

Apéndice 7: Análisis de la posición del eje neutro de una Sección Compuesta con Tablero Metálico

Coeficiente de reducción hormigón acero: $n := 10$

$\text{ton} := 1000 \cdot \text{kg}$

Distancia entre vigas: $b := 2.50 \cdot \text{m}$

Características del perfil (adoptado para este análisis):

$d := 349 \cdot \text{mm}$ $b_f := 127 \cdot \text{mm}$ $t_f := 8.5 \cdot \text{mm}$

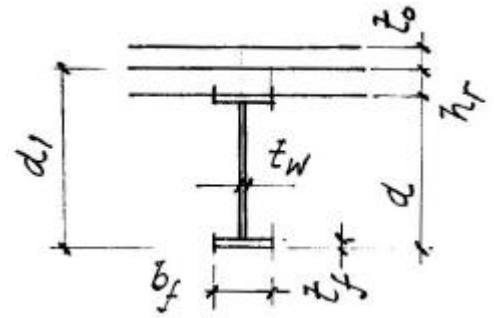
$t_w := 5.84 \cdot \text{mm}$

$$A_s := 2 \cdot b_f \cdot t_f + (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w$$

$$A_s = 40.98 \text{ cm}^2$$

$$I_s := \frac{b_f \cdot d^3}{12} - (b_f - t_w) \cdot \frac{(d - 2 \cdot t_f)^3}{12}$$

$$I_s = 8.04 \times 10^3 \text{ cm}^4$$



Características del Tablero:

Altura del Tablero: $h_r := 63.5 \cdot \text{mm}$

Espesor variable carpeta de Hº:

Distancia hasta el borde inferior de la carpeta: $d_1 := d + h_r$

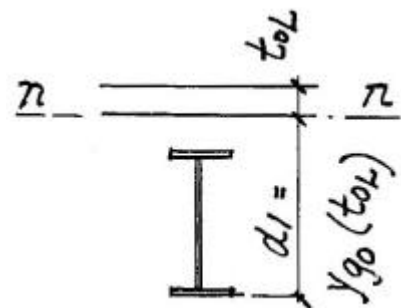
$$t_o := \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 8.83 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}$$

Espesor t_{oL} al que le corresponde a $y_{go}(t_{oL}) = d_1$, para un valor de h_r dado:

$t_{o1} := 8 \cdot \text{cm}$ Valor aproximado de la raíz

$$t_{oL} := \text{root} \left[\frac{\frac{b}{n} \cdot t_{o1} \cdot \left(d + h_r + \frac{t_{o1}}{2} \right) + A_s \cdot \frac{d}{2}}{\frac{b}{n} \cdot t_{o1} + A_s} - d_1, t_{o1} \right]$$

$$t_{oL} = 8.83 \text{ cm}$$



Posición del eje neutro de la sección *bruta* reducida sin fisuración del H⁰ (Estado I):

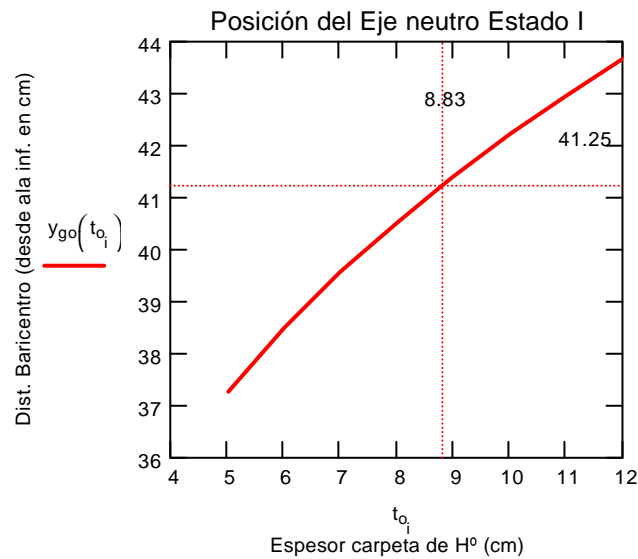
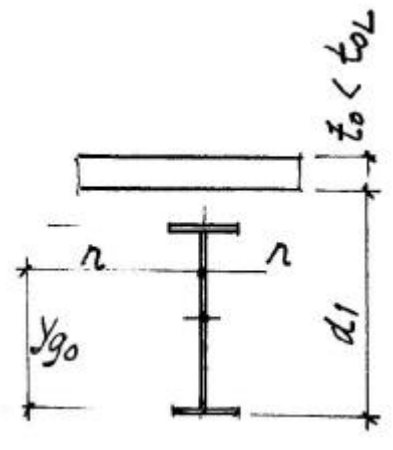
$$y_{go}(t_o) := \frac{\frac{b}{n} \cdot t_o \cdot \left(d + h_r + \frac{t_o}{2} \right) + A_s \cdot \frac{d}{2}}{\frac{b}{n} \cdot t_o + A_s}$$

i := 0.. 8

$t_{o_i} =$ $y_{go}(t_{o_i}) =$

5	cm	37.26	cm
6		38.5	
7		39.57	
8		40.52	
8.83		41.25	
9		41.39	
10		42.19	
11		42.95	
12		43.67	

