

## Sapatas - Exemplo 2

### SAPATAS

Neste exemplo, será dimensionada uma sapata utilizando como base a Norma ACI318-19, comparando o cálculo manual dela os resultados obtidos pelo TQS:

Dados:

$ND := 120 \cdot \text{kip}$	$MxD := 240 \cdot \text{kip} \cdot \text{ft}$	$MzD := 0 \cdot \text{kip} \cdot \text{ft}$
$NLL := 100 \cdot \text{kip}$	$MxLL := 100 \cdot \text{kip} \cdot \text{ft}$	$MzLL := 0 \cdot \text{kip} \cdot \text{ft}$
$Numax := \max(1.4 \cdot ND, 1.2 \cdot ND + 1.6 \cdot NLL)$	$Numax = 304 \text{ kip}$	
$Muxmax := \max(1.4 \cdot MxD, 1.2 \cdot MxD + 1.6 \cdot MxLL)$	$Muxmax = 448 \text{ kip} \cdot \text{ft}$	

Tensão Admissível no solo: 4,0 lb/ft<sup>2</sup> ou 27,778 psi

$f_y$ : 60 ksi

$f_c$ : 4 ksi

c: 3 in

Densidade do concreto: 150 lb/ft<sup>3</sup>

Pilar: 24 in x 24 in

Sapata:

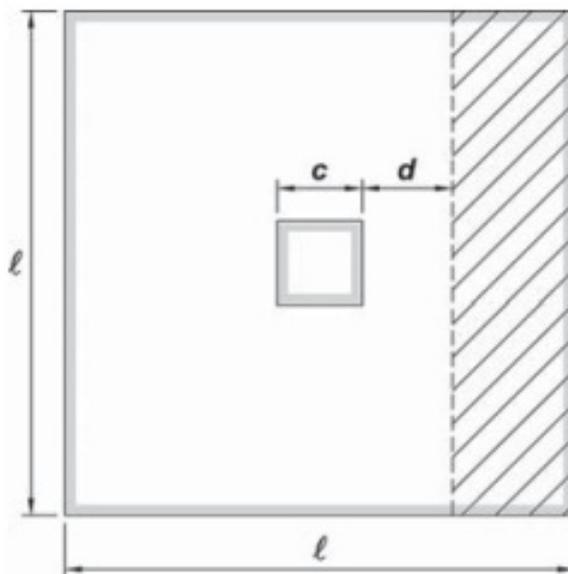
D: 10,5 ft

L: 10,5 ft

$h_f$ : 35 in

$q_u$ : 3,265 kip/ft<sup>2</sup>

Cortante:



$$V_n = V_c \rightarrow V_s = 0$$

$$d_b = \#6 = 0,75 \text{ in}$$

$$s = 7 \text{ in}$$

$$d = 35 - 3 - 0,75 = 31,25 \text{ in}$$

$$\rho_w = \frac{L}{s} \cdot \frac{d_b}{L \cdot d} = 0,002$$

$$\phi V_c = \phi \cdot 8 \cdot \lambda \cdot \rho_w^{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 0,75 \cdot 8 \cdot 1 \cdot \sqrt[3]{0,002} \cdot \sqrt{4000} \cdot 10,5 \cdot 12 \cdot 31,25 = 188,25 \text{ kips}$$

$$\phi V_{c,limite} = 5 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 5 \cdot 0,75 \cdot \frac{\sqrt{4000}}{1000} \cdot 10,5 \cdot 12 \cdot 31,25 = 933,85 \text{ kips} \rightarrow \phi V_{c,limite} \geq \phi V_c \rightarrow OK!!$$

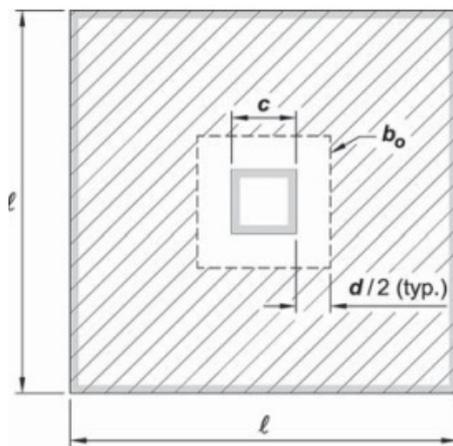
$$V_u = \left( \frac{L}{2} - \frac{a}{2} - d \right) \cdot b \cdot q_u = \left( \frac{10,5 \cdot 12}{2} - \frac{24}{2} - 31,25 \right) \cdot 10,5 \cdot 12 \cdot \frac{3,265}{144} = 56,42 \text{ kips}$$

$$V_u \leq \phi V_c \rightarrow OK!!$$

TQS:

Sentido	Seção (in)		Força (kip)		Aviso
	ds	bs	Atuante	Limite	
X+	30.593"	125.984"	49.30	189.60	OK
X-	30.593"	125.984"	49.30	189.60	OK
Y+	29.967"	125.984"	49.30	187.00	OK
Y-	29.967"	125.984"	49.30	187.00	OK

Punção:



$$b_o = 4 \cdot (c + d) = 4 \cdot (24 + 31,25) = 221 \text{ in}$$

$$v_{c1} = 4 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} = 253 \text{ psi} \quad v_{c1} = 4 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} = 253 \text{ psi}$$

$$v_{c2} = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} = 379,5 \text{ psi}$$

$$v_{c3} = \left(2 + \frac{\alpha \cdot d}{b_o}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} = 484,21 \text{ psi}$$

$v_{c1} \rightarrow OK!!$

$$\phi V_c = \phi \cdot v_{c1} \cdot b_o \cdot d = 0,75 \cdot \frac{253}{1000} \cdot 221 \cdot 31,25 = 1310,46 \text{ kips} \rightarrow 189,75 \text{ lb/in}^2$$

$$V_u = q_u \cdot [(a)^2 - (c + d)^2] = 3,265 \cdot \left[110,25 - \left(\frac{24 + 31,25}{12}\right)^2\right] = 290,75 \text{ kips} \rightarrow 42,10 \text{ lb/in}^2$$

$V_u \leq \phi V_c \rightarrow OK!!$

TQS:

Seção (in)		Tensão (lb/in <sup>2</sup> )		Aviso
ds	b0	Atuante (vu)	Limite ( $\phi v_c$ )	
31.256"	222.520"	45.04	192.81	OK

Esmagamento:

$$B_n = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \cdot 0,85 \cdot f_c \cdot A_1 = 5,25 \cdot 0,85 \cdot 4000 \cdot 576 = 10281 \text{ kips}$$

$$B_n = 2 \cdot (0,85 \cdot f'_c \cdot A_1) = 3916 \text{ kips}$$

Na sapata:  $\phi B_n = 0,65 \cdot 3916 = 2545,4 \text{ kips} \geq B_u (304 \text{ kips}) \rightarrow OK!!$

No pilar:  $\phi B_n = 0,65 \cdot 1958 = 1272,7 \text{ kips} \geq B_u (304 \text{ kips}) \rightarrow OK!!$

TQS:

Posição	Áreas (ft <sup>2</sup> )		Força (kip)		Aviso
	A1	A2	Atuante	Limite	
pilar	4.01	16.02	311.20	1359.71	OK
sapata	4.01	16.02	311.20	2719.43	OK

Flexão:

$M_{ux}$ : 267,40 kip.ft - dx=31,625 in

$M_{uy}$ : 267,40 kip.ft - dy=30,875 in

$$\phi M_n = M_u$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{A_s \cdot 60}{0,85 \cdot 4 \cdot 10,5} = 0,17 A_s$$

$$A_{s,x} = \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{1})} = \frac{267,40 \cdot 12}{0,9 \cdot 60 \cdot (31,625 - \frac{0,17 A_s}{2})} = 1,89 \text{ in}^2$$

$$A_{s,y} = \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{1})} = \frac{267,40 \cdot 12}{0,9 \cdot 60 \cdot (30,875 - \frac{0,17 A_s}{2})} = 1,93 \text{ in}^2$$

$$A_{s,min} = \rho \cdot A_g = 0,0018 \cdot 35 \cdot 10,5 \cdot 12 = 7,94 \text{ in}^2$$

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

Detalhamento:

Adotado #6 - 0,44 in<sup>2</sup>

$$\text{Número de Barras: } \frac{7,94}{0,442} = \rightarrow 18 \text{ barras} \rightarrow s = \frac{10,5 \cdot 12}{18} = 7 \text{ in} \rightarrow \text{Adotado 7 in e 19 barras}$$

$$A_{s,efetivo,xy} = 19 \cdot 0,442 = 8,40 \text{ in}^2$$

TQS:

Sentido	Momentos (kip-ft)		Armaduras (in <sup>2</sup> )					
	M <sub>sd</sub>	M <sub>min</sub>	d	A <sub>s,calc</sub>	A <sub>s,calc,corr</sub>	A <sub>s,min,rho</sub>	A <sub>s,min,crit</sub>	A <sub>s,nec</sub>
X	267.40	0.00	31.632*	2.68	2.68	7.94	0.23	7.94
Y	267.40	0.00	30.880*	2.74	2.74	7.94	0.23	7.94

Sentido	Armaduras				
	AS <sub>det</sub> (in <sup>2</sup> )	AS <sub>det/s</sub> (in <sup>2</sup> /ft)	N <sub>Ø</sub>	Ø (in)	c/ (in)
X	8.44	0.80	19	0.752"	6.299"
Y	8.44	0.80	19	0.752"	6.299"

Comprimento de Ancoragem:

$$\ell_d = \left( \frac{3}{40} \cdot \frac{f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s \cdot \psi_g}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) \cdot d_b = \left( \frac{3}{40} \cdot \frac{60000}{1 \cdot \sqrt{4000}} \cdot \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1}{\left( \frac{3,5 + 0}{0,75} \right)} \right) \cdot 0,75 = 12,2 \text{ in}$$

$$\ell_{d,prov} = \frac{10,5 \cdot 12}{2} - 24 - cover = 36 \text{ in} \geq 12 \text{ in} \rightarrow OK!!$$

Arranques:

Comprimento dos arranques do pilar:

$$A_{s,dowel} = 0,005 \cdot A_g = 0,005 \cdot 24^2 = 2,88 \text{ in}^2$$

$$\ell_{dc1} = \frac{f_y \cdot \psi_r}{50 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \cdot d_b = \frac{60000 \cdot 1}{50 \cdot 1 \cdot \sqrt{4000}} \cdot 1 = 18,97 \text{ in}$$

$$\ell_{dc2} = 0,003 \cdot f_y \cdot \psi_r \cdot d_b = 0,003 \cdot 60000 \cdot 1 \cdot 1 = 18 \text{ in}$$

$$\text{Adotado } \ell_{dc1} \rightarrow 18,97 \text{ in}$$

$$\ell_{sc1} = 0,0005 \cdot f_y \cdot d_b = 0,0005 \cdot 60000 \cdot 1 = 30 \text{ in}$$

$$\ell_{sc2} = 12 \text{ in}$$

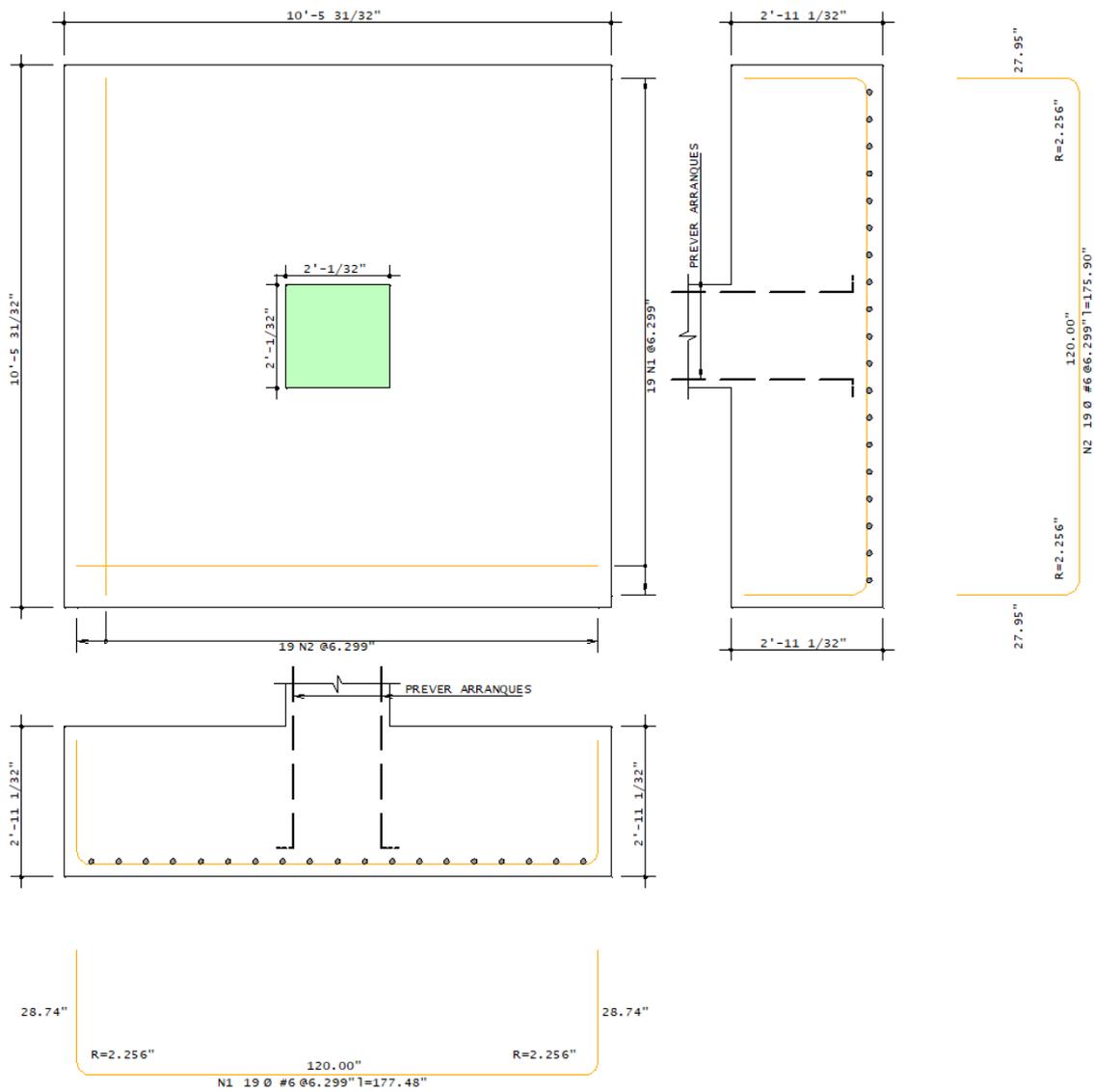
$$\text{Adotado } \ell_{sc1} \rightarrow 30 \text{ in}$$

