

y sustituyendo este valor en la ecuación del esfuerzo cortante, resulta:

$$v = \frac{V}{bjd}$$

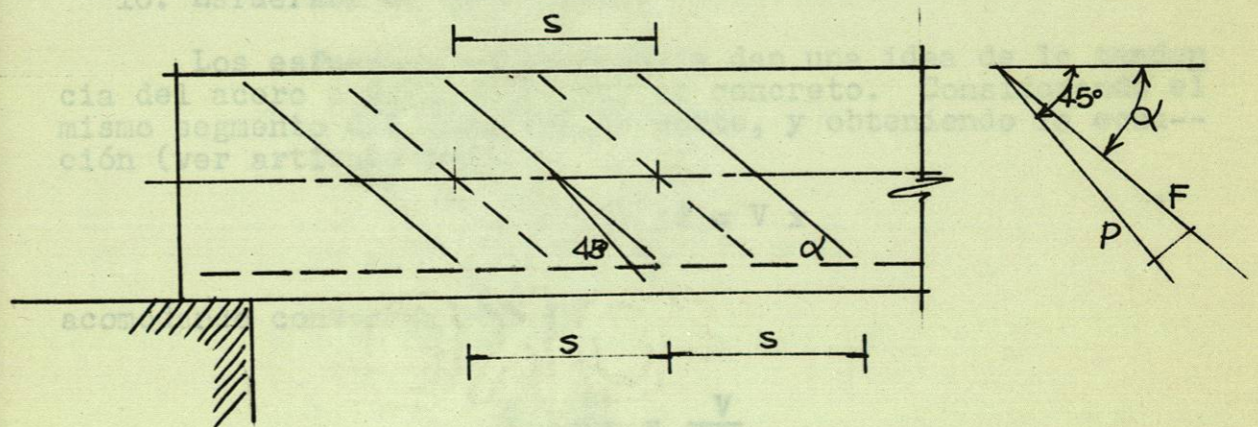
El valor de j que se adopta en casi todos los casos es $7/8$.

15. Proporcionamiento de estribos en vigas de concreto reforzado.

Para diseñar el número de estribos y su separación, primero hay que calcular la distancia del apoyo hasta la cual se requiera dicho refuerzo. Dicho punto será, donde el concreto posea un esfuerzo de corte mayor de $0.03 f'c$.

El siguiente problema sería determinar la separación de los estribos, para lo cual se aplica la ecuación que a continuación se deduce.

En la figura aparece un segmento de viga, en el cual se muestran tres estribos inclinados un ángulo α , separados una distancia s .



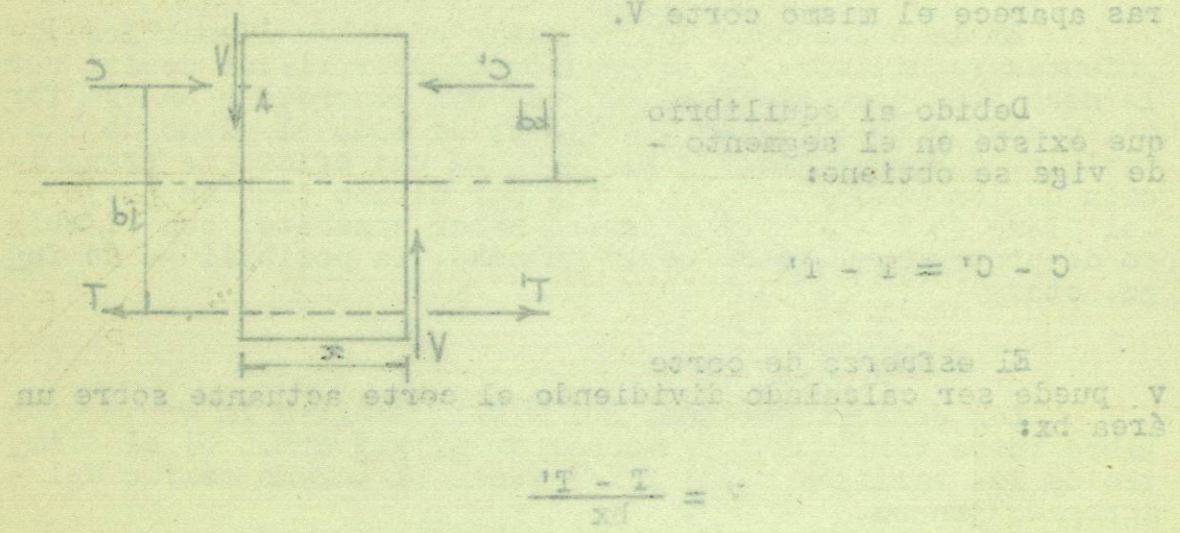
$P = v' bs \text{ sen } 45^\circ$ siendo $v' = v - v_c$
 $v_c = 0.03 f'c$.

