



FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

HORMIGÓN I (74.01 y 94.01)

DETALLES DE ARMADO DE VIGAS



FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

El objetivo de esta clase es aprender cómo y basado en qué se define la longitud y forma de las barras de armadura de un elemento flexionado.

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 2



Requisitos de Armado particulares para vigas



REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL (Art. 7.13)

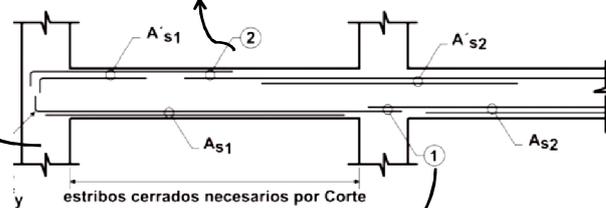
➤ El objetivo de este requisito es mejorar la redundancia y la ductilidad en las estructuras.

- Vigas Perimetrales Requisitos de continuidad de armaduras

Inferior – Apoyo extremo
Prolongar y anclar $\frac{1}{4} A_{s1}$
- Anclaje con gancho normal
- Se ancla a partir de la cara anterior del apoyo

En ACI 318-11, se especifican empalmes Clase B !!!! (no clase A)

Superior – Centro de tramo
La mayor armadura entre $\frac{1}{6} A'_{s1}$ o $\frac{1}{6} A'_{s2}$, pero al menos 2 barras continuas o con empalmes Clase A (o con empalme soldado o mecánico)



TRAMO EXTREMO

TRAMO INTERMEDIO

CIRSOC 201
Fig. 7.13.2.2

Inferior – Apoyo intermedio
La mayor armadura entre $\frac{1}{4} A_{s1}$ o $\frac{1}{4} A_{s2}$, pero al menos 2 barras continuas o con empalmes Clase A (o con empalme soldado o mecánico)

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL (Art. 7.13)

- Vigas Perimetrales - Requisitos de Estribos

Sólo se permiten los siguientes tipos de estribos:

Confinamiento por la losa

No hay Confinamiento ganchos a 135°

CIRSOC 201 - Fig. 11.6.4 Torsión!!!

Los Estribos pueden interrumpirse en la zona de apoyos

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 5

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL (Art. 7.13)

- Vigas No Perimetrales

- Si se disponen estribos tal como los exigidos para vigas de borde, **NO HAY** requisitos adicionales a cumplir por integridad estructural
- En caso contrario, se deberán respetar las condiciones para armadura inferior

Confinamiento por la losa

No hay Confinamiento ganchos a 135°

CIRSOC 201 Fig. 7.13.2.4

Inferior – Apoyo extremo
Prolongar y anclar $\frac{1}{4} A_{s1}$
- Anclaje con gancho normal
- Se ancla a partir de la cara anterior del apoyo

En ACI 318-11, se especifican empalmes Clase B !!!! (no clase A)

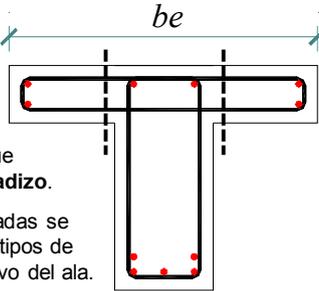
Inferior – Apoyo intermedio
La mayor armadura entre $\frac{1}{4} A_{s1}$ o $\frac{1}{4} A_{s2}$, pero al menos 2 barras continuas o con empalmes Clase A (o con empalme soldado o mecánico)

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 6

REQUISITOS PARA LA VINCULACIÓN CON LA PLACA EN VIGAS PLACA (Art. 8.10.5)

Si la armadura principal de la losa que constituye el ala de una viga T, es paralela a la viga, se debe colocar una armadura perpendicular a la viga en la parte superior de la losa.



➤ Se debe diseñar para resistir la carga mayorada que actúa sobre el ala, suponiendo que **trabaja en voladizo**.
 Longitud del voladizo a considerar: Para vigas aisladas se debe considerar el ancho total del ala y para otros tipos de viga sólo será necesario considerar el ancho efectivo del ala.

➤ La separación de la armadura transversal debe ser:

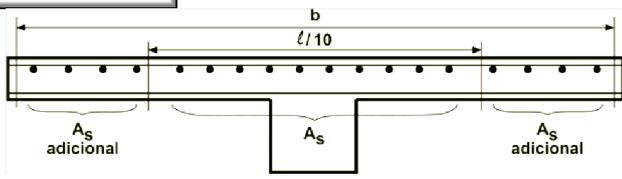
$$s \begin{cases} \leq 3 h_f & \text{(3 veces el espesor de la losa)} \\ \leq 30cm \end{cases}$$

➤ Además, se deben verificar los **esfuerzos de corte** en la unión del nervio con las alas

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 7

REQUISITOS ADICIONALES DE ARMADO PARA CONTROLAR FISURACIÓN (Art. 10.6)

Requisitos en placas traccionadas (Art. 10.6.1)



CIRSOC 201
Fig. 10.6.6

Parte de la armadura de tracción por flexión **se debe distribuir en la placa**, en un ancho igual al menor valor entre:

- el ancho efectivo del ala b_e
- luz de la viga/10

Si fuera $b_e > l_c/10$ se debe disponer alguna armadura longitudinal en las zonas externas del ala.

