

CIRSOC-2005

SAPATA

Este exemplo tem como base o Ejemplo 86 do livro Introduccion al Cálculo de Hormigon Estructural - 2. Edicion (página 567). Se trata do dimensionamento de uma sapata e suas verificações. O modelo será lançado tb no software TQS com os mesmos esforços para comparação de resultados.

Dados:

Carga de servicio ($S = D + L$)

$P = 35 \text{ tn}$

$M_x = 0,6 \text{ tnm}$

$M_y = 1,3 \text{ tnm}$

Carga última ($U = 1,2.D + 1,6.L$)

$P_u = 52 \text{ tn}$

$M_{ux} = 1 \text{ tnm}$

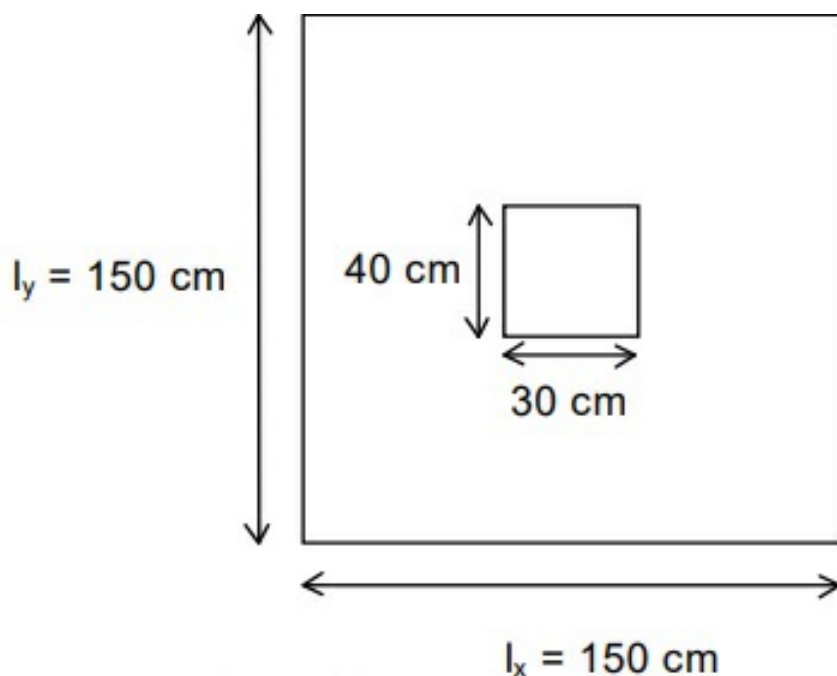
$M_{uy} = 2 \text{ tnm}$

Columna:

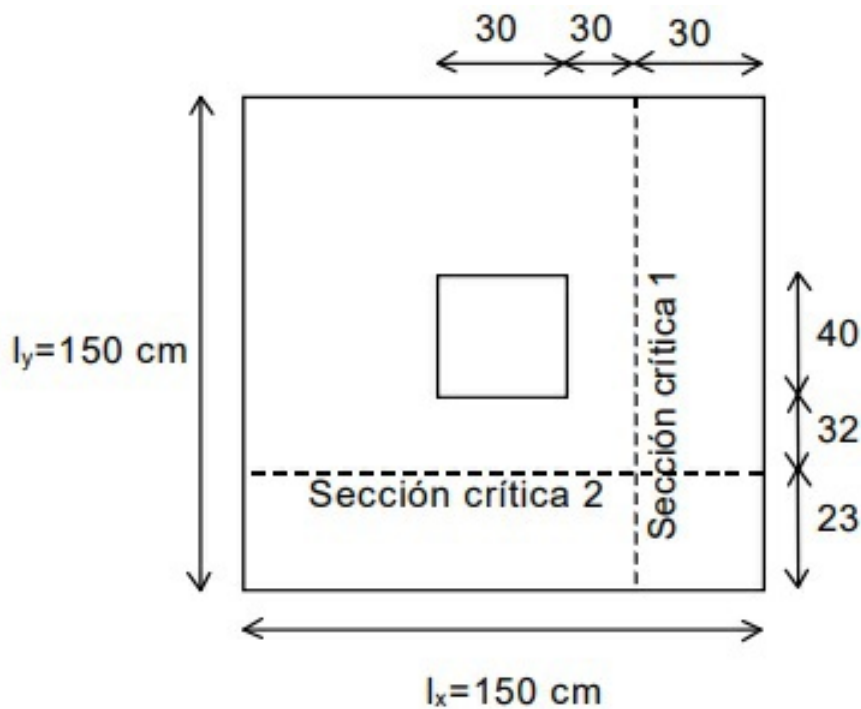
$c_x = 30 \text{ cm}$

$c_y = 40 \text{ cm}$

La capacidad resistente del suelo es de $q = 2 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia del hormigón es H-20 y el acero es ADN 420. La cota de fundación es de 1,50 m por debajo de la superficie del suelo, cuyo peso específico es de 1700 kg/m^3 . Se asume verificada la base al volcamiento.



Dimensionamento Corte - Cirsoc:



Lado x:

$$q_{\text{máx}} = 2,66 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{\text{máx,seção crítica}} = 2,52 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{ux} = q \cdot l \cdot c = \frac{2,66 + 2,52}{2} \cdot 150 \cdot 30 = 11655 \text{ kg} = 116,55 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{20} \cdot 150 \cdot 30 = 25297 \text{ kg} = 252,97 \text{ kN}$$

$$\phi V_c \geq V_u \rightarrow 252,97 \text{ kN} \geq 116,55 \text{ kN} \rightarrow \text{OK!!}$$

Lado y:

$$q_{\text{máx}} = 2,49 \text{ kg/cm}^2$$

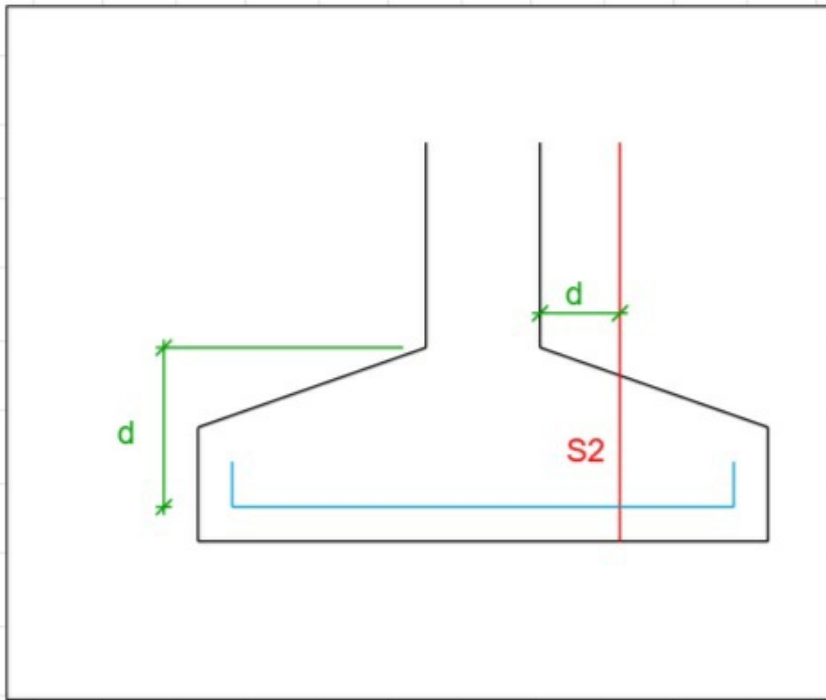
$$q_{\text{máx,seção crítica}} = 2,43 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{uy} = q \cdot l \cdot c = \frac{2,49 + 2,43}{2} \cdot 150 \cdot 23 = 8487 \text{ kg} = 84,87 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{20} \cdot 150 \cdot 32 = 26983 \text{ kg} = 269,83 \text{ kN}$$

$$\phi V_c \geq V_u \rightarrow 269,83 \text{ kN} \geq 84,87 \text{ kN} \rightarrow \text{OK!!}$$

