

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

HORMIGÓN I (74.01 y 94.01)  
**DESVÍO DE ESFUERZOS**

DESVÍO DE ESFUERZOS Lámina 1

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

CUANDO UN ELEMENTO  
TRACCIONADO O COMPRIMIDO  
EXPERIMENTA UN CAMBIO DE DIRECCION

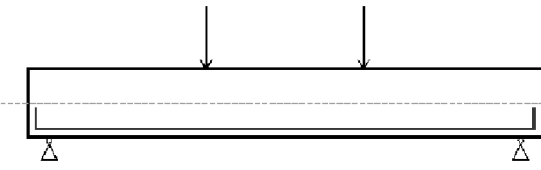
↓

SE ORIGINAN ESFUERZOS DE DESVÍO  
QUE HABRÁ QUE EVALUAR SI REQUIEREN  
ARMADURA ESPECIAL Y/O ARMADO ESPECIAL

DESVÍO DE ESFUERZOS Lámina 2

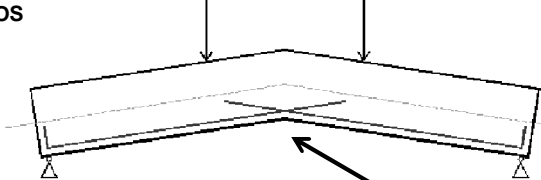
FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras  
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

Armadura  
sin desvío

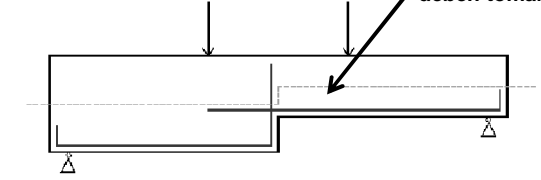


**EJEMPLOS DE DESVIOS**

Armadura  
con desvío



Armadura  
con desvío

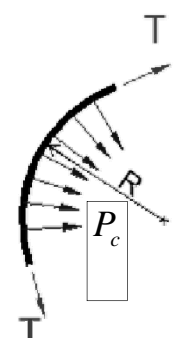


Qué medidas se deben tomar?

DESVIÓ DE ESFUERZOS
Lámina 3

QUÉ SUCEDE CUANDO HAY UN "DESVIÓ DE ESFUERZO"

Barra de armadura traccionada que experimenta un cambio de dirección



$$P_c = \frac{T}{R}$$

Fuerza por unidad de longitud

El desvío del esfuerzo "T", sólo es posible si pueden desarrollarse "esfuerzos de desvío".

En la figura, el desvío del eje es una curva de radio "R".

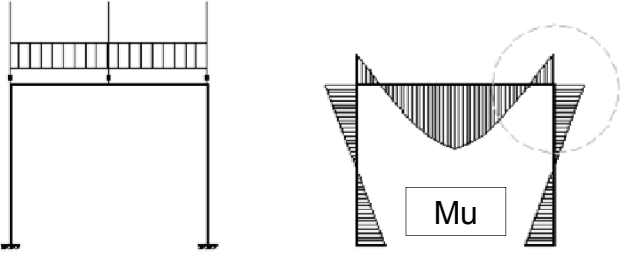
Aparecen esfuerzos " $p_c$ " normales al eje de la barra.

DESVIÓ DE ESFUERZOS
Lámina 4

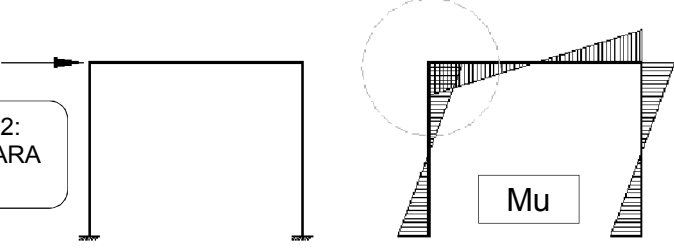
FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras  
 74.01 y 94.01 - HORMIGON I

EJEMPLOS DE "DESVIÓ DE ESFUERZOS":