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 8

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

REQUISITOS ADICIONALES DE ARMADO PARA CONTROLAR FISURACIÓN (Art. 10.6)

Separación máxima de armadura de tracción por flexión (Art. 10.6.4)

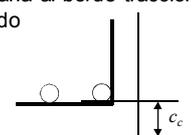
$$s_{m\acute{a}x} \begin{cases} \leq 38cm \frac{280}{f_s} - 2.5 c_c \\ \leq 30cm \frac{280}{f_s} \end{cases}$$

(entre ejes de las barras)

f_s : tensión (en estado de servicio) en la armadura más cercana al borde traccionado. Se admite considerar:

$$f_s \cong \frac{2}{3} f_y$$

c_c : distancia entre la superficie de la armadura más cercana al borde traccionado y el borde traccionado



$$\Rightarrow f_y = 420; f_s = 280; s_{m\acute{a}x} \begin{cases} \leq 38cm - 2.5 c_c \\ \leq 30cm \end{cases}$$

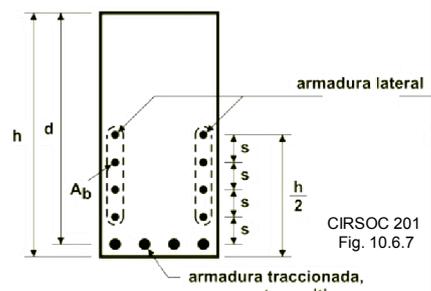
MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 9

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

REQUISITOS ADICIONALES DE ARMADO PARA CONTROLAR FISURACIÓN (Art. 10.6)

Armadura de piel (Art. 10.6.7) en vigas con altura total:

- ✓ La armadura de piel se dispone para evitar que el ancho de fisuras en el alma pueda exceder el ancho de las fisuras a nivel de la armadura traccionada.
- ✓ No se especifica una cuantía porque se ha comprobado que es más efectivo respetar una separación máxima que cubrir una cuantía mínima.
- ✓ Para tener una idea de magnitud, la armadura de piel que se dispone habitualmente es del orden de 2.1cm²/m
- ✓ Esta armadura se puede incluir en el cálculo.



$$s \leq s_{m\acute{a}x} \begin{cases} \leq 38cm \frac{280}{f_s} - 2.5 c_c \\ \leq 30cm \frac{280}{f_s} \end{cases}$$

c_c : distancia entre la superficie de la armadura de piel y la cara lateral de la viga

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 10

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Método de Armado "Exacto"

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte
Lámina 11

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Ej. Viga simplemente apoyada
 Conocida la Armadura Necesaria calculada para $M_{m\acute{a}x}=53.60\text{KNm}$, se procede a adoptar barras

$A_{s,nec} = 3.74\text{cm}^2$

Adopto: $2 \phi 12 + 2 \phi 10$

Qué longitud y qué forma tienen que tener estas barras???

Opción 1: se extienden en toda la viga

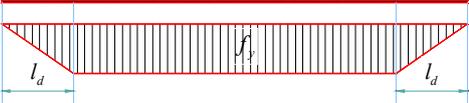


Opción 2: se extienden sólo donde son necesarias

Y dónde son necesarias estas barras???

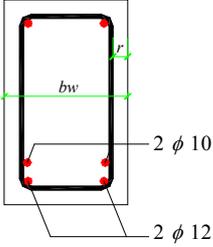


Atención !!



Una barra cortada recién empieza a trabajar a la máxima tensión a una longitud l_d desde su extremo

$f_c =$	35.0 MPa
$f_y =$	420.0 MPa
$b_w =$	15 cm
$h =$	45 cm



MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte
Lámina 12

FIUBA - Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

DIAGRAMA DE TRACCIONES

EFFECTO DE LOS ESFUERZOS DE CORTE - DECALAJE

$T = M / j_d$

T"real"

EN LA ZONA DE CORTE, LAS TRACCIONES SON MAYORES A LAS DE TEORÍA DE FLEXIÓN

LA TRACCION EN EL APOYO NO ES NULA

~~$T_x = \frac{M_x}{j_d}$~~

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 13

FIUBA - Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

DIAGRAMA DE TRACCIONES

EFFECTO DE LOS ESFUERZOS DE CORTE - DECALAJE

~~$T_x = \frac{M_x}{j_d}$~~

$T_x = \frac{M_x}{j_d} + V_x \frac{\cotg(\theta) - \cotg(\alpha)}{2}$

$T_x = T_n + \frac{M_x}{j_d} + V_x \frac{\cotg(\theta) - \cotg(\alpha)}{2}$

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 14

FIUBA - Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

DIAGRAMA DE TRACCIONES

EFFECTO DE LOS ESFUERZOS DE CORTE - DECALAJE

$$T_x = \frac{M_x}{j_d} + \frac{\Delta M_x}{j_d}$$

$$T_x = \frac{M_x}{j_d} + \frac{(\Delta T j_d)}{j_d}$$

$$T_x = \frac{M_x}{j_d} + \frac{1}{j_d} \left(V_x \underbrace{\frac{\cotg(\theta) - \cotg(\alpha)}{2} j_d}_{\Delta x} \right)$$

$decalaje = \Delta x = \frac{\cotg(\theta) - \cotg(\alpha)}{2} j_d$

$$j_d \cong d \Rightarrow \begin{cases} \theta & \alpha & \Delta x \\ 45 & 90 & 0.50d \\ 30 & 90 & 0.87d \\ 45 & 45 & 0 \\ 30 & 45 & 0.37d \end{cases}$$

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 15

FIUBA - Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

DIAGRAMA DE TRACCIONES

Diagrama de tracciones T

CIRSOC 201
indirectamente impone

$$\Delta x = d$$

Las barras:

- Deben proveer una fuerza tal que en cada punto se cubra el diagrama de tracciones
- Deben estar bien ancladas
- Cumplir con requisitos constructivos y mínimos reglamentarios
- Si se corta en una región de corte relativamente alto, causan una importante concentración de tensiones que pueden implicar importantes fisuras inclinadas en el extremo de la barra que se corta. Evitar esto o proveer armadura transversal adecuada.