La fuerza F que puede resistir una varilla es:

$$F = \frac{P}{\cos(45^\circ - \alpha)} = \frac{v' bs \text{ sen } 45^\circ}{\cos 45^\circ \cos \alpha + \text{sen } 45^\circ \text{ sen } \alpha}$$

Por otro lado, si se toman los momentos con respecto al punto A, se obtiene:

$$T - T' = Vx \quad \text{de donde:} \quad T - T' = \frac{Vx}{j}$$



El esfuerzo de corte v puede ser calculado dividiendo el corte restante sobre un área por:

$$v = \frac{T - T'}{bx}$$

Debido al equilibrio de fuerzas en el segmento de viga se obtiene:

$$C - C' = T - T'$$

Se analizará un pedimento segmentado de viga sobre el cual no aparezca carga, de tal manera que sobre las dos caras aparezca el mismo corte V .

14. Cálculo del estribo restante en una viga de concreto reforzado.

La cantidad de acero que se colocará es, por especificación del A.C.I., el 0.0025 del área de concreto máximo de cinco veces el espesor de la losa o 45 centímetros.

En las losas reforzadas en una sola dirección se colocan algunas varillas perpendiculares al eje principal para evitar la formación de grietas debidas a los cambios de temperatura.

Para el primer caso se considerará la losa, formada por un número determinado de vigas de 1.00 metro de ancho, siendo suficiente diseñar una de las vigas.

Para el primer caso se considerará la losa, formada por un número determinado de vigas de 1.00 metro de ancho, siendo suficiente diseñar una de las vigas.

o sea

$$F = \frac{v' bs}{\cos \alpha + \text{sen} \alpha}$$

tomando en cuenta que $v' = \frac{V'}{bjd}$ siendo $V' = V - V_c$.

$$F = \frac{V' s}{jd (\text{sen} \alpha + \cos \alpha)}$$

Sustituyendo $Av fv = F$ y despejando s se obtiene:

$$s = \frac{Av fv jd (\text{sen} \alpha + \cos \alpha)}{V'}$$

Si se utilizan estribos verticales, o sea $\alpha = 90^\circ$, se obtiene el espaciamiento como sigue:

$$s = \frac{Av fv jd}{V'}$$

16. Esfuerzos de adherencia.

Los esfuerzos de adherencia dan una idea de la tendencia del acero a deslizarse por el concreto. Considerando el mismo segmento del análisis de corte, y obteniendo la ecuación (ver artículo 14)

$$(T - T') jd = V x$$

acomodando convenientemente

$$\frac{T - T'}{x} = \frac{V}{jd}$$

El término de la izquierda representa la fuerza por unidad de longitud; por lo tanto V/jd será el esfuerzo de adherencia por unidad de longitud.

Para obtener dicho esfuerzo por unidad de superficie expuesta se dividirá V/jd por Σ , que es el perímetro to-

y sustituyendo este valor en la ecuación del esfuerzo cortante, se resulta:

$$v = \frac{V}{bjd}$$

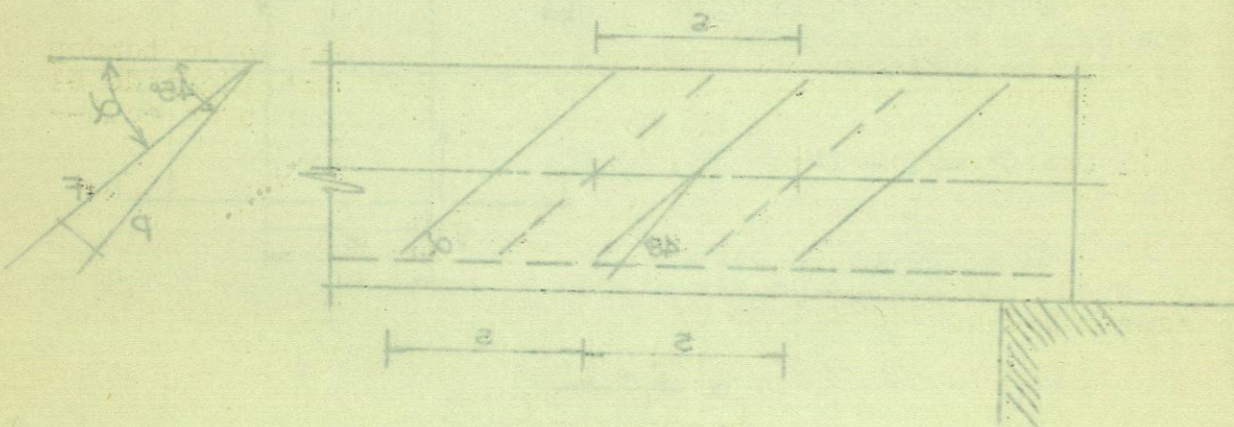
El valor de v que se adopta en casi todos los casos es 7.8.

15. Proporcionalamiento de estribos en vigas de concreto reforzado.

Para diseñar el número de estribos y su separación, primero hay que calcular la distancia del apoyo hasta la cual se requieren dichos refuerzos. Dicho punto será, donde el concreto posee un esfuerzo de corte mayor de 0.03 f'c.

El siguiente problema sería determinar la separación de los estribos, para lo cual se aplica la ecuación que a continuación se deduce.

En la figura aparece un segmento de viga, en el cual se muestran tres estribos inclinados un ángulo α , separados una distancia s .



$$P = v' bs \text{ sen } \alpha \quad \text{siendo } v' = \frac{V - V_c}{bjd}$$

La fuerza P que puede resistir una varilla es:

$$P = \frac{V - V_c}{\cos(\alpha) + \text{sen}(\alpha)} = \frac{V - V_c}{\cos \alpha + \text{sen} \alpha}$$

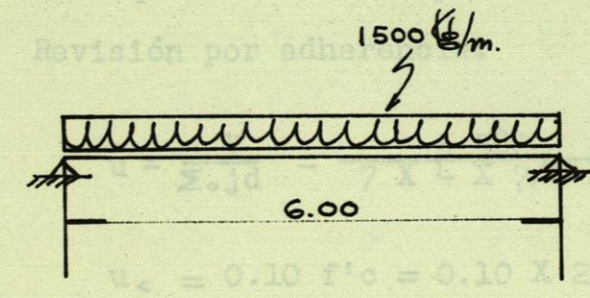
tal del acero, resultando:

$$u = \frac{V}{\sum_j d}$$

El esfuerzo máximo permitido por el A.C.I. es $0.10f'_c$

Ejemplos.

Diseñar la viga que aparece en la figura; utilizando concreto con $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. y acero con $f_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$



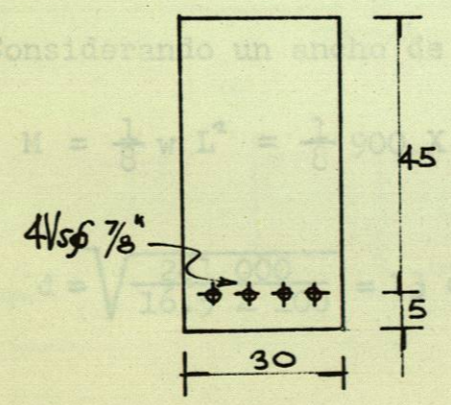
Se supone una sección de:
 30 X 50 cms.
 Peso propio: 360 Kg/mt.
 Carga total: 1 500 + 360
 1 860 Kg/mt.

$$\text{Momento máximo} = \frac{1}{8} w L^2 = \frac{1}{8} 1860 \times 36 = 8380 \text{ mt-Kgs.}$$

Se proporciona una base de 30 centímetros.

$$d = \sqrt{\frac{M}{K b}} = \sqrt{\frac{838000}{16.5 \times 30}} = 41 \text{ cms.}$$

