


	<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO</b>		Nº: <b>MC-31PE.05-6251-122-M9C-001</b>						
	CLIENTE: PETRORECONCAVO S.A.		FOLHA: 1 de 13						
	PROGRAMA: EMED DE ÓLEO PARQUE RECIFE		FORMATO: A4						
	ÁREA: PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO / PARQUE RECIFE)		PROJETO: BAH-2021-034						
	TÍTULO: <b>BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B</b>								
	N. INTERNO: —		RESP. TÉCN.: MARCONI SOARES SIMÕES						
	N. CONTRATO - AS: AS-002		CREA: 1100903860						
		ARQUIVO ELETRÔNICO: WORD/V.2003/MC-31PE.05-6251-122-M9C-001=0.docx							
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>									
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	EMISSÃO ORIGINAL								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	26/01/2024								
PROJETO	MCG								
EXECUTANTE:	NEILA								
VERIFICADOR:	MARCONI								
APROVADOR:	MARCONI								
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECONCAVO, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									

	MEMÓRIA DE CÁLCULO	Nº	MC-31PE.05-6251-122-M9C-001	REV.	0
	ÁREA:	PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)		FOLHA	2 de 13
	TÍTULO:	BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B			

## ÍNDICE

1.	OBJETIVO .....	3
2.	BIBLIOGRAFIA .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
4.	DOCUMENTOS GERADOS .....	3
5.	ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	4
6.	GEOMETRIA .....	4
7.	DADOS DO EQUIPAMENTO .....	4
8.	CARGAS ATUANTES .....	4
9.	ANÁLISE ESTRUTURAL E DIMENSIONAMENTO .....	5
9.1	VERIFICAÇÃO DA BASE .....	7
9.2	DIMENSIONAMENTO DAS ARMADURAS.....	10
9.3	AVALIAÇÃO DO RECALQUE IMEDIATO .....	12
10.	CONCLUSÃO .....	13

INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECONCAVO, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

	<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO</b>	Nº <b>MC-31PE.05-6251-122-M9C-001</b>	REV. 0
	ÁREA:	PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)	FOLHA 3 de 13
	TÍTULO:	<b>BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B</b>	

**1. OBJETIVO**

Esta memória tem como finalidade apresentar as premissas básicas e os cálculos desenvolvidos para o dimensionamento da fundação dos tanques TQ-31PE.05-01A/B a ser implantada no Ponto de Entrega 05, localizado no município Pojuca, estado da Bahia.

**2. BIBLIOGRAFIA**

- ✓ Norma NBR 6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- ✓ Norma NBR 6122/2022 – Projeto e Execução de Fundações;
- ✓ Norma NBR 6123/19988 – Forças Devidas ao Vento em Edificações;
- ✓ Norma Petrobras – N-1784 – Apresentação de Projetos de Fundações e Estruturas de Concreto;
- ✓ Norma Petrobras – N-2054 – Acessórios Externos e Internos de Vaso de Pressão;
- ✓ ARAÚJO, José Milton – Curso de Concreto Armado Vol. 1 a 4 - Editora Dunas – 2003;
- ✓ PFEIL, Walter – Concreto Armado – Livros Técnicos e Científicos - Editora Ltda;
- ✓ ALONSO, Urbano Rodriguez. Exercícios de fundações – São Paulo: Edgard Blücher, 1983;
- ✓ DÉCOURT, L.; J. H. Albiero; Cintra, J. C. A. – Fundações, Teoria e Prática – Editora Pini – São Paulo, 1996;
- ✓ MOLITERNO, Antônio – Caderno de Muros de Arrimo – Editora Edgard Blucher, 1980;
- ✓ Programa StaadPro v.8i.


