
7	.15	1.82	4368	682	.07	1.90	.16
8	.14	1.97	4728	685	.07	2.04	.14
9	.13	2.11	5064	679	.06	2.18	.14
10	.12	2.24	5376	662	.06	2.30	.12
11	.12	2.36	5664	697	.06	2.42	.12
12	.11	2.48	5952	669	.05	2.54	.12
13	.11	2.59	6216	698	.05	2.65	.11
14	.10	2.70	6480	660	.05	2.75	.10
15	.10	2.80	6720	684	.05	2.85	.10
16	.10	2.90	6960	708	.05	2.95	.10
		3.00	7200				.05

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 0.50 Mt/lado y 1.00 Mt/lado

SECCION DE LA ABRAZADERA: 1/4" x 4" (hembra)

MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Acero

No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

	Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota - centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
0.50 Mt. / Lado	1	.28	.00	.00	94	.09	.19	1.25 1.15 .41
	2	1.85	.28	672	5350	0.69	1.44	
	3	.87	2.13	5112	5356	.41	2.59	
			(3.00)	7200				
1.00 Mt. / Lado	1	.28	.00	.00	94	.09	.19	.57 .56 .37 .30 .27 .23 .22 .20 .09
	2	.81	.28	672	1332	.33	.76	
	3	.43	1.09	2616	1347	.20	1.32	
	4	.33	1.52	3648	1335	.16	1.69	
	5	.28	1.85	4440	1337	.14	1.99	
	6	.25	2.13	5112	1353	.12	2.26	
	7	.22	2.38	5712	1315	.11	2.49	
	8	.21	2.60	6240	1363	.10	2.71	
	9	.19	2.81	6744	1325	.09	2.91	
			(3.00)	7200				

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 1.50 Mt. / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 1/4" x 4" (hembra)
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Acero
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno.

1.50 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.26	.00	.00	81	.09	.17	
2	.49	.26	624	594	.21	.54	.37
3	.28	.75	1800	598	.13	0.90	.36
4	.22	1.03	2472	602	.11	1.14	.24
5	.18	1.25	3000	579	.09	1.34	.20
6	.16	1.43	3432	580	.08	1.51	.17
7	.15	1.59	3816	599	.07	1.67	.16
8	.14	1.74	4176	608	.07	1.81	.14
9	.13	1.88	4512	607	.06	1.95	.14
10	.12	2.01	4824	596	.06	2.07	.12
11	.11	2.13	5112	577	.05	2.19	.12
12	.11	2.24	5376	606	.05	2.30	.11
13	.10	2.35	5640	576	.05	2.40	.10
14	.10	2.45	5880	600	.05	2.50	.10
15	.10	2.55	6120	624	.05	2.60	.10
16	.09	2.65	6360	582	.04	2.70	.10
17	.09	2.74	6576	602	.04	2.79	.09
18	.09	2.83	6792	621	.04	2.88	.09
19	.08	2.92	7008	568	.04	2.96	.08
		(3.00)	7200				.04

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts / Lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 1/4" x 4" (hembra)
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Acero
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno.

2.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
1	.26	.00	0.00	81	.09	.17	
2	.33	.26	624	337	.14	.45	.28
3	.20	.59	1416	331	.10	.69	.24
4	.16	.79	1896	334	.08	.87	.18
5	.14	0.95	2280	343	.07	1.02	.15
6	.12	1.09	2616	331	.06	1.15	.13
7	.11	1.21	2904	334	.05	1.27	.12
8	.10	1.32	3168	329	.05	1.37	.10
9	.10	1.42	3408	353	.05	1.47	.10
10	.09	1.52	3648	338	.04	1.57	.10
11	.08	1.61	3864	317	.04	1.65	.08
12	.08	1.69	4056	332	.04	1.73	.08
13	.08	1.77	4248	348	.04	1.81	.08
14	.07	1.85	4440	317	.03	1.89	.08
15	.07	1.92	4608	328	.03	1.96	.07
16	.07	1.99	4776	340	.03	2.03	.07
17	.07	2.06	4944	352	.03	2.10	.07
18	.06	2.13	5112	311	.03	2.16	.06