Comprimento total:

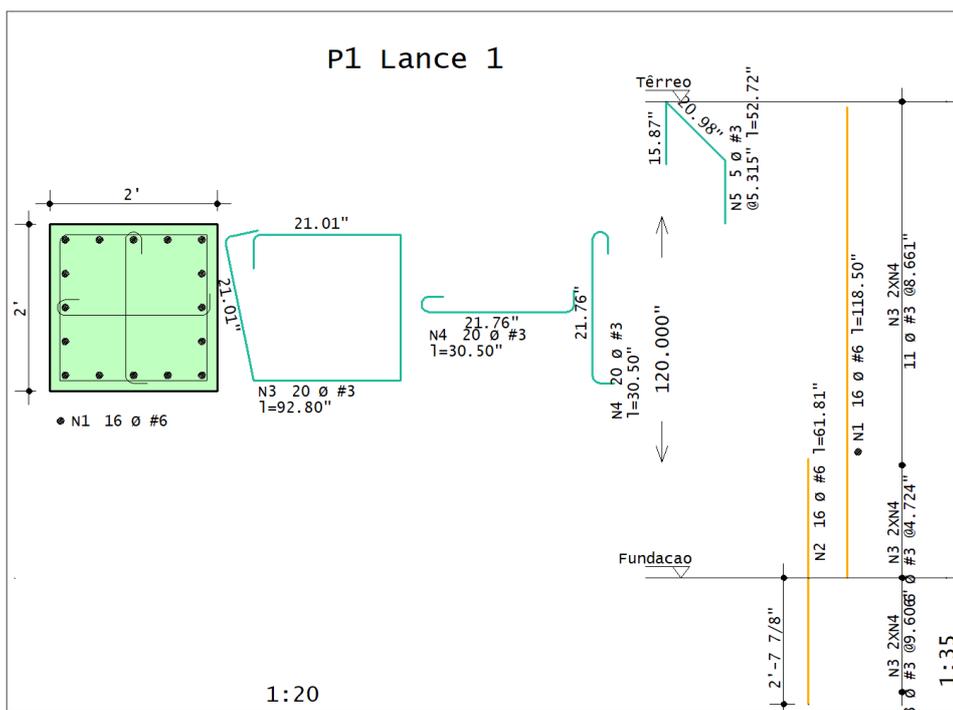
$$\ell_{dc1} + \ell_{sc1} = 18 + 30 = 48 \text{ in}$$

TQS:

**S1**  
(ESCALA 1:25)



**P1 Lance 1**



## Conclusões:

Em geral se observam que os resultados são semelhantes apresentando apenas pequenas diferenças. O detalhamento final do TQS obedece às medidas necessárias pela Norma ACI318-19.