**3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

- ✓ DE-31PE.05-6251-942-M9C-001 – Planta de Arranjo;
- ✓ DE-31PE.05-6251-200-M9C-003 – Planta de Tubulação – Tancagem – TQ-31PE.05-01A/B;
- ✓ FD-31PE.05-6251-511-M9C-001 – Folha de Dados TQ-31PE.05-01A;
- ✓ FD-31PE.05-6251-511-M9C-002 – Folha de Dados TQ-31PE.05-01B;
- ✓ RL-2023.04-0178-PTR-SND-001 – Relatório de Sondagem – Estação Parque Recife;

**4. DOCUMENTOS GERADOS**

- ✓ DE-31PE.05-6251-122-M9C-006 – Estrutura de Concreto – Bases para Tanques TQ-31PE.05-01A/B – Forma;
- ✓ DE-31PE.05-6251-122-M9C-007 – Estrutura de Concreto – Bases para Tanques TQ-31PE.05-01A/B – Armadura.

INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECONCAVO, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

	<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO</b>	Nº <b>MC-31PE.05-6251-122-M9C-001</b>	REV. 0
	ÁREA:	PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)	FOLHA 4 de 13
	TÍTULO: <b>BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B</b>		

**5. ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS**

- ✓ Concreto estrutural  $f_{ck} \geq 30$  MPa
- ✓ Classe de Agressividade Ambiental III
- ✓ Relação A/C em massa:  $\leq 0,55$
- ✓ Peso Específico do Concreto Armado: 2,5 tf/m<sup>3</sup>
- ✓ Módulo de Young:  $E_{ci} = 30672,46$  MPa
- ✓ Módulo de Elasticidade Secante:  $E_{cs} = 26991,76$  MPa
- ✓ Módulo de Elasticidade Transversal:  $G = 11246,6$  MPa
- ✓ Coeficiente de Poisson:  $\nu = 0,20$  (concreto)
- ✓ Coeficiente de Dilatação Térmica:  $10^{-5}$  °C<sup>-1</sup>
- ✓ Resistência característica do aço ao escoamento:  $f_{yk} = 5,0$  tf/cm<sup>2</sup>
- ✓ Aço CA-50
- ✓ Cobrimento das Armaduras:  $C = 4,0$  cm
- ✓ Tensão admissível do solo  $\sigma_{adm} = 1,5$  kgf/cm<sup>2</sup> (Adotada)

(Obs.: As camadas existentes de argila mole devem ser substituídas por aterro compactado com tensão do solo, conforme indicado no projeto)

**6. GEOMETRIA**

A fundação do tanque de água oleosa será do tipo anel periférico em concreto armado  $f_{ck} \geq 30$  MPa, moldado “in loco”.

**7. DADOS DO EQUIPAMENTO**

- ✓ Diâmetro interno: 9144 mm
- ✓ Altura: 12192 mm
- ✓ Peso vazio: 35710 kgf = 357,10 kN
- ✓ Peso cheio: 884650 kgf = 8846,50 kN
- ✓ Peso em operação: 905935 kgf = 9059,35 kN

**8. CARGAS ATUANTES**


Foram considerados no dimensionamento da fundação do tanque os carregamentos indicados a seguir.

- ✓ Peso próprio do Anel (P.P.):

$$P.P. = [(\pi \times 4,805^2 - \pi \times 4,305^2)/4] \times (2 \times \pi \times 4,555) \times 0,9 \times 25$$

$$P.P. = 126,44 \text{ kN}$$
  

INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECONCAVO, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.
--

	<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO</b>	Nº <b>MC-31PE.05-6251-122-M9C-001</b>	REV. 0
	ÁREA:	PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)	FOLHA 5 de 13
	TÍTULO: <b>BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B</b>		

✓ **Peso Vazio ( $P_{VAZIO}$ ):**  
 $P_{VAZIO} = 357,10 \text{ kN}$

✓ **Peso em Operação ( $P_{OPER}$ ):**  
 $P_{CHEIO} = 9059,35 \text{ kN}$

✓ **Vento (V):**  
 $V_0 = 30 \text{ m/s}$  (Velocidade básica)  
 $S_1 = 1,0$  (Terreno plano ou fracamente acidentado)  
 $S_2 = 0,96$  (Categoria III, Classe A)  
 $S_3 = 0,95$  (Grupo 3)