T A B L A

COLUMNA CUADRADA DE: 2.00 Mts. / lado
 SECCION DE LA ABRAZADERA: 1/4" x 4" (hembra)
 MATERIAL DE LA ABRAZADERA: Acero
 No. DE TENSORES POR ABRAZADERA: ninguno

continuación 2.00 Mts. / Lado

Franja No.	Ancho franja (Mt.)	Cotas extremas (Mt.)	Presión (P) (kg/M ²)	Carga (W) (kg/Mt)	Centroide (C) (Mt.)	Cota centroide (Mt.)	Distancia entre abrazaderas (Mt.)
19	.06	2.19	5256	320	.03	2.22	.06
20	.06	2.25	5400	328	.03	2.28	.06
21	.06	2.31	5544	337	.03	2.34	.06
22	.06	2.37	5688	346	.03	2.40	.06
23	.06	2.43	5832	354	.03	2.46	.06
24	.06	2.49	5976	363	.03	2.52	.06
25	.05	2.55	6120	309	.02	2.58	.06
26	.05	2.60	6240	315	.02	2.63	.05
27	.05	2.65	6360	321	.02	2.68	.05
28	.05	2.70	6480	327	.02	2.73	.05
29	.05	2.75	6600	333	.02	2.78	.05
30	.05	2.80	6720	339	.02	2.83	.05
31	.05	2.85	6840	345	.02	2.88	.05
32	.05	2.90	6960	351	.02	2.93	.05
33	.05	2.95	7080	357	.02	2.98	.05
		3.00	7200				.02

SECCION: Tubo \varnothing 3 "			
MATERIAL: Hierro fundido			
TENSORES: Ninguno.			
	" L " en Mts.	" H " Máxima recomendado en Mts.	Número de abrazaderas necesarias.
	0.50	3.00	5 *
	1.00	3.00	6
	1.50	3.00	8
	2.00	2.00	8
SECCION: 1/4 " x 4 "			
MATERIAL: Acero.			
TENSORES: Ninguno.			
	0.50	3.00	7 *
	1.00	3.00	10
	1.50	1.70	8
	2.00	1.00	6

* Como puede verse, para:

- a) Sección \varnothing 3 " (Hierro galvanizado).
- b) Sección 1/4 " x 4 " (acero).

No es aconsejable usar solo el número de abrazaderas que indican los cálculos, pues es muy importante tener en cuenta que el espaciamiento entre abrazaderas en ese caso es muy grande, y por tanto el tablón de la formaleta puede pandearse.

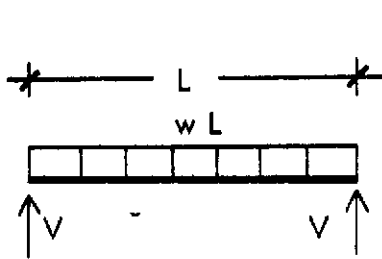
CAPITULO 5

TABLAS AUXILIARES

Tabla No. 1

Diagramas y Fórmulas de Vigas

I Viga simplemente apoyada, con carga uniformemente distribuida:



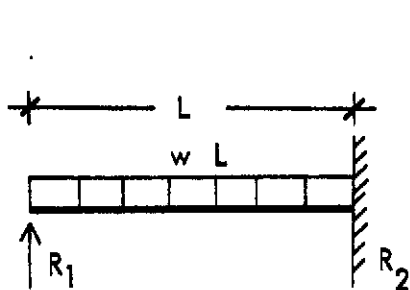
Carga equivalente = $w L$

$$V_{\max} = \frac{w L}{2}$$

$$M_{\max} = \frac{w L^2}{8} \quad (\text{Al centro})$$

$$\Delta_{\max} = \frac{5 w L^4}{3,84 E I} \quad (\text{Al centro})$$

II Viga empotrada en un extremo y simplemente apoyada en el otro, con carga uniformemente distribuida:



Carga equivalente = $w L$

$$R_1 = V_1 = \frac{3 w L}{8}$$

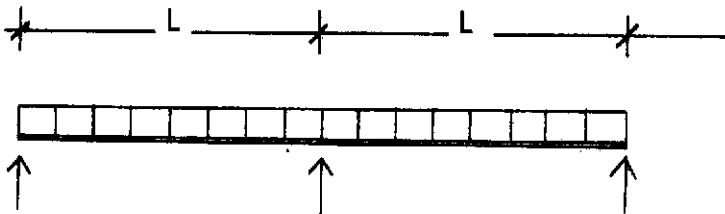
$$R_2 = V_2 \max = \frac{5 w L}{8}$$

$$M_{\max} = \frac{w L^2}{8}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{w L^4}{185 E I}$$

TABLA No. 2

I Viga continua con carga uniformemente repartida (dos tramos iguales)