Dimensionamento Corte - TQS:



Sentido	Seção (cm)		Força (tf)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	31.4	151	11.48	27.04	OK
X-	31.4	151	8.97	27.04	OK
Y+	30.2	151	7.64	26.00	OK
Y-	30.2	151	8.71	26.00	OK

Dimensionamento Punção - Cirsoc:

$$V_u = P_u - q_u \cdot (b_x + d_x) \cdot (b_y + d_y) = 42000 \text{ kg} = 420 \text{ kN}$$

$$\tau_u = \frac{V_u}{A_c} + \frac{\gamma_{vx} \cdot M_{ux} \cdot c_y}{I_x} + \frac{\gamma_{vy} \cdot M_{uy} \cdot c_x}{I_y} = 576,30 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,58 \text{ MPa}$$

V_c – o menor valor entre:

$$V_{c1} = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{6} = 1527 \text{ kN}$$

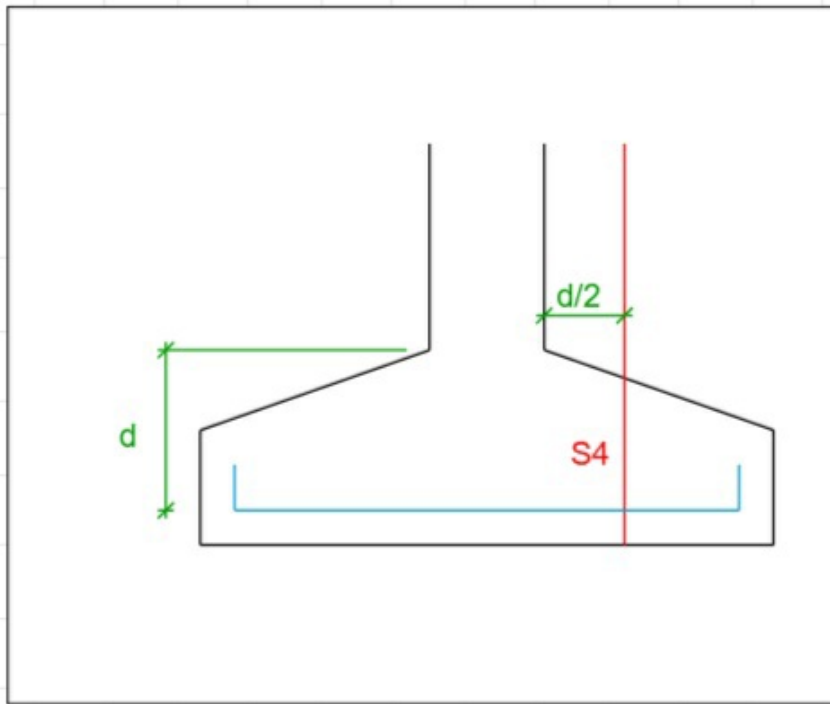
$$V_{c2} = \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \cdot \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{12} = 2042 \text{ kN}$$

$$V_{c3} = \frac{\sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d}{12} = 1220 \text{ kN} \rightarrow \text{OK!}$$

$$\phi \tau_c = \phi \cdot \frac{V_c}{b_o \cdot d} = 0,75 \cdot \frac{1220}{2,64 \cdot 0,31} = 1118,04 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 1,11 \text{ MPa}$$

$$\phi \tau_c \geq \tau_u \rightarrow 1,11 \text{ MPa} \geq 0,58 \text{ MPa} \rightarrow \text{OK!!}$$

Dimensionamento Punção - TQS:



Seção (cm)		Tensão (MPa)		Aviso
ds	b0	Atuante (ν_u)	Limite ($\phi \nu_c$)	
30.8	264	0.65	1.11	OK

Dimensionamento Esmagamento - Cirsoc:

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} > 2 \rightarrow \text{se utiliza: } 2$$

$$\phi P_n = 0,85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 0,85 \cdot 0,65 \cdot 20000 \cdot (0,3 \cdot 0,4) \cdot 2 = 2652 \text{ kN} = 265,20 \text{ tf}$$

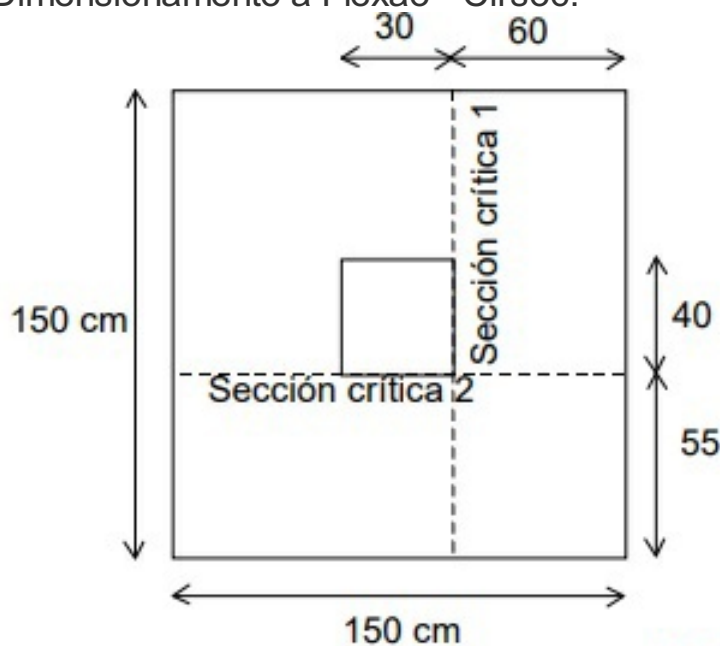
$$P_u = 52 \text{ tf}$$

$$\phi P_n \geq P_u \rightarrow 265,20 \text{ tf} \geq 52 \text{ tf} \rightarrow \text{OK!!}$$

Dimensionamento Esmagamento - TQS:

Posição	Áreas (cm ²)		Força (tf)		Aviso
	A1	A2	Atuante	Limite	
pilar	1200.00	4800.00	51.64	132.60	OK
sapata	1200.00	4800.00	51.64	265.20	OK

Dimensionamento a Flexão - Cirsoc:



$$M_u = 74,16 \text{ kN.m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{0,9} = 82,4 \text{ kN.m} = 0,082 \text{ MN.m}$$

$$K_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_n}{b}}} = \frac{0,30}{\sqrt{\frac{0,082}{0,45}}} = 0,70 \text{ m/MN}$$

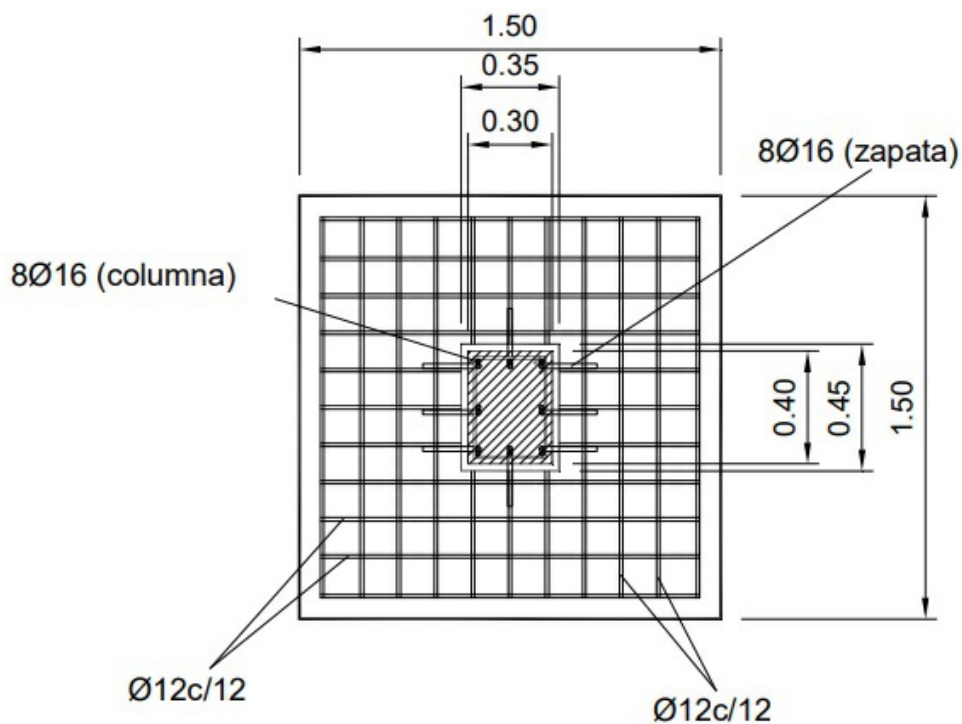
$$K_e = 25,46 \frac{\text{cm}^2}{\text{MN}}$$