$d_1 = 41.25$ cm



Por encima de $y_{go}(t_{oL})$ el eje neutro penetra en la carpeta de hormigón y su posición debe ser calculada despreciando el área traccionada del hormigón. La expresión de $y_{go}(t_o)$ es válida, para este caso de $h_r = 6.35$ cm, para valores de t_o entre 5 y 8.83 cm.

Posición del eje neutro de la sección reducida fisurada (Estado II):

$a_1 := 5 \text{ cm}$ Valor aproximado de la raíz

$$a(t_0) := \text{root} \left[a_1^2 + \frac{2 \cdot n \cdot A_s}{b} \cdot a_1 - \frac{2 \cdot n \cdot A_s}{b} \cdot \left(\frac{d}{2} + h_r + t_0 \right), a_1 \right]$$

$$y_{gf}(t_0) := d + h_r + t_0 - a(t_0)$$

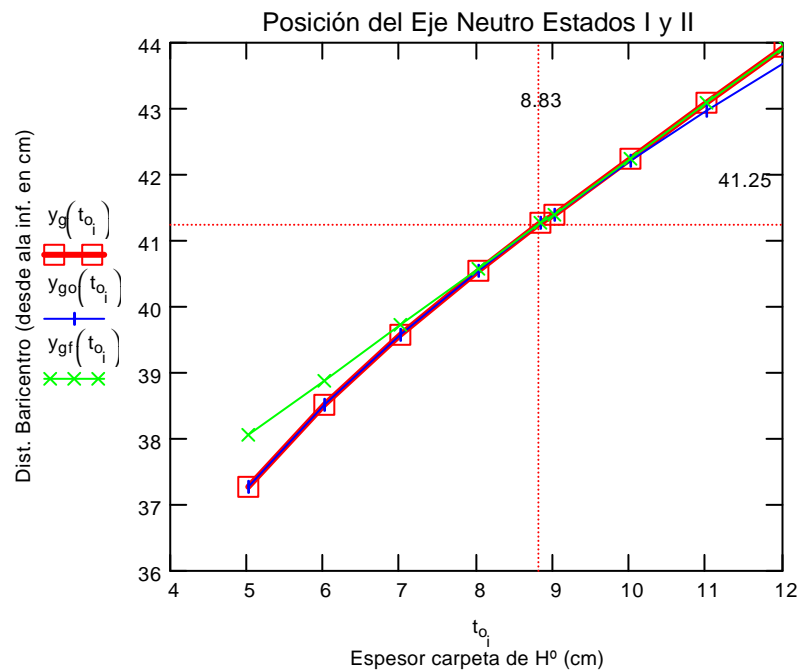
$$a(t_{0_i}) = t_{0_i} = y_{gf}(t_{0_i}) =$$

8.21 cm	5 cm	38.04 cm
8.38	6	38.87
8.54	7	39.71
8.7	8	40.55
8.83	8.83	41.25
8.86	9	41.39
9.01	10	42.24
9.17	11	43.08
9.32	12	43.93

La expresión de $y_{gf}(t_0)$ es válida solo si $a(t_0)$ es $<$ que t_0 .

La posición definitiva del eje neutro quedará determinada por la condición siguiente:

$$y_g(t_0) := \text{if}(y_{go}(t_0) \leq d_1, y_{go}(t_0), \text{if}(a(t_0) \leq t_0, y_{gf}(t_0), y_{go}(t_0)))$$



Analizaremos a continuación el caso de espesor variable de carpeta y altura variable del tablero