El peralte efectivo se puede redondear a 45 cms. y 5 cms. de recubrimiento se obtiene $h = 50 \text{ cms.}$



$$A_s = \frac{M}{f_s j d}$$

$$A_s = \frac{838000}{1400 \times 0.866 \times 45}$$

$$A_s = 15.3 \text{ cm}^2.$$

4 Vs ϕ 7/8"

$$R = \frac{V' d}{\cos \alpha + \sin \alpha}$$

tomando en cuenta que $V' = V - V_c$

$$R = \frac{V' d}{\cos \alpha + \sin \alpha}$$

Reemplazando $A_v f_v = R$ y despejando se obtiene:

$$A_v f_v d (\sin \alpha + \cos \alpha) = R$$

Si se utilizan estribos verticales, o sea $\alpha = 90^\circ$, se obtiene el espaciamiento como sigue:

$$\frac{A_v f_v d}{V} = s$$

Id. Estribos de adherencia.

Los estribos de adherencia dan una idea de la longitud de desarrollo del acero en el concreto. Considerando el mismo segmento del ángulo de corte, y obteniendo la ecuación (ver artículo I)

$$x V = b j (T - T')$$

seleccionando convenientemente

$$\frac{V}{b j} = \frac{T - T'}{x}$$

El término de la fracción representa la fuerza por unidad de longitud, por lo tanto $W_j d$ será el estribo de adherencia por unidad de longitud.

Para obtener dicho estribo por unidad de superficie, se divide $W_j d$ por $\sum_j d$, que es el peralte total.

Revisión por corte:

$$V_{\max} = \frac{1\ 860 \times 6}{2} = 5\ 580 \text{ Kgs.}$$

$$v_c = 0.03 \times 210 = 6.30 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$v = \frac{V}{b_j d} = \frac{5\ 580}{30 \times \frac{7}{8} \times 45} = 4.72 \text{ Kg/cm}^2 < 6.30 \text{ Kg/cm}^2.$$

No requiere estribos por corte.

Revisión por adherencia:

$$u = \frac{V}{\sum_j d} = \frac{5\ 580}{7 \times 4 \times \frac{7}{8} \times 45} = 5.04 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$u_c = 0.10 f'c = 0.10 \times 210 = 21 \text{ Kg/cm}^2.$$

No. 2 Diseñar una losa de 10.00 metros por 5.00 metros, reforzada en una sola dirección, utilizando un concreto de 210 Kg/cm² y acero con esfuerzo de trabajo de 1 400 Kg/cm².

- Carga viva..... 400 Kg/mt².
- Carga muerta.... 150 Kg/mt².
- Peso propio..... 350 Kg/mt².
- Carga total..... 900 Kg/mt².

Considerando un ancho de 1.00 metro $w = 900 \text{ Kg/mt.}$

$$M = \frac{1}{8} w L^2 = \frac{1}{8} 900 \times 25 = 2\ 810 \text{ mt-Kg.}$$

$$d = \sqrt{\frac{281\ 000}{16.5 \times 100}} = 13 \text{ cms.}; \quad \text{rec.} = 2 \text{ cms.}; \quad h = 15 \text{ cms.}$$

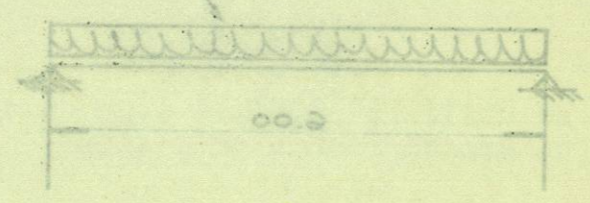
Revisión por adherencia:

$$u = \frac{V}{\sum_j d}$$

El esfuerzo máximo permitido por el A.C.I. es 0.10 f'c

Ejemplos.

Diseñar la viga que aparece en la figura, utilizando concreto con f'c = 210 Kg/cm². y acero con fs = 1 400 Kg/cm².