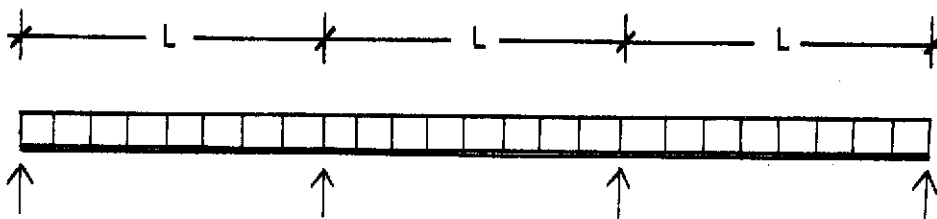


$$V_{\max} = \frac{5 w L}{8}$$

$$M_{\max} = \frac{w L^2}{8}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{1}{185} \times w \times \frac{L^4}{EI}$$

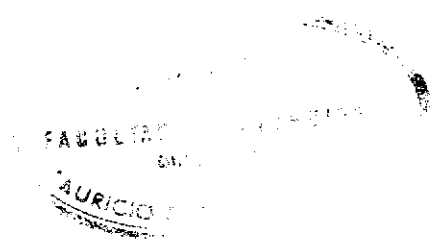
II Viga continua con carga uniformemente repartida (3 ó mas tramos)



$$V_{\max} = 0.6 w L$$

$$M_{\max} = \frac{w L^2}{10}$$

$$\Delta_{\max} = \frac{1}{145} w \frac{L^4}{EI}$$



GRADOS ESTRUCTURALES DE LAS MADERAS:

Para las maderas de Guatemala se emplearán tres grados estructurales, a saber: madera tipo A, madera tipo B y madera tipo C, habiéndose tomado como criterio base de esta clasificación, que las maderas tipo A y B sean utilizadas para construcciones permanentes y las maderas tipo C para construcciones provisionales o auxiliares. Por lo tanto aquí, sólo se tratará de las maderas -- tipo C.

MADERAS TIPO C

Tendrán esfuerzos de trabajo con valores del 50% de -- los esfuerzos básicos. La inclinación máxima de fibra en flexión y tensión paralela será de 1 : 8 y en compresión paralela de 1 : 6 .

TABLA No. 3

Esfuerzos permisibles de trabajo para maderas grado " C " aplicables a maderas verdes o poco sazonadas y maderas secadas al aire.

Especie:	Otros pinos
Corte Paralelo:	" v " 8.0 Kg/cm ²
Flexión Estática:	" f " 58 Kg/cm ²
Módulo de Elasticidad:	" E " 0.66 x 10 ⁵ Kg/cm ²

Para datos adicionales o de otra especie ver tabla No 5.

TABLA No. 4

Esfuerzos límites para acero con:

F _y	=	2320 Kg/cm ²
Corte:	F _v = 0.40 F _y	928 Kg/cm ²
Flexión:	F _b = 0.66 F _y	1531 Kg/cm ²
Módulo de Elasticidad:	E =	2.039 x 10 ⁶ Kg/cm ²

ESFUERZOS PERMISIBLES DE TRABAJO PARA MADERA GRADO " C " APLICABLES
A MADERAS VERDES O POCO SAZONADAS Y MADERAS SECADAS AL AIRE

TABLA No. 5

Especie	Peso se- co Apa- rente gr/cm ³	Flexión Estática Kg/cm ²	Módulo de Elasticidad Kg/cm ²	Compresión Paralela Kg/cm ²	Compresión Perpendicu- lar Kg/cm ²	Tensión Paralela Kg/cm ²	Tensión Perpen- dicular Kg/cm ²	Corte Para- lelo Kg/cm ²	Clivaje Kg/cm ²	Dureza Kg	Extracción de Clavos Kg
Ciprés	0.51	80	0.75x10 ⁵	35	23	80	3.5	3.5	4	225	19
Caoba	0.48	80	0.76x10 ⁵	35	45	63	3.5	5	8	265	30
Canoj	0.65	65	1.00x10 ⁵	35	20	50	5	5	9.5	200	
Cedro	0.43	48	0.46x10 ⁵	20	35	40	5	3.5	8	180	19
Cenicero	0.61	65	0.72x10 ⁵	33	45	50	5	5	5.5	350	30
Conacaste	0.42	48	0.56x10 ⁵	18	20	45	5	3.5	4.5	195	9
Chichique	0.72	123	1.38x10 ⁵	60	60	118	3.5	4.5	6	450	
Chichipate	0.72	105	1.20x10 ⁵	53	55	80	5	7.5	12.5	730	55
Mario	0.62	50	0.85x10 ⁵	30	45	73	4	6	10	360	40
Volador	0.65	83	1.05x10 ⁵	38	35	78	5	5.5	12	430	50
Pino Colora- do	0.57	100	1.19x10 ⁵	45	11			10.0		45	
Pino de El Petén	0.67	105	1.20x10 ⁵	45	10			11.0		50	
Otros Pinos	0.37	58	0.66x10 ⁵	27	7			8.0		20	