Velocidade característica ( $V_k$ ):  
 $V_k = 1,0 \times 0,96 \times 0,95 \times 30 = 27,36 \text{ m/s}$

Cálculo da pressão dinâmica (Equipamento):  
 $q = V_k^2 / 16$   
 $q = (27,36)^2 / 16 = 46,79 \text{ kgf/m}^2 \approx 0,47 \text{ kN/m}^2$

$C_a$  = coeficiente de arrasto (tab. 10 da NBR-6123/1988)  
 $Re = 70000 \times 27,36 \times 9,144 = 17512588,8 \rightarrow \times 10^5 = 175,13 \times 10^5 > 4,2 \times 10^5$   
 $h/l1 = (9,144 / 12,192) = 0,75$   
 $C_a = 0,5$   
 $F_v = 0,5 \times 0,47 \times (9,144 \times 12,192) = 26,2 \text{ kN}$

### 9. ANÁLISE ESTRUTURAL E DIMENSIONAMENTO

Nesta memória de cálculo, a análise estrutural será feita no regime elástico e o dimensionamento / verificação será executado segundo o critério dos estados limites. Para fins de dimensionamento estrutural, daremos preferência, sempre que possível, às seções sub-armadas e normalmente armadas (domínios 2 e 3).

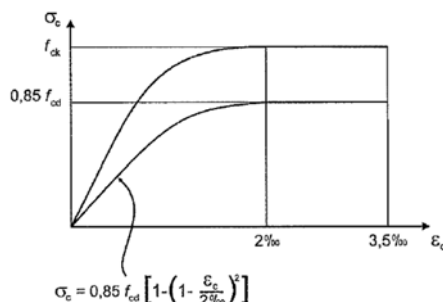
✓ **Considerações Básicas para Cálculo de Placas e Vigas**

Hipóteses Básicas para o Dimensionamento:

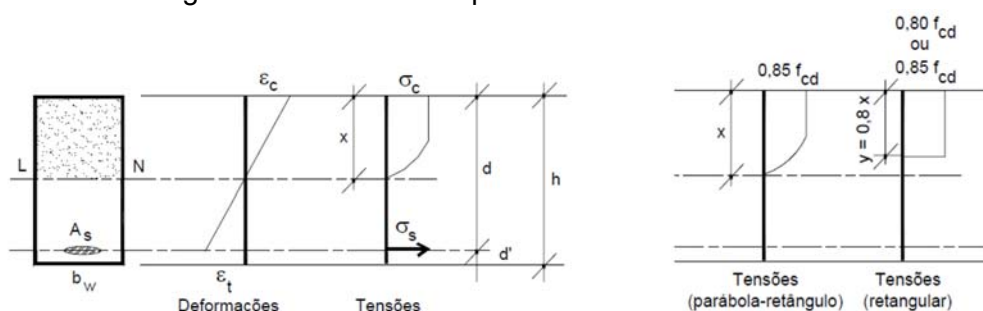
- Seção plana permanece plana até a ruptura
- $\epsilon_{cu} = \epsilon_{cd} = 3,5 \text{ ‰}$
- $f_t$  concreto = 0
- $\epsilon_{su} = \epsilon_{sd} = 10 \text{ ‰}$
- $\sigma_s$  é correspondente ao  $\epsilon_s$
- é utilizado diagrama simplificado para o concreto

INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETRORECONCAVO, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.
--

**BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B**


- é usado o diagrama de tensões simplificado:



$$\sum F_h = 0; \quad C = T$$

$$0,85 \times f_{cd} \times b_w \times y = \sigma_{sd} \times A_s$$

$$\sum M = 0; \quad M_{int} = M_{ext}$$

$$M_{int} = C \times z = T \times z; \quad M_{ext} = M_d$$

$$M_d = 0,85 \times f_{cd} \times b_w \times y \times \left( d - \frac{y}{2} \right) = \sigma_{sd} \times A_s \times \left( d - \frac{y}{2} \right)$$