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 16

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Cuánto vale en el apoyo $T_{x=0} \neq 0$? Dependerá de los ángulos θ y α

Para la viga de la figura se consideró un reticulado con bielas $\theta = 34^\circ$ y estribos verticales.

Resultando $\Delta T = 0.75 V_u$

correspondiendo a un decalaje $\Delta x = 0.75 jd$

La fuerza en el apoyo es $T_{x=0} = \Delta T = 0.75 V_u$

Si no se calcula especialmente, $0.75 V_u$ resulta un valor razonable para considerar en el anclaje de las armaduras en el apoyo. Particularmente aplicaremos esta fuerza en zonas 2 y 3 de corte.

$$V_u \geq \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_w d$$

Adaptación de figura extraída de Wight-Mac Gregor, J. "REINFORCED CONCRETE – Mechanics and Design"

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 17

MÉTODOS DE ARMADO

MÉTODO EXACTO

↓

Armadura escalonada cubriendo las tracciones en cada sección

↓

Es laborioso pero se logra ahorro de material (acero)

MÉTODO SIMPLIFICADO

↓

Armadura definida en base a pautas establecidas por la experiencia para casos típicos de cargas y vínculos

↓

Rapidez y simplicidad constructiva en obra. Sencillez en ejecución de documentación

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 18



FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

En esta etapa, se debe pasar del cálculo a elaborar planos o planillas de detalle de armaduras a enviar a obra

PLANILLA DE DOBLADO DE ARMADURA: PL-09

OBRA: Clase de armado Vigas S/2° Piso PAG: 14 DE: 30

VIGA: V260 - 20 / 45

RECLUBRIMIENTO: 2 cm

POS	#	FORMA	CANT.	LONGIT. PARCIAL m	LONGIT. TOTAL m	PESO kg	OBSERVACIONES
1	10		(2)x1 2	5.69	11.38	7.0	SUPERIOR 1ª CAPA
2	20		(3)x1 3	5.79	17.37	42.8	INFERIOR 1ª CAPA
3	20		(2)x1 2	5.00	10.00	24.7	INFERIOR 2ª CAPA V260
4	8		ESTRIBOS SIMPLES Ø8 c/13	(40)x1 40	1.30	62.00	ESTRIBOS SIMPLES Ø8 c/13

HORMIGON	ACERO	REV	FECHA	CONCEPTO
4-30	ADA 430	9	31-10-2013	EMISION

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 19

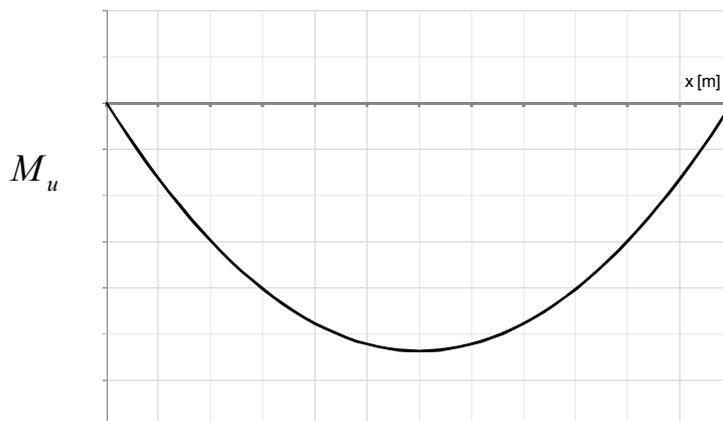


FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Método de Armado Exacto: consiste en verificar en TODA la longitud

$$M_d = \phi M_n^{barras} \geq M_u$$

teniendo en cuenta el diagrama de tracciones



MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 20

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Cuál es el momento que aporta cada barra?

$$M_d^{barra} = \phi M_n^{barra} = \phi [A_s^{barra} f_y j_d]$$

Ejemplo 1 (clase 7):

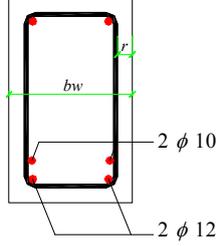
$$j_d = 37.91 \text{ cm}$$

$$M_d^{\phi 12} = 0.90 \cdot 1.13 \cdot \frac{420}{10} (0.3791)$$

$$M_d^{\phi 12} = 16.21 \text{ KNm}$$

$$M_d^{\phi 10} = 0.90 \cdot 0.785 \cdot \frac{420}{10} (0.3791)$$

$$M_d^{\phi 10} = 11.26 \text{ KNm}$$



$\phi M_n^{barras} \geq M_u$

Adoptar ϕ y j_d de cálculo correspondiente al momento máximo.

Podría adoptarse
 $j_d = 0.90d$ en vigas rectangulares
 $j_d = d - hf/2$ en vigas placa

Si el j_d adoptado es menor que el de cálculo, puede resultar insuficiente la armadura adoptada.

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 21

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

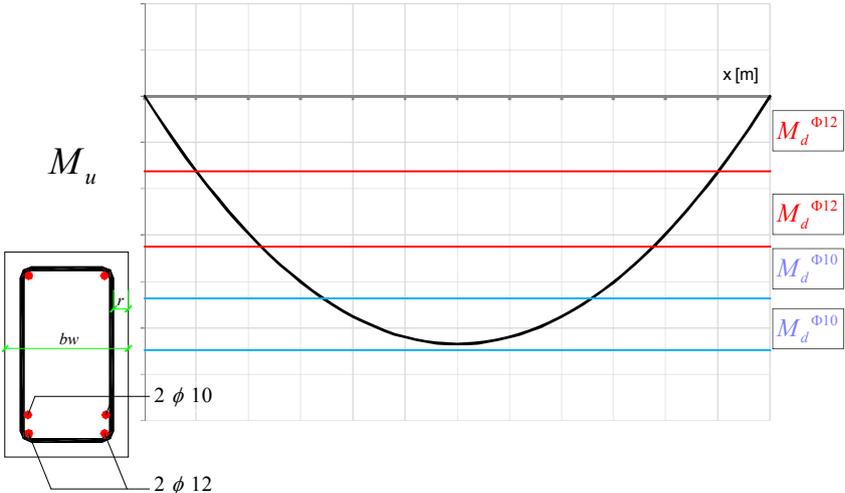
Método de Armado Exacto: consiste en verificar en TODA la longitud