Espesor Carpeta

Altura Tablero

$$t_o := \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \\ 13 \end{pmatrix} \cdot \text{cm}$$

$$i := 0..8$$

$$h_r := \begin{pmatrix} 0 \\ 0.5 \\ 1 \\ 1.5 \\ 2 \\ 2.5 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \text{in}$$

$$j := 0..6$$

Distancia hasta el borde inferior de la carpeta:

$$d_1(h_r) := d + h_r$$

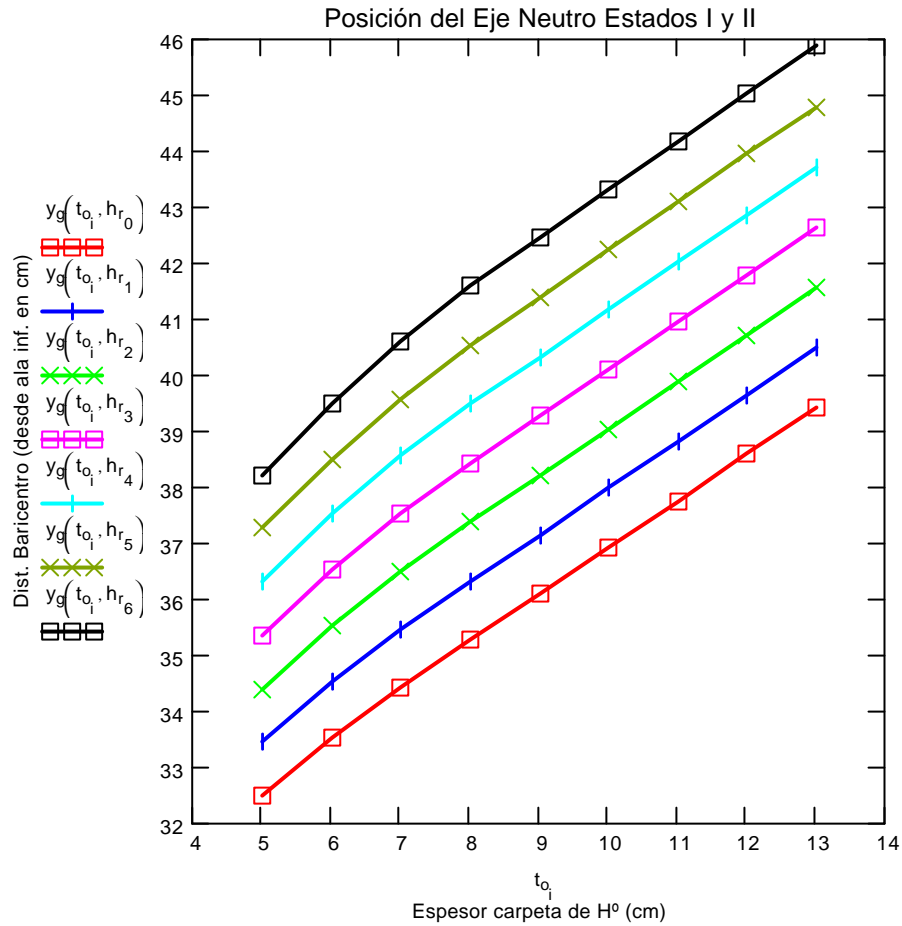
$$a_1 := 2 \cdot \text{cm}$$

$$a(t_o, h_r) := \text{root} \left[a_1^2 + \frac{2 \cdot n \cdot A_s}{b} \cdot a_1 - \frac{2 \cdot n \cdot A_s}{b} \cdot \left(\frac{d}{2} + h_r + t_o \right), a_1 \right]$$

$$y_g(t_o, h_r) := \begin{cases} \frac{\frac{b}{n} \cdot t_o \cdot \left(d + h_r + \frac{t_o}{2} \right) + A_s \cdot \frac{d}{2}}{\frac{b}{n} \cdot t_o + A_s} & \text{if } a(t_o, h_r) \geq t_o \\ \left[(d + h_r + t_o) - a(t_o, h_r) \right] & \text{if } a(t_o, h_r) < t_o \end{cases}$$

Posición del Eje neutro de la sección *bruta* reducida sin fisuración del H^o (Estado I):

Posición del eje neutro de la sección reducida fisurada (Estado II):



Espesores t_{oL} a los que les corresponde

$y_{go}(t_{oL}) = d_1$, para los diversos valores de h_r :

$t_{o1} := 8 \cdot \text{cm}$ Valor aproximado de la raíz

$$t_{oL}(h_r) := \text{root} \left[\frac{\frac{b}{n} \cdot t_{o1} \cdot \left(d + h_r + \frac{t_{o1}}{2} \right) + A_s \cdot \frac{d}{2}}{\frac{b}{n} \cdot t_{o1} + A_s} - d_1(h_r), t_{o1} \right]$$

$h_{r_j} =$	$t_{oL}(h_{r_j}) =$
0 cm	7.56 cm
1.27	7.83
2.54	8.09
3.81	8.35
5.08	8.59
6.35	8.83
7.62	9.07

Espesores críticos t_{oL} de las Carpetas de hormigón, correspondientes a cada altura de tablero h_r , por encima de los cuales el eje neutro penetra en la Carpeta.