Se supone una sección de 30 X 50 cms.
 Peso propio: 350 Kg/mt.
 Carga total: 700 + 350 = 1 050 Kg/mt.

$$\text{Momento máximo} = \frac{1}{8} w L^2 = \frac{1}{8} 1\ 050 \times 36 = 4\ 545 \text{ mt-Kgs.}$$

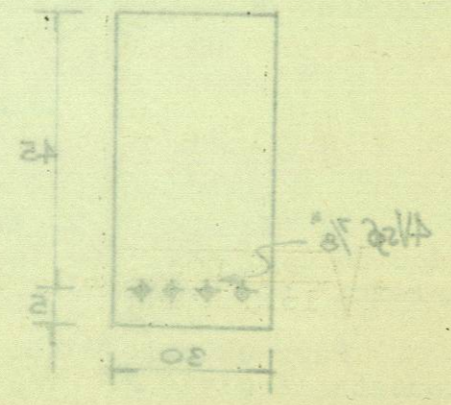
$$d = \sqrt{\frac{M}{K}} = \sqrt{\frac{4\ 545 \times 100}{16.5}} = 41 \text{ cms.}$$

El peralte efectivo se puede redondear a 45 cms. y 50 cms. de recubrimiento de concreto h = 50 cms.

$$A_s = \frac{M}{f_s d}$$

$$A_s = \frac{4\ 545 \times 100}{1\ 400 \times 0.866 \times 45}$$

$$A_s = 12.3 \text{ cm}^2$$



4 2 1/2"

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{281\ 000}{1\ 400 \times 0.866 \times 13} = 17.8\ \text{cm}^2.$$

$$e = \frac{2.84 \times 100}{17.8} = 16\ \text{cms.} \quad V_s \phi 3/4" @ 16\ \text{cms.}$$

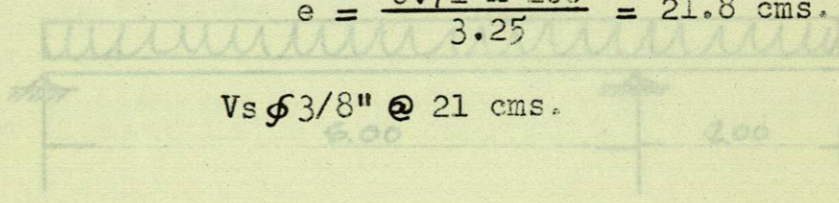
Para evitar posibles agrietamientos en los apoyos se dobla una parte del refuerzo para momento positivo.

Refuerzo por temperatura:

$$A_s = 0.0025\ bd = 0.0025 \times 100 \times 13 = 3.25\ \text{cm}^2/\text{mt.}$$

$$e = \frac{0.71 \times 100}{3.25} = 21.8\ \text{cms.}$$

$V_s \phi 3/8" @ 21\ \text{cms.}$

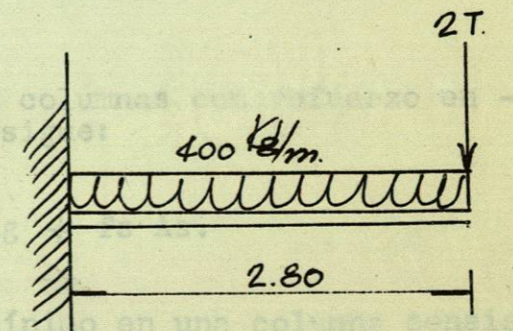
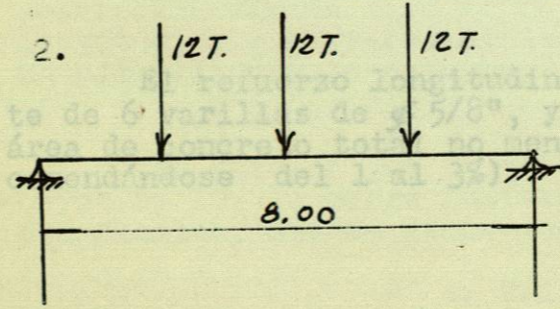
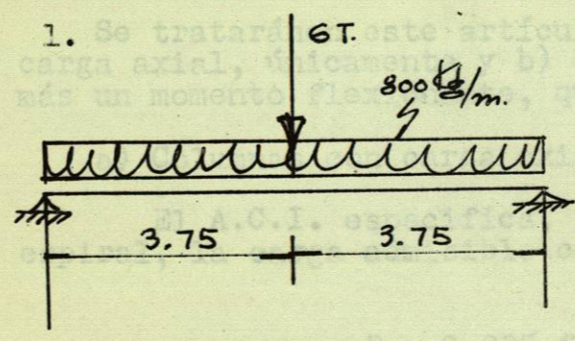


PROBLEMAS.

Diseñar las siguientes vigas:

17. Usese: $f'c = 210\ \text{Kg/cm}^2$ $f_s = 1\ 400\ \text{Kg/cm}^2$.

1. Se tratará este artículo dos casos: a) Columnas con carga axial, b) columnas con carga axial y además un momento flector, que es el caso más común.