$$M_d^{\phi 12} = 16.21 \text{ KNm}$$

$$M_d^{\phi 10} = 11.26 \text{ KNm}$$

$$M_d = \phi M_n^{barras} \geq M_u$$

teniendo en cuenta el diagrama de tracciones



MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 22

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

Armado "Exacto"

$$\phi M_n^{barras} \geq M_u$$

y teniendo en cuenta el diagrama de tracciones
Según CIRSOC 201, se basa en cumplir 6 condiciones:

Condición 1: Establece zonas en las que se recomienda no cortar barras

Condición 2: Prolongación mínima de barras a partir del punto teórico de corte para flexión

Condición 3: Distancia mínima entre puntos de corte sucesivos

Condición 4: Armadura de Momento Positivo a extender hasta apoyos

Condición 5: Condiciones para cubrir las tracciones en $M_u=0$ en Zonas de Momento Negativo (PI puntos de inflexión)

Condición 6: Condiciones para cubrir las tracciones en $M_u=0$ en Zonas de Momento Positivo (PI puntos de inflexión)

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 23

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS TEÓRICOS DE CORTE PARA FLEXIÓN.

Sección 1-1 Sección 2-2

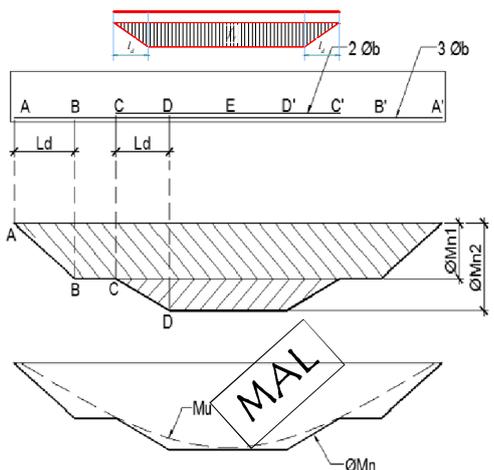
$$M_d = \phi M_n^{barras} \geq M_u$$

$M_u1 = \phi \cdot M_n1$ calculado considerando las tres barras que continúan hasta los apoyos.

Conociendo la ley de variación del diagrama de momento requerido se puede determinar la distancia x.

Adaptación de figura extraída de
Wight-MacGregor, J. "REINFORCED
CONCRETE – Mechanics and Design"

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 24



El diagrama rayado representa el momento nominal reducido, ϕM_n , en cada punto de la viga. **(momento resistente o de diseño).**

$CD = l_d$
de las 2 barras cortadas en C.

$AB = l_d$
de las 3 barras que llegan a los apoyos.

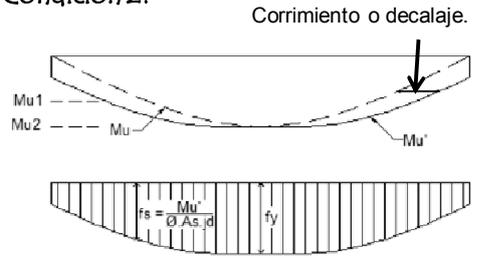
Se cumple que $M_d = \phi M_n^{barras} \geq M_u$

→ la viga tiene capacidad adecuada para flexión
Pero ignorando los efectos de los esfuerzos de corte!!!

No tiene en cuenta el diagrama de tracciones

Adaptación de figura extraída de Wight-Mac Gregor, J. "REINFORCED CONCRETE - Mechanics and Design"

Condición 2:



Para tener en cuenta los efectos de los esfuerzos de corte sobre la fuerza de tracción en la armadura longitudinal, podemos usar el diagrama de momento modificado, M_u' , para seleccionar los puntos en los cuales se pueden cortar barras.

Si todas las barras se extendieran a lo largo de toda la luz de la viga, el diagrama de tensiones en las barras sería similar al diagrama de momentos modificado, como se ve en la figura inferior.