TABLA NO. 6

VALORES PARA SECCIONES DE: 2 " x 6 " ; 3 " x 6 " ; 4 " x 4 " EN MADERA

Dimensiones		Nominales		Dimensiones		Reales	
Base		Altura		Base		Altura	
Pulg.	cms.	Pulg.	cms.	Pulg.	cms.	Pulg.	cms.
2	5.08	6	15.24	1 5/8	4.13	5 5/8	14.29
3	7.62	6	15.24	2 5/8	6.67	5 5/8	14.29
4	10.16	4	10.16	3 5/8	9.21	3 5/8	9.21

Area		Módulo Sección		Momento Inercia	
Pulg. ²	cms. ²	Pulg. ³	cms. ³	Pulg. ⁴	cms. ⁴
9.14	58.97	8.57	140.43	24.10	1003.17
14.77	95.26	13.84	226.84	38.93	1620.51
13.14	84.78	7.94	130.10	14.39	598.94

TABLA No. 7

TUBO

DIMENSIONES Y PROPIEDADES

Dimensiones				Peso por pie	Propiedades			
Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Pared		Area	I	S	r
3 "	3.5 "	3.068"	0.216"	7.58 lb.	2.23 pulg ²	3.02 pulg. ⁴	1.72 pulg ³	1.16 pulg.
3 "	8.89 cm.	7.79 cm	0.55 cm	3.44 Kg.	14.39 cm ²	125.70 cm ⁴	28.19 cm ³	2.95 cm

Esfuerzos límites para acero con:

F y: 2320 Kg/cm²

Corte: 928 Kg/cm²

Flexión: 1531 Kg/cm²

Módulo de Elasticidad: 2039 x 10⁶ Kg/cm²

CAPITULO 6

ANDAMIOS PARA COLADO Y ANDAMIOS RIGIDIZANTES

En la fabricación de las columnas debemos distinguir tres etapas: armadura, encofrado y fundición. Para efectuar la primera, es generalmente necesario hacer andamios que permitan a los obreros acceso a las puntas de los hierros existentes a fin de poder introducir los estribos y colocarlos a lo largo del refuerzo longitudinal. Estos mismos andamios se utilizan cuando se coloca la formaleta de la columna, con lo cual quedan cubiertas las dos primeras etapas.

Para la fundición de columnas, es necesario un conveniente apuntalamiento en los extremos a fin de evitar que el golpe del concreto al caer desplace o desplome la caja, como se mencionó en la Introducción, este se puede hacer de dos formas:

1. Colocando puntales en los extremos.
2. Atrancando contra el andamio los extremos de la caja.

La ventaja del segundo método es que el mismo andamio que sirvió para armadura y encofrado servirá ahora para la fundición, por lo que se hizo un uso eficiente de él. El problema que hay es que debe rigidizarse perfectamente, para que soporte los golpes que produce el concreto sobre la caja al ser bombeado. En este caso, es necesario construir andamios provisionales donde puede colocarse la tubería que transporta el concreto, teniendo especial cuidado en evitar que estos andamios o la tubería, se apoyen o toquen en algún punto la caja o el andamio rigidizante, ya que el movimiento de la tubería al pasar el concreto podría desplomarlos.

Cuando se utilice el primer método debe recordarse que el apuntalamiento es solo para evitar desplomes o desplazamientos, y no para soportar empujes, (ya que estos los absorben las abrazaderas), y por lo tanto no es necesario llenar de puntales las cajas. Bastará generalmente con poner dos puntales por lado de columna en los extremos. En este caso, el andamio puede ser utilizado para apoyos de la tubería de concreto, --- cuidando que no haya contacto entre el y la caja. La ventaja que tiene es que inmediatamente después de la fundición permite correcciones del plomo de las cajas del orden de hasta 5 mm, que pueden haberse producido.

Lo más importante en el armado de los andamios (para colado y rigidizantes), es que nunca deben estar conectados de ninguna forma, ya que el movimiento de la bomba impulsora del concreto y la vibración producida por los vibradores, puede afectar el plomo de las columnas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. La distancia entre abrazaderas depende de dos factores:
 - a) La altura total de fundición: este es un parámetro que no depende del Ingeniero, ya que las columnas deben fundirse de losa a losa. En todo caso le quedaría la posibilidad, para columnas altas, de hacer la fundición en dos partes, para lo cual bastará alrededor de una hora de diferencia entre colados, y así poder colocar las abrazaderas como si fueran columnas de la mitad de altura, repitiendo su distribución en el segundo tramo.
 - b) El tipo de abrazadera a usarse: ya que como se vio, el empuje que puede resistir una abrazadera estará regido por sus propiedades mecánicas (Módulo de elasticidad y sección).