Equações básicas para o Dimensionamento:

$$\frac{M_d}{0,85 \times f_{cd} \times b_w \times d^2} = \frac{y}{d} \times \left( 1 - \frac{y}{2 \times d} \right)$$

$$\frac{y}{d} = \rho \times \frac{f_{yd}}{0,85 \cdot f_{cd}}$$

$$\frac{y}{d} = \frac{0,8}{1 + \frac{\epsilon_{sd}}{\epsilon_{cd}}}$$

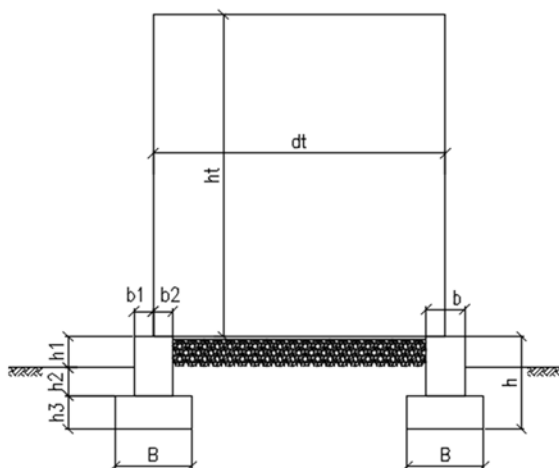
Comparação com  $\left( \frac{y}{d} \right)_{lim}$

$$\left( \frac{y}{d} \right) \leq \left( \frac{y}{d} \right)_{lim} \rightarrow \text{ponto A (seção normalmente armada)} \rightarrow \left( \frac{y}{d} \right)_{lim} = 0,36^*$$

\* para o aço CA 50 (A norma NBR6118/2014 limita o dimensionamento no domínio 3 para  $x/d \leq 0,45 \rightarrow y/d = 0,8 x/d$ )

## 9.1 VERIFICAÇÃO DA BASE

A verificação da base do tanque será feita com o auxílio de planilha de cálculo, conforme mostrado a seguir.



### NOTAS

$\rho_T$  - Peso específico do solo compactado

$\rho_h$  - Peso específico do solo natural

$\rho_L$  - Peso específico do Líquido

$\rho_{\text{CONCRETO}}$  - Peso específico do Concreto

$P_{TV}$  - Peso do tanque vazio

$\sigma_{\text{(aço)}}$  - tensão na barra (tabela 17.2 da NBR-6118)

$P_i$  - Pressão interna do tanque

### BASE EM ANEL DE CONCRETO

#### DADOS DE ENTRADA

$\rho_T =$	18,00	kN/m <sup>3</sup>	$h =$	0,90	m
$\rho_h =$	16,00	kN/m <sup>3</sup>	$h_1 =$	0,40	m
$\rho_L =$	9,96	kN/m <sup>3</sup>	$h_2 =$	0,50	m
$\rho_{\text{conc.}} =$	25,00	kN/m <sup>3</sup>	$h_3 =$	0,00	m
$P_{TV} =$	357,10	kN	$h_T =$	12,192	m
$f_{ck} =$	30,00	MPa	$d_T =$	9,144	m
$\sigma_{\text{(aço)}} =$	240,00	MPa	$b_1 =$	0,25	m
$P_i =$	0,00	kN/m <sup>2</sup>	$b_2 =$	0,25	m

#### ESFORÇOS DEVIDO AO VENTO

$V_0 =$	30	m/s	$S_2 =$	0,96	(Categoria III, classe A)	$S_3 =$	0,95
$S_1 =$	1,0						
$V_k =$	27,36	m/s					
$q =$	0,47	kN/m <sup>2</sup>					
$q_{\text{adot.}} =$	0,47	kN/m <sup>2</sup>					
$A_e =$	111,48	m <sup>2</sup>					
$F_v =$	26,20	kN					

$$M_vf = ((h_T + h_1)/2 + h_2 + h_3) \cdot F_v$$

$$M_vf = 178,05 \text{ kN.m}$$

$$M_vt = (h_T/2) \cdot F_v$$

$$M_vt = 159,71 \text{ kN.m}$$

**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

Nº

**MC-31PE.05-6251-122-M9C-001**

REV.