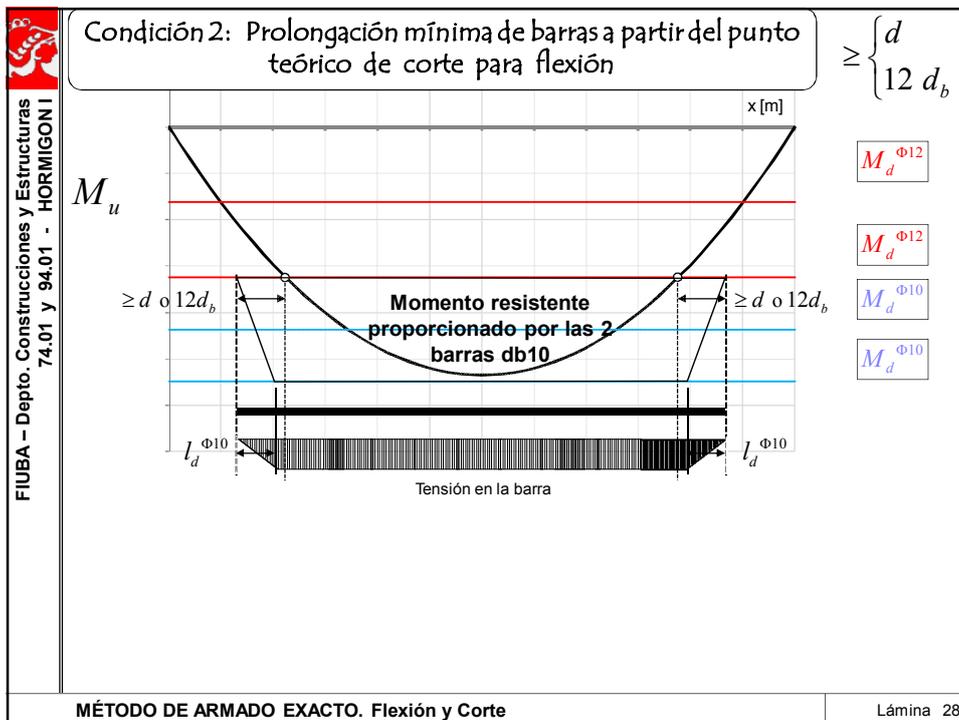
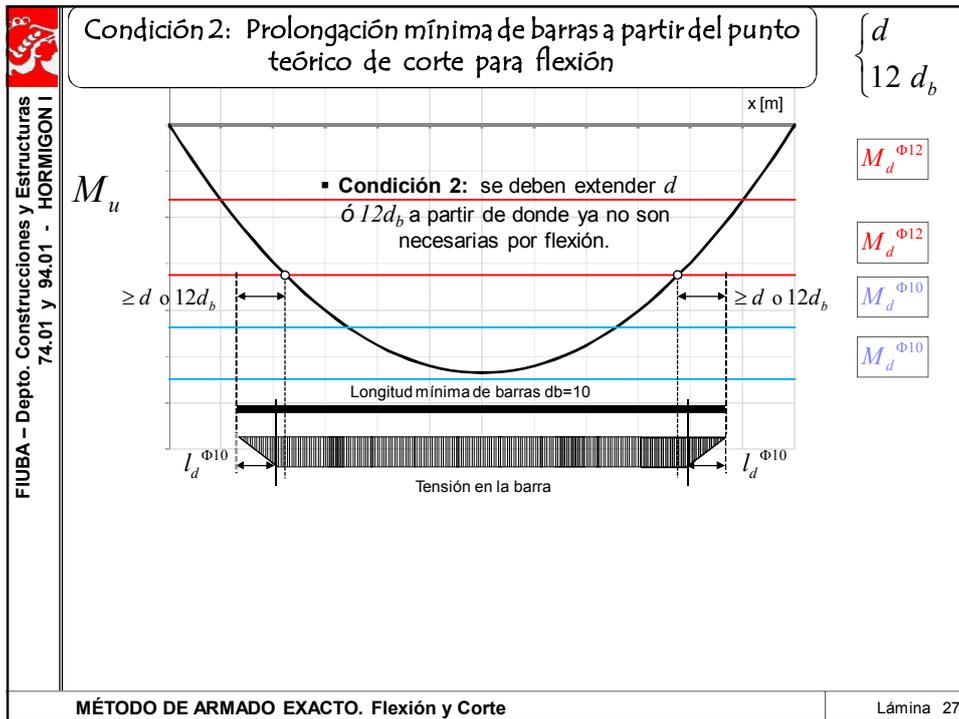
Para tener en cuenta el diagrama de tracciones, se establece la

Condición 2: Prolongación mínima de barras a partir del punto teórico de corte para flexión

12.10.3. La armadura se debe prolongar, más allá de la sección en la que ya no es necesaria para resistir flexión, una distancia mayor o igual al mayor valor entre

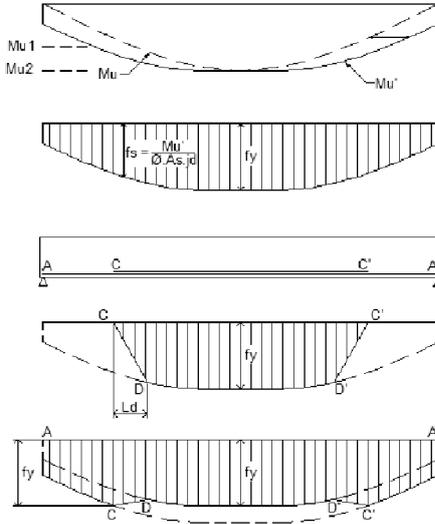
$$\left\{ \begin{array}{l} d \\ 12 d_b \end{array} \right.$$

d : altura útil
 d_b : diámetro de la barra





Condición 3: Distancia mínima entre puntos de corte sucesivos



Consideremos ahora, que la armadura longitudinal está compuesta por cinco barras, dos de las cuales se cortan en los puntos C y C'.

Tensiones en las dos barras que se cortan en los puntos C y C'.

Tensiones en las tres barras que continúan hasta los apoyos.

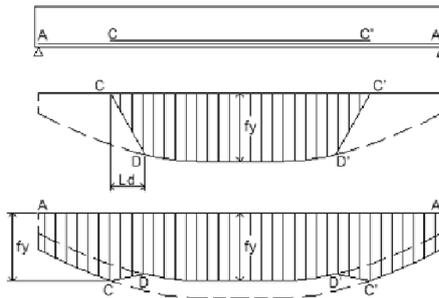
Adaptación de figura extraída de Wight-Mac Gregor, J. "REINFORCED CONCRETE – Mechanics and Design"