NUDO TIPO 1:  
 TRACCIÓN CARA  
 EXTERIOR



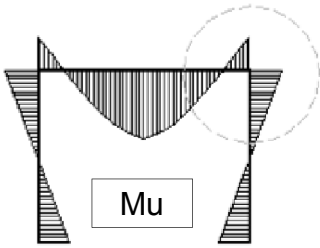
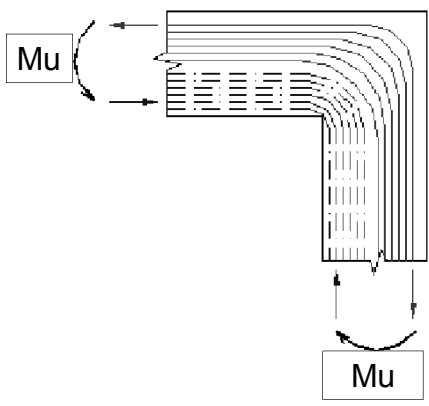
NUDO TIPO 2:  
 TRACCIÓN CARA  
 INTERIOR



DESVIÓ DE ESFUERZOS
Lámina 5

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

NUDO TIPO 1: TRACCIÓN EN LA CARA EXTERIOR

Ejemplo 1: Pórtico con  
 cargas verticales

DESVIÓ DE ESFUERZOS
Lámina 6

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

**NUDO TIPO 1: TRACCIÓN EN LA CARA EXTERIOR**

Debido al desvío de la fuerza "T"  
se produce una presión en el hormigón

$$p_{c,u} = \frac{P_c}{d_b} = \frac{T}{R d_b} \Rightarrow p_{c,u} = \frac{T}{(D/2) d_b}$$

Cuanto más chico es D, mayores son los valores de  $p_{c,u}$

DESVÍO DE ESFUERZOS
Lámina 7

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

**NUDO TIPO 1: TRACCIÓN EN LA CARA EXTERIOR**

Debe asegurarse que

$$p_{c,u} \leq \phi p_n$$

- $p_{c,u}$  : Presión requerida
- $\phi$  : Coef. de minoración de resistencia
- $p_n$  : Presión nominal asociada con la falla

La presión requerida es

$$p_{c,u} = \frac{T}{(D/2)d_b} = \frac{2A_s f_y}{D d_b} = \frac{1}{D} \frac{\pi d_b}{2} f_y$$

- $D$  : Diámetro de doblado de la barra
- $d_b$  : Diámetro de la barra

La presión de diseño recomendada por Leonhardt en base a ensayos experimentales PARA QUE NO SE ASTILLE EL HORMIGÓN, es

$$\phi p_n = 0.63 \sqrt{\frac{e}{d_b}} f_c' \leq 1.20 f_c'$$

$e$  : depende de: }

- la separación entre barras
- la distancia de la barra al borde

$e_1 > 2e_r \Rightarrow e = e_r$

$e_1 \leq 2e_r \Rightarrow e = e_1$

Se recomienda que siempre:

$$e_r \geq 3d_b \geq 3cm$$

Adaptación de presión nominal propuesta en Leonhardt, "Estructuras de Hormigón Armado", tomo III

DESVÍO DE ESFUERZOS
Lámina 8

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

**NUDO TIPO 1: TRACCIÓN EN LA CARA EXTERIOR**

Igualando  $p_{c,u} = \phi p_n \Rightarrow \frac{1}{D} \frac{\pi d_b}{2} f_y = 0.63 \sqrt{\frac{e}{d_b}} f_c' \leq 1.20 f_c'$

$$\Rightarrow D^{recom} \geq \begin{cases} 2.50 d_b \sqrt{\frac{e}{d_b}} \frac{f_y}{f_c'} \frac{A_{s,req}}{A_{s,adopt}} \\ 1.30 d_b \frac{f_y}{f_c'} \frac{A_{s,req}}{A_{s,adopt}} \end{cases}$$

Este diámetro muchas veces resulta mayor que el especificado en el CIRSOC para barras de nudos de pórticos:

$$D \geq \begin{cases} d_b \leq 25 \rightarrow 9 d_b \\ 25 < d_b \leq 32 \rightarrow 12 d_b \\ d_b > 32 \rightarrow 15 d_b \end{cases}$$

