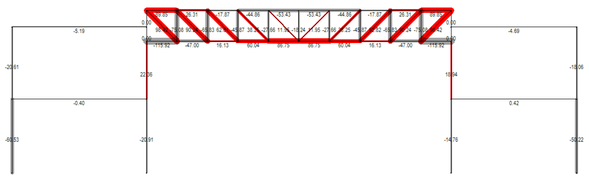
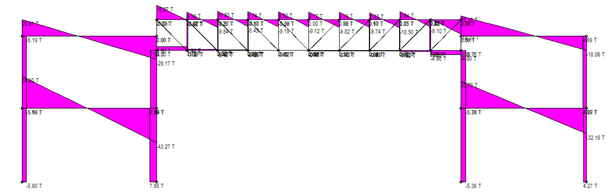
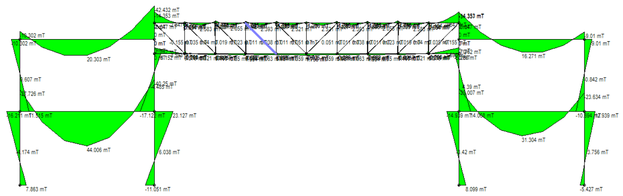
SOL.LICITACIONS A LES BARRES - Pòrtic L ENTRADA



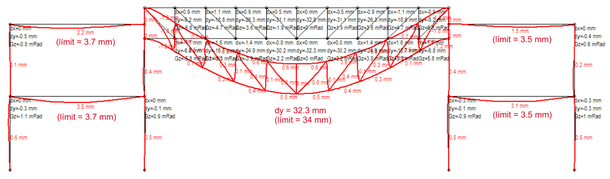
Axials (ELU)



Tallants (ELU)



Moments (ELU)



Deformacions (ELS)

COMBINACIÓ D'ACCIONS

HIPOTESIS DE CALCUL		COMBINACIÓ D'HIPÒTESIS * Segons CTE DB SE 4.3.2						
Num.	Nom	Num.	Envolvente	HS 1	HS 2	HS 3	HS 4	HS 5
HS1	Càrregues Permanents (G)	ESTAT LIMIT ULTIM						
	Càrregues Variables: (Q)	ELU	X	1.35	1.5	1.5		
HS2	Sobrecàrrega d'us	ELU + VENT D	X	1.35	1.5	1.5	1.35	
HS3	Neu	ELU + VENT E	X	1.35	1.35	1.5		1.35
HS4	Vent Dreta	ESTAT LÍMIT DE SERVEI						
HS5	Vent Esquerra	ELS	X	1	1	1		
		ELS + VENT D	X	1	1	1	1	
		ELS + VENT E	X	1	1	1		1

LIMIT DE FLETXA	
Límit de fletxa vertical	1/500
Límit de fletxa horitzontal	1/500

EXEMPLE DE CÀLCUL DE L'ARMAT DE LA VIGA MÉS SOL.LICITADA

QUANTIES MÍNIMES

$\rho > 0{,}0028 \Rightarrow A_s = 0{,}0028 \cdot 40 \cdot 80 = 8{,}96\ cm^2 \Rightarrow A_s \cdot f_{yd} = 896 \cdot 500 / 1{,}15 = 389.565\ N = 389{,}56\ KN$

$A_s \cdot f_{yd} > 0{,}04 \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0{,}04 \cdot 400 \cdot 800 \cdot 25 / 1{,}5 = 213.333\ N = 213\ KN$

$A_s \cdot f_{yd} = 389{,}56 \Rightarrow$ 3 Ø 20

ARMADURA LONGITUDINAL

Secció esquerra: M = 371,4 mKN ; secció 40 x 75 (b x d) ; $A_s \cdot f_{yd}$ 1Ø20 = 136,59 KN