Condición 3: Distancia mínima entre puntos de corte sucesivos

$$\geq \{l_d\}$$

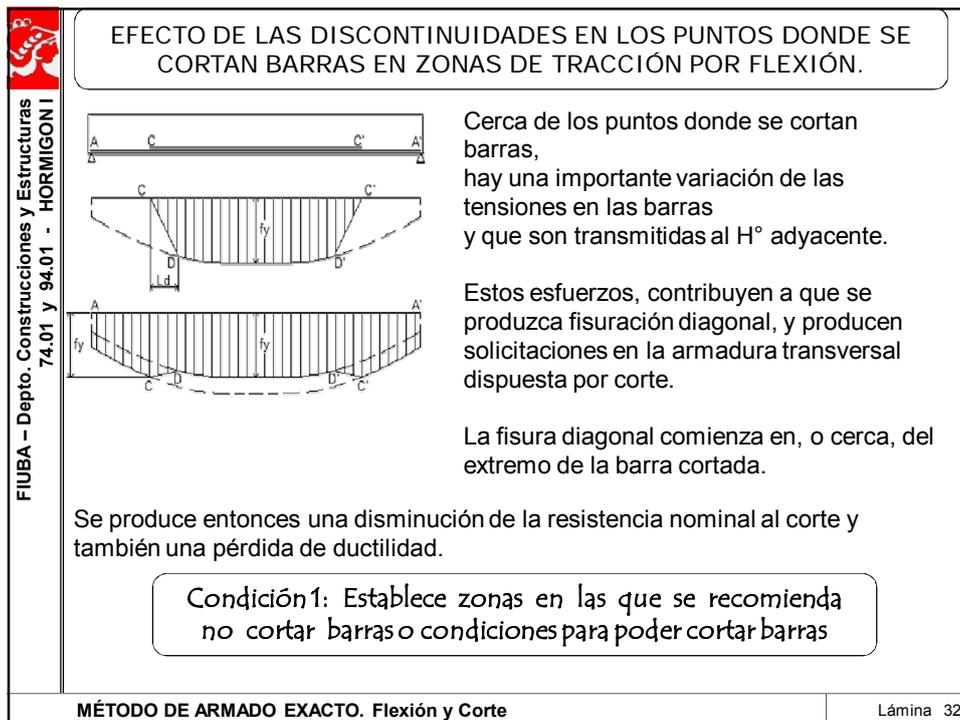
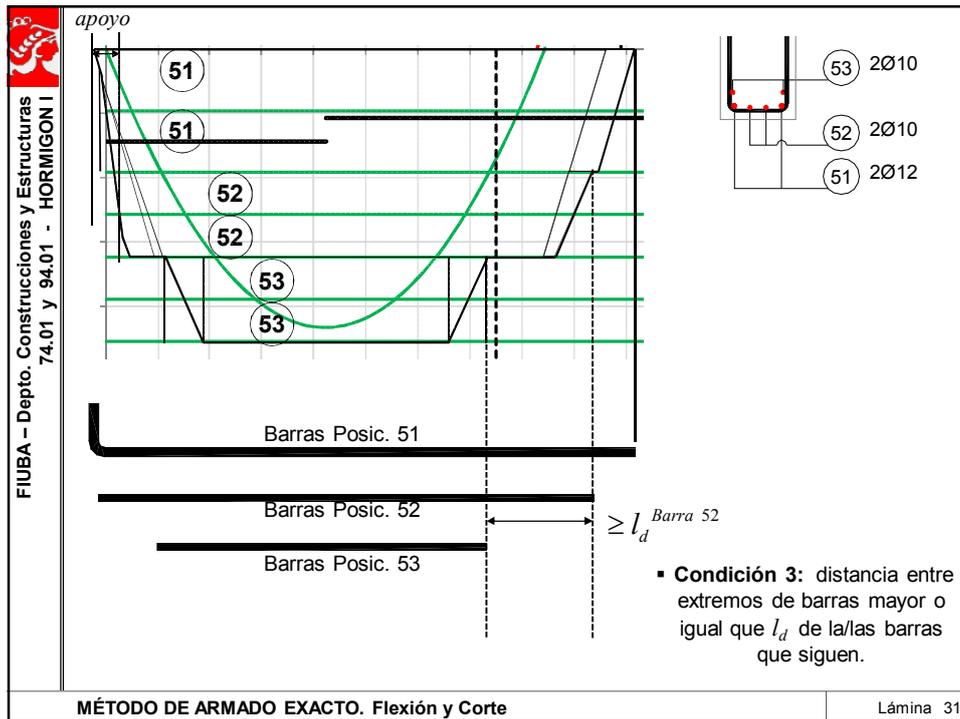
12.10.4. La distancia entre los puntos de corte debe ser mayor o igual que la longitud de anclaje l_d , calculada para la/las barra que continúa.



Para que las barras que continúan hasta los apoyos alcancen la tensión de fluencia en el punto C, la distancia AC debe ser al menos longitud de anclaje l_d de las barras que continúan.

Si la distancia AC es menor que la longitud de anclaje, el anclaje requerido puede lograrse mediante un gancho en el extremo de las barras en A, usando barras de diámetros menores o no cortando barras en C.

Adaptación de figura extraída de Wight-Mac Gregor, J. "REINFORCED CONCRETE – Mechanics and Design"



FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Condición 1: Establece zonas en las que se recomienda no cortar barras o condiciones para poder cortar barras

12.10.5. La armadura de **flexión no se debe interrumpir en una zona solicitada a tracción**, a menos que se verifique alguna (no todas) de las siguientes condiciones:

12.10.5.1. El esfuerzo de corte mayorado en la sección en la cual se interrumpe la armadura, sea

$$V_u \leq \frac{2}{3} \phi V_n = \frac{2}{3} \phi (V_c + V_s)$$

Esta es la más fácil !!
Implica cubrir 1.5 veces el corte requerido.

12.10.5.2. A lo largo de cada barra o alambre que se interrumpe se dispone un área de **estribos cerrados** A_v en una longitud $= 3/4 d$ medida a partir del punto de finalización de la armadura.