Adaptación de presión nominal propuesta en Leonhardt, "Estructuras de Hormigón Armado", tomo III

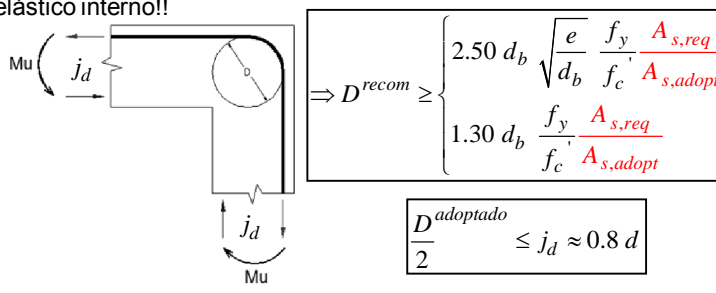
DESVIÓ DE ESFUERZOS

Lámina 9

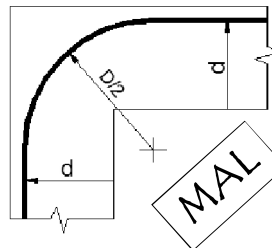
FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras  
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

**NUDO TIPO 1: TRACCIÓN EN LA CARA EXTERIOR**

**ATENCIÓN!!!** El radio de doblado no debe ser menor que el brazo elástico interno!!



$$\frac{D^{adoptado}}{2} \leq j_d \approx 0.8 d$$



En este ejemplo, no se cumple resultando  $\frac{D^{adoptado}}{2} > j_d$  y en la zona del nudo el brazo elástico resulta menor que el de cálculo

DESVIÓ DE ESFUERZOS

Lámina 10

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

**NUDO TIPO 1: TRACCIÓN EN LA CARA EXTERIOR**

Quando  $D^{recom} / 2 \leq jd$ , se adopta  $D \geq D^{recom}$

Empalmes de armadura fuera de la zona del nudo

Si  $\rho_g \leq 0,50\%$  y  $db \leq D/18$   
 ↓  
 se permite empalmes en nudos, utilizando lazos

Si  $\rho_g > 0,50\%$ ,  
**NO SE PERMITE EMPALMAR EN LA ZONA DEL NUDO**

**DESVIÓ DE ESFUERZOS** Lámina 11

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

**NUDO TIPO 1: TRACCIÓN EN LA CARA EXTERIOR**


Quando  $D^{recom} / 2 > jd$   
 se adopta  $D < D^{recom}$

⇒ y se coloca una armadura contra fractura en forma de escalera marinera

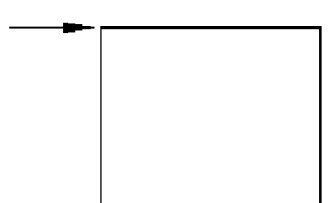
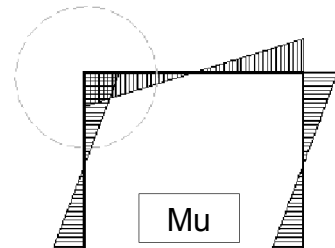
Cuando  $\rho_g \geq 0,70\%$   
 ↓  
**COLOCAR UNA CARTELA**