$\mu = \frac{Md}{b \cdot d^2 \cdot fcd} = \frac{371{,}4 \cdot 10^4}{400 \cdot 750^2} \cdot \frac{25}{1{,}5} = 0{,}099 \Rightarrow \omega = 0{,}108$

$\omega = \frac{As \cdot fyd}{b \cdot d \cdot fcd} \Rightarrow As \cdot fyd = 0{,}108 \cdot 400 \cdot 750 \cdot \frac{25}{1{,}5} = 540\ KN$

Armament: $\frac{540\ KN}{136{,}9\ KN} = 3{,}94 \Rightarrow$ 4 Ø 20

Secció central: M = 519,9 mKN ; secció 40 x 75 (b x d) ; $A_s \cdot f_{yd}$ 1Ø20 = 136,59 KN

$\mu = \frac{Md}{b \cdot d^2 \cdot fcd} = \frac{519{,}9 \cdot 10^4}{400 \cdot 750^2} \cdot \frac{25}{1{,}5} = 0{,}139 \Rightarrow \omega = 0{,}154$

$\omega = \frac{As \cdot fyd}{b \cdot d \cdot fcd} \Rightarrow As \cdot fyd = 0{,}154 \cdot 400 \cdot 750 \cdot \frac{25}{1{,}5} = 770\ KN$

Armament: $\frac{770\ KN}{136{,}9\ KN} = 5{,}62 \Rightarrow$ 6 Ø 20

Secció dreta: M = 300,6 mKN ; secció 40 x 75 (b x d) ; $A_s \cdot f_{yd}$ 1Ø20 = 136,59 KN

$\mu = \frac{Md}{b \cdot d^2 \cdot fcd} = \frac{300{,}6 \cdot 10^4}{400 \cdot 750^2} \cdot \frac{25}{1{,}5} = 0{,}080 \Rightarrow \omega = 0{,}085$

$\omega = \frac{As \cdot fyd}{b \cdot d \cdot fcd} \Rightarrow As \cdot fyd = 0{,}085 \cdot 400 \cdot 750 \cdot \frac{25}{1{,}5} = 425\ KN$

Armament: $\frac{425\ KN}{136{,}9\ KN} = 3{,}10 \Rightarrow$ 4 Ø 20

MOMENTS RESISTITS

Secció esquerra i dreta: $A_s \cdot f_{yd}$ 4Ø20 = 546,37 KN

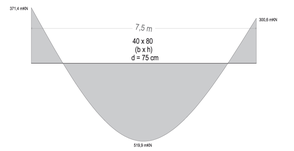
$\omega = \frac{546{,}37 \cdot 10^3}{400 \cdot 750} \cdot \frac{25}{1{,}5} = 0{,}109 \Rightarrow \mu = 0{,}1$

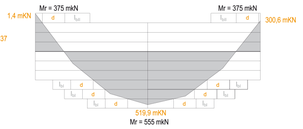
$Mr = \frac{0{,}10 \cdot 400 \cdot 750^2}{10^3} \cdot \frac{25}{1{,}5} = 375\ mKN$

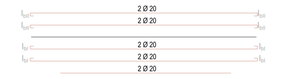
Secció central: $A_s \cdot f_{yd}$ 6Ø20 = 819,54 KN

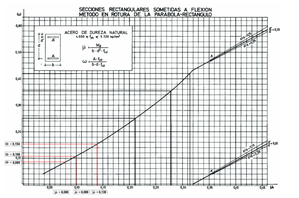
$\omega = \frac{819{,}54 \cdot 10^3}{400 \cdot 750} \cdot \frac{25}{1{,}5} = 0{,}164 \Rightarrow \mu = 0{,}148$

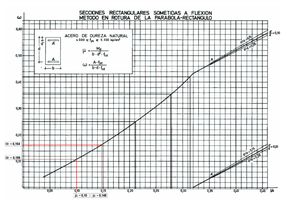
$Mr = \frac{0{,}148 \cdot 400 \cdot 750^2}{10^3} \cdot \frac{25}{1{,}5} = 555\ mKN$











COMPROVACIÓ DE L'ESGOTAMENT DEL FORMIGÓ PER COMPRESSIÓ OBLIQUA

$V_{rd} = 0{,}3 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 0{,}3 \cdot \frac{25}{1{,}5} \cdot 400 \cdot 750 = 1500\ KN >$ 465,9 KN / 447 KN

No és necessari el càlcul de V_{wu}, ja que V_{rd} és més gran que els màxims valors dels tallants.