La armadura debe cumplir:

$$A_v = A_v^{Nec. Corte+Torsión} + \Delta A_v$$

$$\Delta A_v \geq 0.40 \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

$$s \leq \frac{d}{8 \beta_d}$$

β_d : cociente entre el área de la armadura interrumpida y el área total de la armadura traccionada de la sección.

12.10.5.3. La armadura que se continúa en el elemento, constituida por barras con $d_b \leq 32$ (o alambres $d_b \leq 16$) debe tener en la sección donde se termina la barra o alambre cortado, **un área igual al doble del área requerida por flexión**, y al mismo tiempo, el esfuerzo de corte mayorado, V_u , debe ser

$$V_u \leq \frac{3}{4} \phi V_n$$

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 33

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Condición 1: Establece zonas en las que se recomienda no cortar barras o condiciones para poder cortar barras

12.10.5.1. El esfuerzo de corte mayorado en la sección en la cual se interrumpe la armadura, sea

$$V_u \leq \frac{2}{3} \phi V_n = \frac{2}{3} \phi (V_c + V_s)$$

Ejemplo: $V_c = 82.2 KN$
 $V_{s,estr} = 48.6 KN \quad E^\circ \Phi 6c/22 \text{ cm } (n=2)$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} \phi (V_c + V_s) = \frac{2}{3} 0.75 (82.2 + 48.6) = 65.4 KN$$

➔ **Zona donde no se puede cortar barras si hay tracción**

Excepto que aumente la cantidad de estribos

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 34

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

Condición 4: Armadura de Momento Positivo a extender hasta apoyos

Asegura una armadura mínima para tomar la tracción que aparece debida al corte en apoyos $M=0$

Asegura un anclaje mínimo de los esfuerzos de tracción inferiores que aparecen debidos al corte que se producen en el punto de inflexión

Se debe prolongar hasta el apoyo, Al menos 2 barras y además:

}

Apoyos no continuos: $\frac{1}{3} A_s^{Tramo}$

Apoyos intermedios: $\frac{1}{4} A_s^{Tramo}$

Esta armadura debe entrar en el apoyo una longitud $\geq 15\text{cm}$, medida desde el filo anterior del apoyo

En el punto de inflexión donde el cordón comprimido cruza de la parte superior a la inferior, hay tracciones tanto en la zona inferior como en la superior!!

Referencia Leonhardt, "Estructuras de Hormigón Armado", Tomo I, Ed. El Ateneo, 1985

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte
Lámina 35

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

Condición 5: Condiciones para cubrir las tracciones en $M_u=0$ en Zonas de Momento Negativo (PI puntos de inflexión)

Asegura un anclaje mínimo de los esfuerzos de tracción SUPERIORES que aparecen debidos al corte que se producen en el punto de inflexión

Tiene en consideración posibles corrimientos en los puntos de inflexión teóricos debido a cambios en las cargas

12.12.3. Al menos 1/3 de la armadura de momento negativo se debe prolongar una longitud l_e **más allá del punto de momento nulo** (o punto de inflexión PI).

$$\frac{1}{3} A_s^{Apoyo} \rightarrow l_e \geq \begin{cases} d \\ 12 d_b \\ l_n / 16 \end{cases}$$

d : altura útil
 d_b : diámetro de la barra
 l_n : luz libre

$d, 12 d_b, \text{ ó } l_n / 16, \text{ el que sea mayor, para, como mínimo, } \frac{1}{3} A_s$

(b) Anclaje dentro de la viga adyacente

(a) Anclaje en una columna exterior

CIRSOC 201
Figura 12.12.4

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte
Lámina 36

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

Condición 5: Condiciones para cubrir las tracciones en $M_u=0$ en Zonas de Momento Negativo (PI puntos de inflexión)

- Condición 5: condición para el punto de inflexión PI

$$\frac{1}{3} A_s^{Apooyo} \rightarrow l_e \geq \begin{cases} d = 45 \\ 12 d_b \\ l_n / 16 = 485 / 16 \end{cases} \Rightarrow l_e = 45cm$$
- Condición 1: No interrumpir barras en zonas con tracción dentro de la zona en la que no se cumple

$$V_u \leq \frac{2}{3} \phi V_n$$
- Condición 2: Distancia entre puntos de corte en zona traccionada mayor o igual que la longitud de anclaje l_d

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 37

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

Condición 6: Condiciones para cubrir las tracciones en $M_u=0$ en Zonas de Momento Positivo (PI puntos de inflexión)

El diagrama de momentos para una viga con carga uniformemente repartida es parabólico. Podría ocurrir el caso que se muestra en la figura, donde se comparan el diagrama de momento requerido y el diagrama de momento resistente.

Se asume que el momento resistente varía linealmente desde cero en el extremo de la barra hasta ϕM_n a la distancia l_d medida desde el extremo de la barra.

En la zona rayada, no se cumple

$$M_d = \phi M_n^{barras} \geq M_u !!!$$

Observar: Esto no pasa en las zonas de **momentos negativos** por la curvatura que presentan los diagramas en dichas zonas

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 38

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

Condición 6: Condiciones para cubrir las tracciones en Mu=0 en Zonas de Momento Positivo (PI puntos de inflexión)

Para que se verifique

$$\phi M_n^{barras} \geq M_u$$

debe cumplirse:
(Ignorando por simplicidad la extensión de la barra dentro del apoyo)

$$\left. \frac{d(\phi M_n)}{dx} \right|_{x=0} \geq \frac{dM_u}{dx}$$

siendo

$$\left. \frac{d(\phi M_n)}{dx} \right|_{x=0} = \frac{\phi M_n^{barras}}{l_d} \Bigg|_{x=0}$$

$$\frac{dM_u}{dx} = V_u$$

$$\Rightarrow \frac{\phi M_n}{l_d} \geq V_u \Rightarrow l_d \leq \frac{\phi M_n^{barras}}{V_u}$$