Se recomienda empalmar fuera de la zona del nudo

**DESVIÓ DE ESFUERZOS** Lámina 12

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

NUDO TIPO 2: TRACCIÓN EN LA CARA INTERIOR





Mu

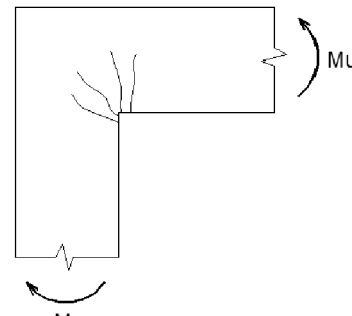
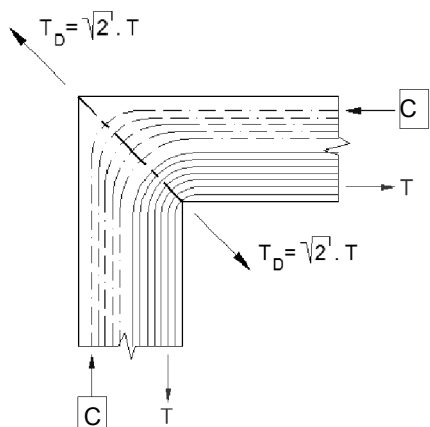
Ejemplo 2: Pórtico con cargas Horizontales

DESVÍO DE ESFUERZOS

Lámina 13

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

NUDO TIPO 2: TRACCIÓN EN LA CARA INTERIOR

fisuras

esfuerzos en el nudo

DESVÍO DE ESFUERZOS

Lámina 14

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

NUDO TIPO 2: TRACCIÓN EN LA CARA INTERIOR

a)

b)

Repartición de tensiones y trayectorias de tensiones principales en el nudo en ángulo recto con tracción en la cara interior

c)

d)