2. De las tablas que se presentan en el capítulo 4, pueden concluirse que
 - a) Para columnas de 50 cms. de lado, se puede fundir alturas de hasta 3.00 mts., resultando más eficiente y económico usar abrazaderas de madera en secciones de 3" x 6" ó 4" x 4" , ya que aunque en metal se utilizarían menos abrazaderas para resistir el empuje, habría que colocarlos más juntos de lo que pide el cálculo para evitar pandeo de la caja.
 - b) Para columnas de 1.00 mt. de lado: resulta más eficiente usar abrazaderas de madera en secciones de 3" x 6", o de metal - - 1/4" x 4", dependiendo la decisión final del material que se tenga más a mano y del número de usos que se le dará. Con ambas abrazaderas puede llegar a fundirse hasta 3.00 mts. de altura. El tubo \varnothing 3" tiene nuevamente el problema del pandeo de la caja.
 - c) Para columnas de 1.50 mts. de lado: el tubo \varnothing 3" resulta ideal, sin embargo, se recomienda hacer unas pruebas en laboratorio, a fin de chequear sus propiedades y ver si coinciden con los especificados en la tabla No. 7, del capítulo 5.

Otra alternativa sería con secciones de 3" x 6" en madera ó 1/4" x 4" en metal, pero colocando un tensor al centro de la luz, el cual puede ser de acero de refuerzo de \varnothing 3/8". En los tres casos puede llegarse a alturas de 3.00 mts. de fundición.

- d) Para secciones de 2 mts. de lado: es aconsejable utilizar dos tensores. Nuevamente las secciones recomendables son: 3" x 6" en madera y \varnothing 3" ó 1/4" x 4" en metal.
3. Las cajas de columnas deben fabricarse de preferencia, con madera gruesa (por ejemplo tablón de 2"), afin de evitar pandeos y aumentar su vida - útil.
 4. Las propiedades que se utilizaron en esta tesis para el tubo \varnothing 3", corresponden al tubo de hierro fundido cédula 40; si se desea utilizar tubo de hierro galvanizado, es recomendable antes de tomar una decisión, hacer pruebas en laboratorio para establecer los esfuerzos de trabajo de corte y flexión y de acuerdo a ellos modificar los resultados de las tablas utilizando el procedimiento general descrito en el capítulo 4.
 5. Un buen espaciamiento entre abrazaderas y la selección más adecuada de las mismas, conlleva a apuntalar únicamente en los extremos superior e inferior, con lo cual se economiza gran cantidad de materiales y de mano de obra, y principalmente si se trata de edificios grandes.

BIBLIOGRAFIA

1. FORMULAS FOR STRESS AND STRAIN.
Roark. Fourth Edition.
2. FORMWORK FOR CONCRETE.
A C I. Third Edition.
3. MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION.
A I S C. Seventh Edition.
4. MODERN TIMBER ENGINEERING.
Scofield - O' Brien. Fifth Edition.
5. DISEÑO SIMPLIFICADO DE ESTRUCTURAS DE MADERA.
Harry Parker.
6. AMERICAN INSTITUTE OF TIMBER CONSTRUCTION.
Timber Construction Manual. First Edition, 1966.
7. RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE
MADERAS NACIONALES Y RECOMENDACIONES
PARA FIJAR ESFUERZOS DE TRABAJO. Beltranena,
Emilio, Ing. Civil, Trabajo presentado en el II Con-
greso de Ingenierfa. Colegio de Ingenieros. Marzo,
1961.
8. MODERN TIMBER ENGINEERING. Scofield, Fleming.
O'Brien, W. H. Ingenieros Civiles. Third Edition, --
Southern Pine Association, New Orleans, Louisiana.
9. MANUAL DE DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES
DE MADERA PARA VIVIENDAS. Centro de Investiga-
ción de Ingenierfa.
10. MANUAL PARA CONSTRUCTORES. Compañia Fundidora
de Fierro y Acero de Monterrey, S.A.
11. REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRE-
TO REFORZADO (A C I 318-71) Y COMENTARIOS.


Carlos Enrique Saravia Cadena

Vo. Bo.



ING. FERNANDO MARROQUIN BUCARO
ASESOR

Vo. Bo.



ING. MANUEL ANGEL CASTILLO BARAJAS
Director de Ing. Civil



IMPRIMASE;



ING. RAUL FRANCISCO MOLINA M.
DECAÑO