CÀLCUL DE Vrd

Secció esquerra $V_{rd} = 465{,}9 - 110{,}9 \cdot 1 = 355\ KN$; $\frac{hpilar}{2} + d = 1\ m$

Secció dreta $V_{rd} = 447 - 110{,}9 \cdot 1{,}05 = 330{,}5\ KN$; $\frac{hpilar}{2} + d = 1{,}05\ m$

CONTRIBUCIÓ DEL FORMIGÓ

$V_{CU} = 0{,}1 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{200}{750}}\right) \cdot (100 \cdot 0{,}0028 \cdot 25)^{\frac{1}{3}} \cdot 400 \cdot 750 = 87\ KN$

CÀLCUL DE L'ESTREBAT

-Estrebat mínim

$A_{sb,min} = 100{,}5\ mm^2$; $f_{yd} = \frac{500}{1{,}15} = 434{,}78 > 400 \Rightarrow f_{yd} = 400\ N/mm^2$

$S_{tmin} <$ 0,8 · d = 0,8 · 75 = 60 cm ; 30 cm ; $\frac{As \cdot fyd}{0{,}02 \cdot b \cdot fcd} = \frac{100{,}5 \cdot 400}{0{,}02 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1{,}5}} = 26{,}8\ cm$ $\Rightarrow$ 2 Ø 8 mm c/26 cm

$V_{Rmin} = \frac{0{,}9 \cdot d \cdot As \cdot fyd}{S_{tmin}} = \frac{0{,}9 \cdot 750 \cdot 100{,}5 \cdot 400}{260} = 104{,}36\ KN$

-Armat a les seccions més desfavorables ($V_{CU} < V_{rd}$)

Secció esquerra $V_s = V_{rd} - V_{CU} = 288\ KN$

$S_t = \frac{0{,}9 \cdot 750 \cdot 100{,}5 \cdot 400}{288} = 101{,}25\ mm \Rightarrow S_t = 10\ cm$

Secció dreta $V_s = V_{rd} - V_{CU} = 243{,}5\ KN$

$S_t = \frac{0{,}9 \cdot 750 \cdot 100{,}5 \cdot 400}{243{,}5} = 111{,}4\ mm \Rightarrow S_t = 11\ cm$

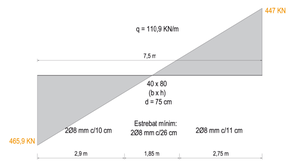
ZONIFICACIÓ DE L'ESTREBAT

-Distància dels eixos dels recolzaments, als diferents estrebats:

Vcu + Vsmin = 87 + 104,36 = 191,36 KN $\Rightarrow$

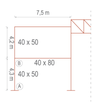
Secció esquerra: 465,9 - 110,9 · X = 191,36 $\Rightarrow$ X = 2,48 $\Rightarrow$ $X + \frac{h}{2} = 2{,}90\ m$

Secció dreta: 447 - 110,9 · X = 191,36 $\Rightarrow$ X = 2,31 $\Rightarrow$ $X + \frac{h}{2} = 2{,}75\ m$