Fuente: Estructuras de Hormigón Armado Leonhardt - Monning, Tomo III

DESVIÓ DE ESFUERZOS

Lámina 15

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

NUDO TIPO 2: TRACCIÓN EN LA CARA INTERIOR

Para  $p_g \leq 0,75\%$

Para  $p_g \leq 1,20$  a  $1,50\%$

Para  $p_g \leq 1,00\%$

Para  $p_g > 1,20$  a  $1,50\%$

↓

COLOCAR CARTELA

DESVIÓ DE ESFUERZOS

Lámina 16



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

NUDO TIPO 2: TRACCIÓN EN LA CARA INTERIOR

Si  $A_s < 0,40\%$  →  $A_{ss} = 0$

Si  $A_s < 1,00\%$  →  $A_{ss} = A_s/2$

Si  $A_s \geq 1,00\%$  →  $A_{ss} = A_s$

NUDOS DE PORTICOS DE GRANDES DIMENSIONES  
 $h \geq 50$  cm

$D \geq 10 db$

ESTRIBOS EN ABANICO

DESVÍO DE ESFUERZOS

Lámina 17

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

CASOS TÍPICOS DE NUDOS

1

2

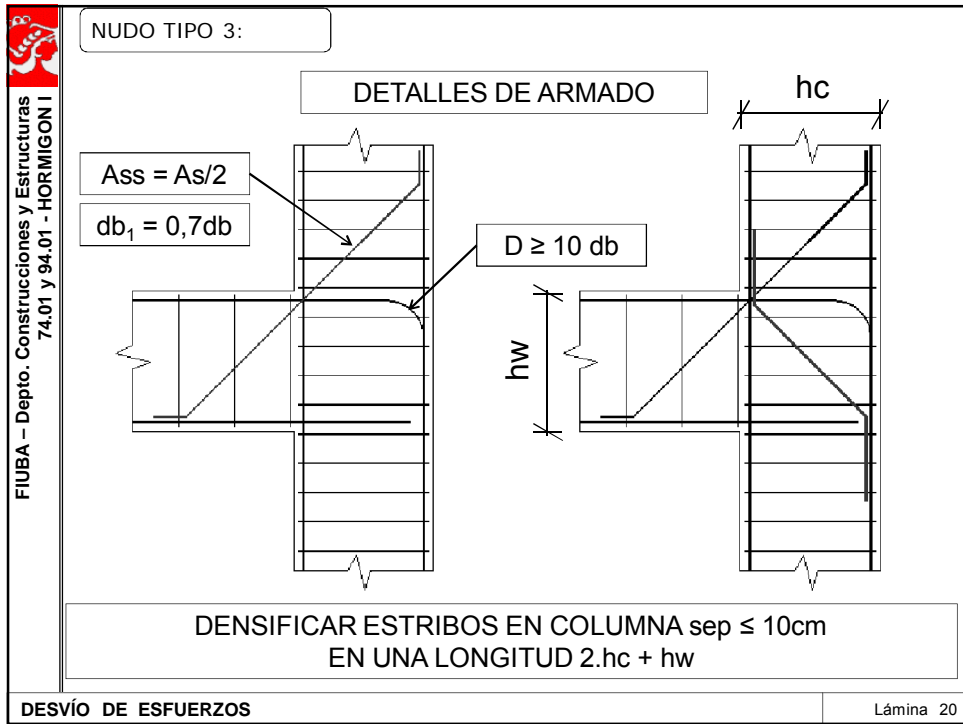
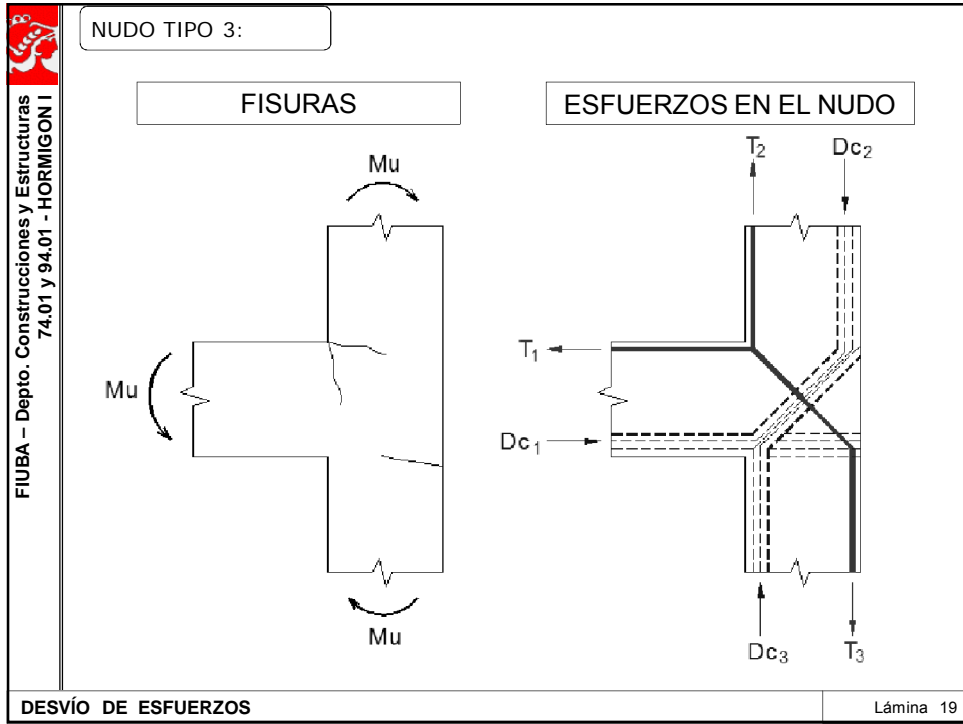
3

4

5

DESVÍO DE ESFUERZOS

Lámina 18



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

NUDO TIPO 4:

ESFUERZOS EN EL NUDO

FISURA

DETALLES DE ARMADO

DESVIÓ DE ESFUERZOS

Lámina 21

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

NUDO TIPO 5: CASO EN EL QUE EL MOMENTO DE LA COLUMNA ES IMPORTANTE

ESFUERZOS EN EL NUDO

DETALLES DE ARMADO

DESVIÓ DE ESFUERZOS

Lámina 22

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

**NUDO TIPO 5: CASO EN EL QUE EL MOMENTO DE LA COLUMNA ES PEQUEÑO FRENTE AL DE LOS TRAVESAÑOS**

DESVÍO DE ESFUERZOS

**DETALLES DE ARMADO**

**Ld = LONGITUD DE ANCLAJE**

Lámina 23

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

**Losas de Escalera**

Otros ejemplos de desvío de esfuerzos

ANCLAJES SUPERIORES

ARMADURA PASANTE

ARMADURA CONTINUA

**Viga con cambio de altura**

$\geq l_d$

$\geq l_d$

$A_{ss}$

Lámina 24



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

**FIN DESVIO DE ESFUERZOS**  
GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!!