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 39

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGÓN I

Condición 6: Condiciones para cubrir las tracciones en Mu=0 en Zonas de Momento Positivo (PI puntos de inflexión)

Para que se verifique en apoyos M=0 que sea $\phi M_n^{barras} \geq M_u$
el Reglamento CIRSOC 201 impone: Limitación del diámetro de las barras

- Apoyos extremos con M=0

$$d_b \text{ tal que } l_d \leq \begin{cases} \frac{M_n}{V_u} + l_a \rightarrow \text{Apoyos indirectos} \\ \frac{1.3M_n}{V_u} + l_a \rightarrow \text{Apoyos directos} \end{cases}$$

longitud embebida que se prolonga más allá del punto M=0

M_n : momento resistente nominal, suponiendo que toda la armadura de la sección está solicitada f_y .

V_u : esfuerzo de corte mayorado en la sección.

l_a : longitud embebida de la armadura que se prolonga más allá del punto de momento nulo.

No es necesario cumplir esto si la armadura termina más allá del eje de un apoyo simple, mediante un gancho normal, o mediante un anclaje mecánico equivalente como mínimo, a un gancho normal.

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte

Lámina 40

Condición 6: Condiciones para cubrir las tracciones en $M_u=0$ en Zonas de Momento Positivo (PI puntos de inflexión)

Para que se verifique en apoyos $M=0$ que sea $\phi M_n^{barras} \geq M_u$ el Reglamento CIRSOC 201 impone: Limitación del diámetro de las barras

- Puntos de inflexión (PI) $M=0$

d_b tal que $l_d \leq \frac{M_n}{V_u} + l_a$

CIRSOC 201 (Comentarios)
Figura C12.11.3

M_n : momento resistente nominal, suponiendo que toda la armadura de la sección está solicitada f_y .

V_u : esfuerzo de corte mayorado en la sección.

l_a : longitud embebida de la armadura que se prolonga más allá del punto de momento nulo. En el punto de inflexión, se debe limitar al mayor valor entre d y $12d_b$

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 41

Condición 6: Condiciones para cubrir las tracciones en $M_u=0$ en Zonas de Momento Positivo (PI puntos de inflexión)

Las ecuaciones anteriores no consideran el corrimiento del diagrama debido a los esfuerzos de corte.

Por lo tanto estas ecuaciones no proveen un chequeo suficiente del anclaje de las barras en apoyos simples en vigas que soportan esfuerzos de corte de importancia

$$V_u \geq \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_w d$$

EN ZONAS 2 y 3 DE CORTE, SE DEBERÁ ANCLAR LAS BARRAS QUE LLEGAN AL APOYO EXTREMO PARA UNA FUERZA

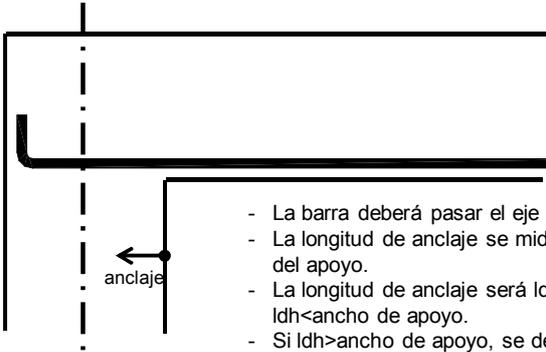
$0.75 V_u$

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 42

En este curso, se deberá anclar en los apoyos extremos con $M=0$, al menos

- 2 barras ó
- $1/3 A_{s,nec}$ de tramo ó
- A_s necesario para absorber $0.75V_u \rightarrow A_s^{min\ Apoyo} = \frac{0.75 V_u}{f_y}$

Por lo menos 2 de esas barras, se anclarán con gancho.



- La barra deberá pasar el eje de apoyo.
- La longitud de anclaje se mide a partir de la cara anterior del apoyo.
- La longitud de anclaje será l_{dh} (anclaje con gancho) si $l_{dh} < \text{ancho de apoyo}$.
- Si $l_{dh} > \text{ancho de apoyo}$, se deberá calcular l_d y desarrollarla incluyendo el gancho. En este caso, el diámetro del perno de doblado y el largo de la "patita", serán mayores

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 43

Método de Armado "Simplificado"

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte Lámina 44

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

PAUTAS PARA ARMADO SIMPLIFICADO – Viga Interior

(a) Beam with closed stirrups. If closed stirrups are not provided, see ACI Code Section 7.13.

Válido para vigas con dos o más tramos, carga uniforme, poca diferencia entre luces y una relación no mayor que tres entre la carga viva mayorada y la carga muerta mayorada, y que además el sistema no forma parte de un pórtico que resista cargas laterales.

Referencia: Fig. A-5 Wight&MacGregor, "Reinforced Concrete Mechanics and Design", 6thE, Pearson, 2012

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte
Lámina 45

FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

PAUTAS PARA ARMADO SIMPLIFICADO – Viga Perimetral

(b) Perimeter beam. Some bottom bars lap spliced. See ACI 7.13.2

Válido para vigas con dos o más tramos, carga uniforme, poca diferencia entre luces y una relación no mayor que tres entre la carga viva mayorada y la carga muerta mayorada, y que además el sistema no forma parte de un pórtico que resista cargas laterales.

Referencia: Fig. A-5 Wight&MacGregor, "Reinforced Concrete Mechanics and Design", 6thE, Pearson, 2012

MÉTODO DE ARMADO EXACTO. Flexión y Corte
Lámina 46



FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

FIN –
Detalles de Armado de Vigas

GRACIAS POR SU ATENCION !!!