Revisión por corte:

$$V_{max} = \frac{1\ 860 \times 6}{2} = 5\ 580\ \text{Kgs.}$$

$$v = 0.03 \times 210 = 6.30\ \text{Kg/cm}^2.$$

$$v = \frac{V}{b d} = \frac{5\ 580}{30 \times 27.8 \times 1.25} = 13.72\ \text{Kg/cm}^2 > 6.30\ \text{Kg/cm}^2.$$

No requiere estribos por corte.

Revisión por adherencia:

$$u = \frac{V}{\sum A_s} = \frac{5\ 580}{7 \times 7.85 \times 1.25} = 5.04\ \text{Kg/cm}^2.$$

$$u = 0.10 f'c = 0.10 \times 210 = 21\ \text{Kg/cm}^2.$$

No. 2. Diseñar una losa de 10.00 metros por 5.00 metros, reforzada en una sola dirección, utilizando un concreto de 210 Kg/cm² y acero con estribo de trabajo de 1 400 Kg/cm².

- Carga viva..... 400 Kg/mt².
- Carga muerta..... 150 Kg/mt².
- Peso propio..... 370 Kg/mt².
- Carga total..... 920 Kg/mt².

Considerando un ancho de 1.00 metro $w = 920\ \text{Kg/mt.}$

$$M = \frac{1}{8} w l^2 = \frac{1}{8} \times 920 \times 25 = 2\ 810\ \text{mt-Kg.}$$

$$d = \sqrt{\frac{281\ 000}{16.5 \times 100}} = 13\ \text{cms.} \quad \text{rec.} = 2\ \text{cms.} \quad h = 15\ \text{cms.}$$

Diseñar las siguientes losas:

Usese: $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$. ($K = 13.8$) $f_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$.

4. Dimensiones: 6.00 X 4.00 metros.

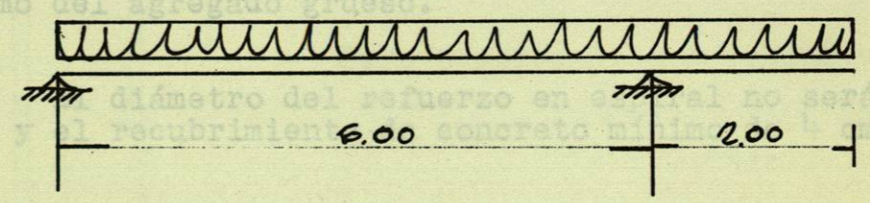
Carga viva: 200 Kg/mt^2 .

Carga muerta: 180 Kg/mt^2 .

5. Carga viva: 360 Kg/mt^2 .

Carga muerta: 200 Kg/mt^2 .

L = 10.00 metros.



17. Diseño de columnas de concreto reforzado.

Se tratarán en este artículo dos casos: a) Columnas con carga axial, únicamente y b) columnas con carga axial y además un momento flexionante, que es el caso más común.

a) Columnas con carga axial.

El A.C.I. especifica, para columnas con refuerzo en espiral, la carga admisible como sigue:

$$P = 0.225 f'c A_g + f_s A_s$$

El refuerzo longitudinal mínimo en una columna consiste de 6 varillas de $\phi 5/8"$, y su porcentaje con respecto al área de concreto total no menor del 1% y no mayor del 8%. (Recomendándose del 1 al 3%)

$$A_s = \frac{M}{f_s d} = \frac{281.000}{1400 \times 0.833 \times 13} = 17.8 \text{ cm}^2$$

$$e = \frac{2.84 \times 100}{17.8} = 16 \text{ cms. } \quad A_s = 3/8" @ 16 \text{ cms.}$$

Para evitar posibles agrietamientos en los apoyos se dobla una parte del refuerzo para momento positivo.

Refuerzo por temperatura:

$$A_s = 0.0025 \text{ pd} = 0.0025 \times 100 \times 13 = 3.25 \text{ cm}^2/\text{mt.}$$

$$e = \frac{0.71 \times 100}{3.25} = 21.8 \text{ cms.}$$

$$A_s = 3/8" @ 21 \text{ cms.}$$

PROBLEMAS.

Diseñar las siguientes vigas:

Usese: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $f_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$