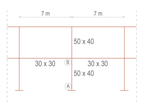


EXEMPLE DE CÀLCUL DE L'ARMAT DEL PILAR ADJACENT

Pòrtic principal

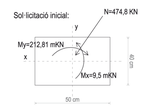


Pòrtic secundari



$Mx = \begin{cases} 0{,}02 \cdot N = 9{,}496 & e_x = \frac{Mx}{N} = \frac{9.496}{474{,}8} = 0{,}02\ m = 2\ cm\ \text{(Excentricitat mínima)} \\ \frac{Hy}{20} \cdot N = 9{,}496 & e_y = \frac{My}{N} = \frac{212{,}81}{474{,}8} = 0{,}4482\ m = 44{,}82\ cm \end{cases}$

Sol·licitació inicial:



GUERXAMENT

-Pòrtic principal (Pla X-X)

$\Psi_A = \frac{4 \cdot EI_{30 \times 80} / 430 + 4 \cdot EI_{40 \times 80} / 420}{4 \cdot EI_{40 \times 80} / 750} = 0{,}86$

$\Psi_I = 0$

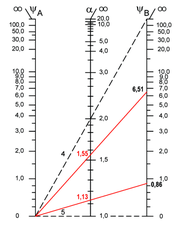
$\alpha_x = 1{,}13 \Rightarrow \lambda_{xx} = \frac{1{,}13 \cdot 430}{50 \cdot \frac{1}{12}} = \frac{485{,}9}{14{,}434} = 35{,}37 > 35 \Rightarrow$ Guerxa

-Pòrtic secundari (Pla Y-Y)

$\Psi_A = \frac{4 \cdot EI_{30 \times 80} / 430 + 4 \cdot EI_{30 \times 40} 420}{2 \cdot 4 \cdot EI_{30 \times 80} / 700} = 6{,}51$

$\Psi_I = 0$

$\alpha_x = 1{,}55 \Rightarrow \lambda_{xx} = \frac{1{,}55 \cdot 430}{40 \cdot \frac{1}{12}} = \frac{666{,}5}{11{,}55} = 57{,}7 > 35 \Rightarrow$ Guerxa



EXCENTRICITATS ADICIONALS I MOMENTS FINALS

-Pòrtic principal (Pla X-X)

$e_{ax} = (1 + 0{,}12 \cdot \beta_1) \cdot (\zeta_a + \zeta_c) \cdot \frac{h_x + 20 \cdot e_{ax}}{h_x + 10 \cdot e_{ax}} \cdot \frac{P_d}{50 \cdot i_{ax}}$

$e_{ax} = e_y = 66{,}17$ cm (pòrtic translacional)
$\beta_1 = 1$ (armat a les dues cares perpendiculars al pla considerat)
$\zeta = 0{,}003$ (axial quasi permanent < 70% de l'axial total)

$\zeta_a = \frac{500 / 1{,}15}{200.000} = 0{,}00217$

$e_{ax} = (1 + 0{,}12 \cdot 1) \cdot (0{,}00217 + 0{,}003) \cdot \frac{50 + 20 \cdot 44{,}82}{50 + 10 \cdot 44{,}82} \cdot \frac{485{,}9^2}{50 \cdot 14{,}434} = 3{,}6\ cm$

$e_{tot} = 44{,}82 + 3{,}6 = 48{,}42$ cm

My = N · e_{tot} = 474,8 · 0,4842 = 229,9 mKN

-Pòrtic secundari (Pla Y-Y)

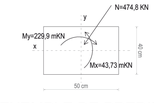
$e_{ay} = (1 + 0{,}12 \cdot 3) \cdot (0{,}00217 + 0{,}003) \cdot \frac{40 + 20 \cdot 2}{40 + 10 \cdot 2} \cdot \frac{666{,}5^2}{50 \cdot 11{,}55} = 7{,}21\ cm$

$e_{ay} = e_x = 2$ cm (pòrtic translacional)
$\beta_1 = 3$ (armat a les dues cares paral·leles al pla considerat)
$\zeta = 0{,}003$ (axial quasi permanent < 70% de l'axial total)