$$A_s = K_e \cdot \frac{M_n}{d} = 25,46 \cdot \frac{0,082}{0,3} = 6,96 \text{ cm}^2$$

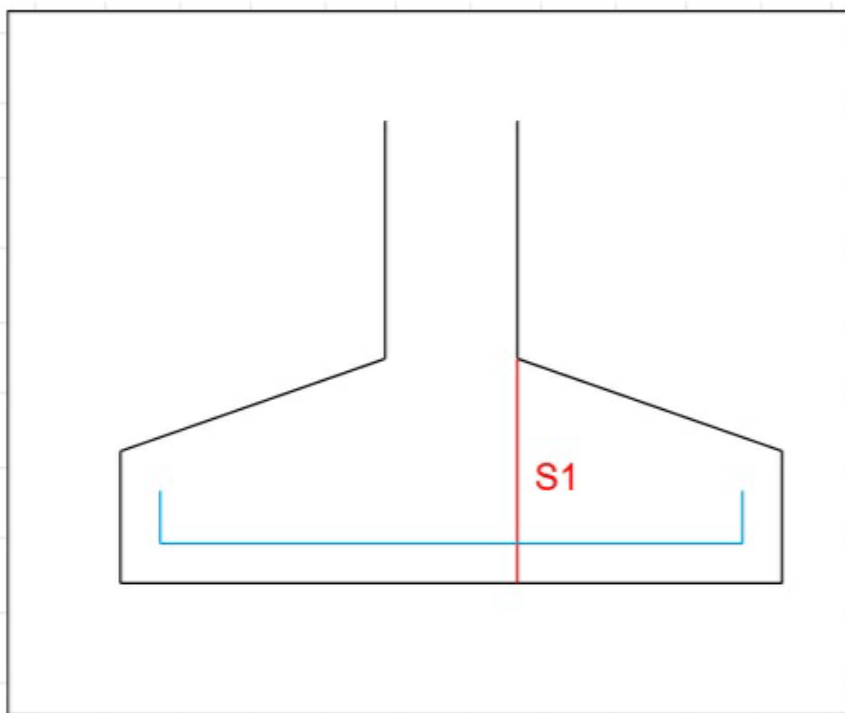
$$A_{s,min} = 0,018 \cdot b \cdot h = 0,0018 \cdot 150 \cdot 40 = 10,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} \geq A_s \rightarrow A_{s,min} \text{ OK!!}$$

Detalhamento Final: 12 Ø 12 mm (13,57 cm²)



Dimensionamento a Flexão - TQS:



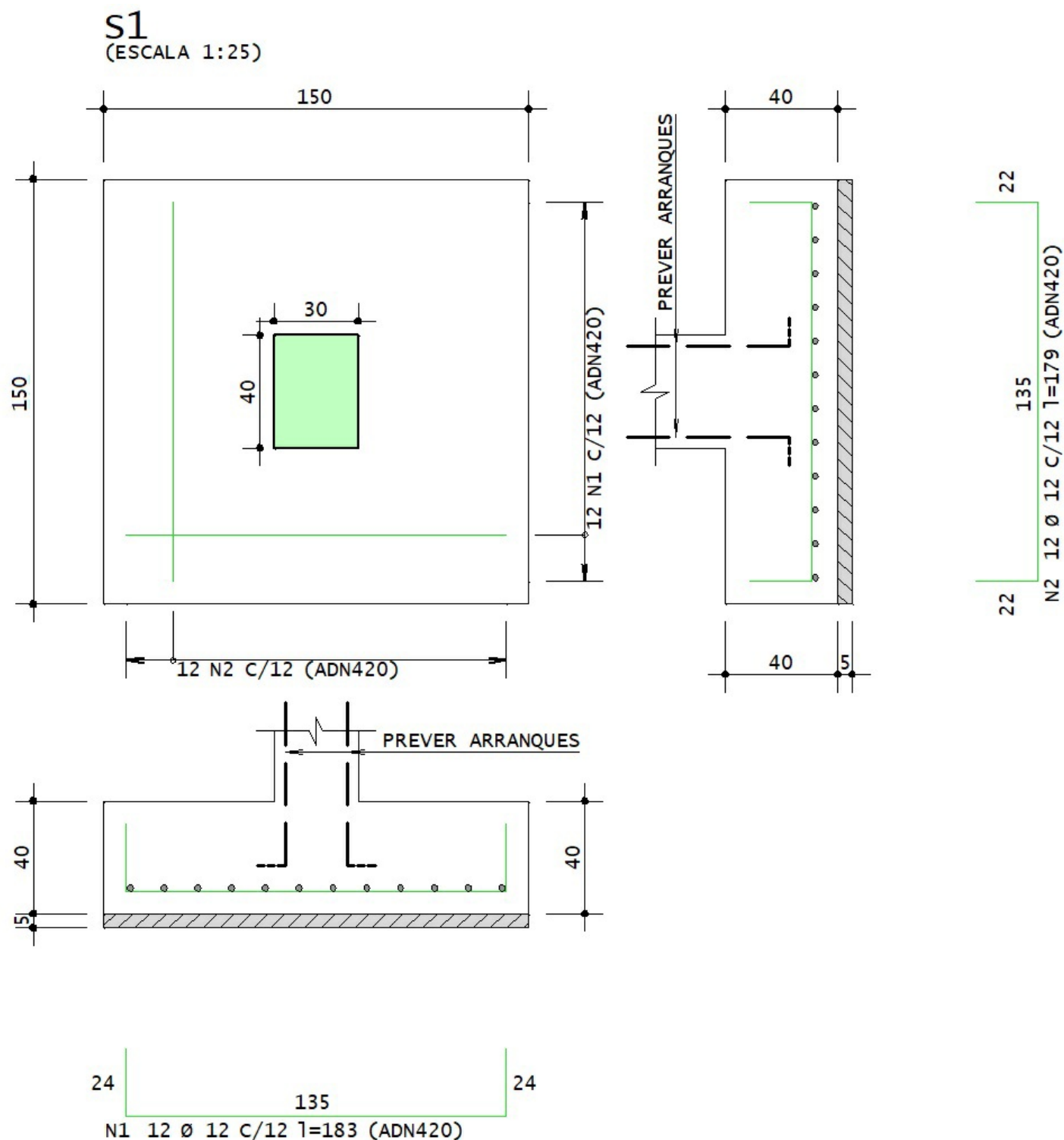
Dimensionamento

Sentido	Momentos (tfm)		Armaduras (cm ²)					
	M _{sd}	M _{min}	d	A _s calc	A _s calc,corr	A _s min,rho	A _s min,crit	A _s nec
X	6.94	13.40	31.4	11.90	11.90	10.87	1.50	12.40
Y	5.56	13.40	30.2	12.40	12.40	10.87	1.50	12.40