$\zeta_a = \frac{500 / 1{,}15}{200.000} = 0{,}00217$

$e_{ay} = 2 + 7{,}21 = 9{,}21$ cm

Mx = N · e_{tot} = 474,8 · 0,0921 = 43,73 mKN



$\frac{My}{Hy} = \frac{229.9}{0{,}5} = 459{,}8 > 2 \cdot \frac{Mx}{Hx}$ $\Rightarrow$ ARMAT A LES CARES PERPENDICULARS AL PLA X-X

$\frac{Mx}{Hx} = \frac{43.73}{0{,}4} = 109{,}3$

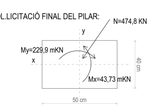
ARMAT

$\omega = \frac{474{,}8 \cdot 10^3}{400 \cdot 500 \cdot 25 / 1{,}5} = 0{,}1424$

$\mu_x = \frac{43{,}73 \cdot 10^4}{400^2 \cdot 500 \cdot 25 / 1{,}5} = 0{,}0326$

$\mu_x = \frac{229.9 \cdot 10^4}{400 \cdot 500^2 \cdot 25 / 1{,}5} = 0{,}1379$

SOL.LICITACIÓ FINAL DEL PILAR:



ω = 0,0 segons àbac roseta ω = 0,44

ω = 0,2 segons àbac roseta ω = 0,3

Interpolant, per a ω = 0,1424 ω = 0,3403

Coneixent ω es pot determinar la capacitat mecànica d'armadura total:

$A_{stot} \cdot f_{cd} = \omega \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0{,}3403 \cdot 400 \cdot 500 \cdot 25 / 1{,}5 = 1.134.333\ N = 1134\ KN$

As $f_{yd} = \frac{1134}{2} = 567\ KN \Rightarrow$ 5 Ø 20 mm per cara (10 Ø en total)

ARMAT TRANSVERSAL: Estreps de 6 mm de diàmetre cada 30 cm $\Rightarrow$ Ø 6 c/ 30 cm

Φ	B 400 S				B 500 S			
	H-25		H-30		H-25		H-30	
	l_b	l_{bn}	l_b	l_{bn}	l_b	l_{bn}	l_b	l_{bn}
6	15	18	15	18	15	22	15	22
8	16	23	16	23	20	29	20	29
10	20	29	20	29	25	36	25	36
12	24	35	24	35	30	43	30	43
14	28	40	28	40	35	50	35	50
16	32	46	32	46	40	58	40	58
20	48	68	40	58	60	84	52	73
25	75	105	63	89	94	132	83	114

PORTIC U (AUDITORI) e.1/150

EXEMPLE DE PREDIMENSIONAT DE LA SABATA RIGIDA

Dades del pilar:
- $\gamma_c = 1{,}5$
- $\gamma_s = 1{,}15$
- $\gamma_f = 1{,}6$

Dimensions: b = 40 cm; h = 50 cm
Axial: N = 529 kN
Armat amb Ø20
Moment: M_x = 19.6 m kN

Resistencia f_{cd} =25 N/mm²
Resistencia f_{yd} =500 N/mm²

Dades del terreny:
- Sol arenós fluix i sec
- γ_s = 18 kN/m³
- φ = 28°
- c = 0°
- q_u= 170 kN/m²
- D = 1 m

Ample aproximat:

$B = \sqrt{\frac{1.05 \cdot N}{q_u}}$ $B = \sqrt{\frac{1.05 \cdot 330\ kN}{170\ kN/m^2}} = 2.04\ m \Rightarrow B = 2.1\ m$

Per Navier:

$\sigma_{max} = \frac{1.05 \cdot N}{B^2} + \frac{6\ M}{B^3} + \frac{6\ M}{B^3} < 1.7\ kg/cm^2$ es desprecia

$\frac{1.05 \cdot 33000\ kg}{B^2} + \frac{6 \cdot 1700\ m \cdot kg}{B^3} = 1.645\ kg/m < 1.7\ kg/cm^2$

$B_{min} = 2.1\ m$

Determinació del cantell, h, de la sabata:

- per considerar-la rígida (v < 2h), h > $\frac{v}{2} > \frac{a'}{4} > \frac{2.1}{4} > 0.525 \Rightarrow h > 0.55\ m$

- per resistir els tallants sense armadura transversal: d > $\frac{q_{su}}{200 + q_{su}} \cdot v = \frac{170}{200 + 170} \cdot 0.625 = 0.29\ m$, v = (170-25)/2 =0.625 m

Ens quedem amb h = 0.55 m (en les rígides no cal comprovar a tallant ni a punxonament).

Càlcul estructural de la sabata:

$\sigma_{max} = \frac{N}{B^2} + \frac{6\ M_x}{B^3} = \frac{529}{1.5^2} + \frac{117.6}{1.7^3} \begin{cases} 259.04\ kN/m^2_{ser} \\ 211.1\ kN/m^2_{ser} \end{cases}$ $\sigma_{max} = 235.07\ KN/m^2$

$R_{esq} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{esq}}{2} \cdot \frac{a'}{2} = \frac{259 + 235}{2} \cdot \frac{2.2}{2} = 271.7\ kN/m$

$R_{sab} = \sigma_{max} + (a'/2) = 235 \cdot \frac{2.2}{2} = 258.5\ kN/m$

$R_{tot} = (1/2) \cdot (\sigma_{max} - \sigma_{esq}) \cdot (a'/2) = \frac{259 - 235}{2} \cdot 2.2/2 = 13.2\ kN/m$

Comprovació: 258.5 + 13.2 = 271.7

271.7 · x_i = 258.5 · (2.2/4) + (2.2/3) · 13.2 = 151.8 => x_i = 0.558 m

Per calcular el valor del tirant T es recorda que f no es pot considerar més gran de 400 N/mm².

$R_u = R_{sup} \cdot b' = 271.7 \cdot 1.5 = 407.55\ kN$

$T_s = \frac{407.55}{0.85 \cdot 0.558} (0.558 - (0.25 \cdot 0.25)) = 425.8\ kN$

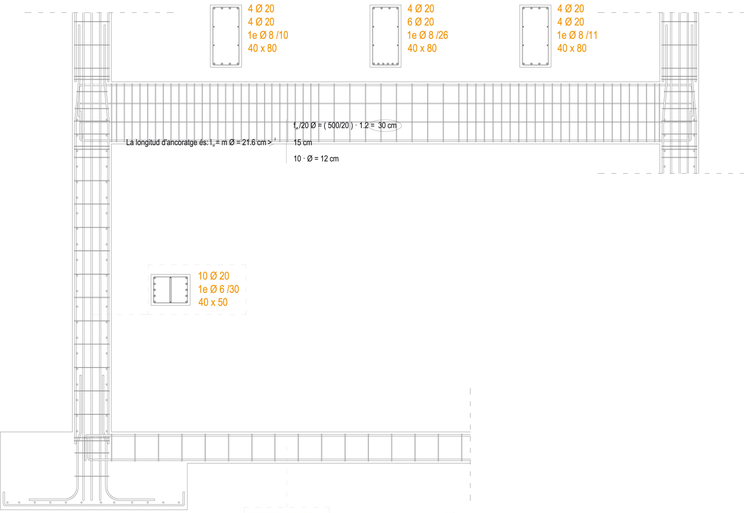
Ø20 = $A_s \cdot f_{ad(400)} = \frac{20^2}{4} \cdot 400 = 125.66\ kN$

Núm. de Ø20 = 425.8/125.66 = 3.38 => 4Ø20

$A_{s,min} = 0.0015 \cdot (b \cdot h) = 0.0015 \cdot 500 \cdot 400 = 3000\ mm^2 > 4\ Ø20\ (= 5026\ mm^2)$

es posarà la de càlcul: => 4 Ø20 / c 15 cm

CONJUNT ANALITZAT ARMAT



TRAM ARMAT e.1/50