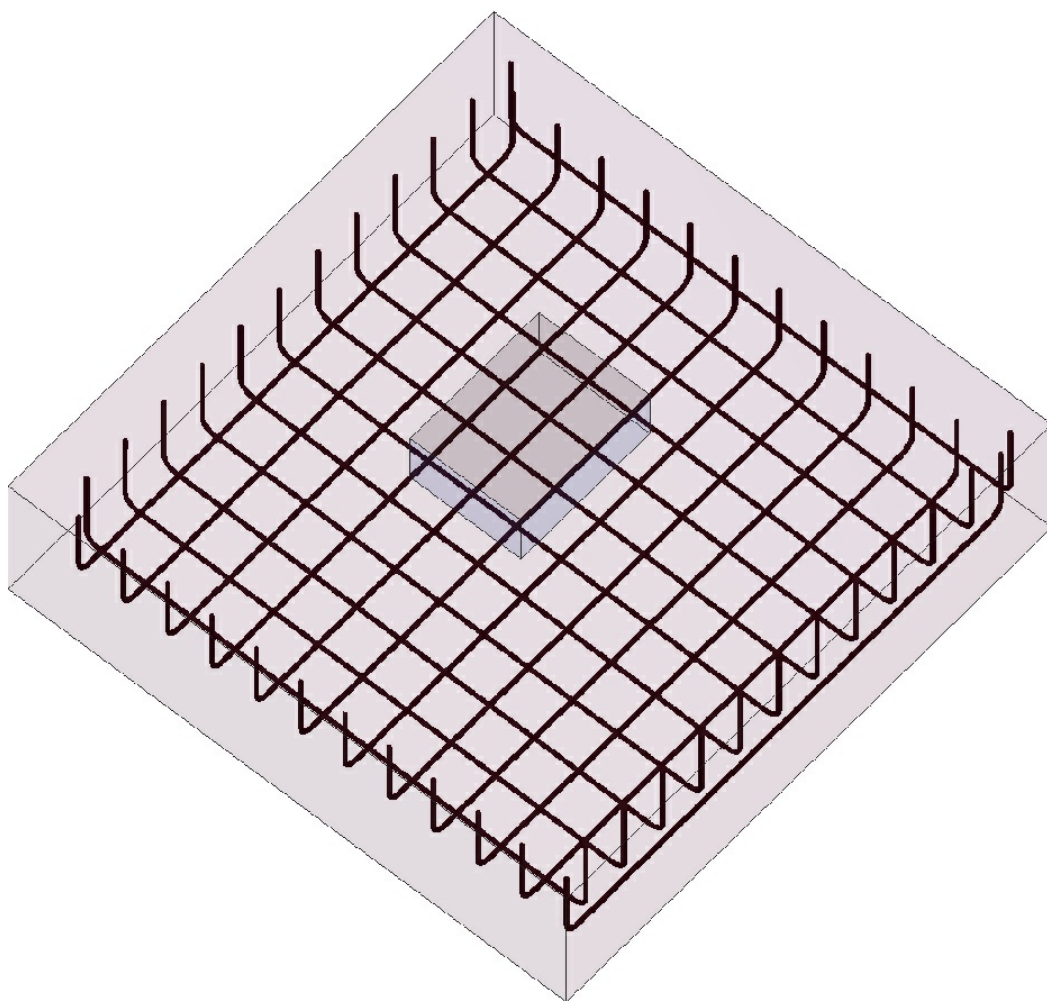
Detalhamento

Sentido	Armaduras				
	AS_{det} (cm ²)	$AS_{det/s}$ (cm ² /m)	N $\emptyset$	$\emptyset$ (mm)	c/ (cm)
X	13.57	8.99	12	12	12
Y	13.57	8.99	12	12	12

Desenho 2D:



Detalhe 3D:



Conclusão:

Os resultados obtidos são muito semelhantes entre os apresentados pelo exemplo e o modelo feito no software TQS.