0

ÁREA:

PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)

FOLHA

8

de

13

TÍTULO:

**BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B****ANÁLISE DA ESTABILIDADE****- Verificação das tensões na Fundação***Tensão sob o solo compactado*

$$p = p_1 + p_2 - p_3$$

$$p_1 = \rho_T \cdot h$$

$$p_1 = 7,20 \text{ kN/m}^2$$

$$p_2 = \rho_L \cdot h_T$$

$$p_2 = 121,43 \text{ kN/m}^2$$

$$p_3 = \rho_h \cdot (h_2 + h_3)$$

$$p_3 = 8,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_{adm} = 150,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 120,63 \text{ kN/m}^2$$

$$p < \tau_{adm} \quad \text{ok!}$$

**- Pré-dimensionamento da Espessura do anel**

$$\varphi = P_{TV} / (\pi \cdot d_T)$$

$$\varphi = 12,43 \text{ kN/m}$$

$$p_4 = (\rho_L \cdot h_T \cdot (b/2)) / b$$

$$p_4 = 60,72 \text{ kN/m}^2$$

$$p_5 = \rho_{conc} \cdot h$$

$$p_5 = 22,50 \text{ kN/m}^2$$

$$p_6 = p_1 + p_2 - p_4 - p_5$$

$$p_6 = 45,42 \text{ kN/m}^2$$

$$b_{calc.} = p_6 / \varphi$$

$$b_{calc.} = 0,27 \text{ m}$$

Módulo de Resistência do anel

$$W_A = (\pi/32) \cdot [(\varnothing_B^4 - \varnothing^4) / \varnothing_B]$$

$$\varnothing = 8,64 \text{ m}$$

$$\varnothing_B = 9,64 \text{ m}$$

$$W_A = 31,23 \text{ m}^3$$

$$b_{adot.} = 0,50 \text{ m}$$

$$B_{BASE} = 0,50 \text{ m}$$

**- Tensão sob o anel de concreto**

$$p_7 = \varphi / b$$

$$p_7 = 24,86 \text{ kN/m}^2$$

$$p_8 = M_v / W_A$$

$$p_8 = 5,70 \text{ kN/m}^2$$

$$P = p_4 + p_5 + p_7 + p_8$$

$$P = 113,78 \text{ kN/m}^2$$

$$P < \tau_{adm} \quad \text{ok!}$$

**- Verificação ao arrancamento do Anel**

$$P_g = \rho_c \cdot b \cdot h$$

$$P_g = 11,25 \text{ kN/m}$$

$$p_{s1} = \rho_T \cdot k_0 \cdot h$$

$$p_{s1} = 8,10 \text{ kN/m}^2$$



**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

Nº

**MC-31PE.05-6251-122-M9C-001**

REV.

0

ÁREA:

PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)

FOLHA

9

de

13

TÍTULO:

**BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B**

$$E_1 = p_{s1} \cdot h/2$$

$$E_1 = \boxed{3,65} \text{ kN/m}$$

$$P_f = E_1 \cdot \tan(35)$$

$$P_f = \boxed{2,55} \text{ kN/m}$$

$$T_a = P_{TV}/(\pi \cdot d_T) - Mvt/(\pi \cdot d_T^2/4)$$

$$T_a = \boxed{10,00} \text{ kN/m}$$

$$P_g + P_f + \varphi = \boxed{26,23} \text{ kN/m}$$

$$T_a \leq P_g + P_f + \varphi \quad \text{ok!}$$

**- Verificação da Máxima pressão de apoio do tanque sobre o concreto**

$$\sigma_{C'max} = (\varphi + Mvt/(\pi \cdot d_T^2/4))/e$$

$$\sigma_{C'max} = \boxed{59,45} \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{adm} = \boxed{18214,29} \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{C'max} < \sigma_{adm} \quad \text{ok!}$$

**- Esforços Solicitantes**

M = Momento Torsor por metro de perímetro

$$M_T = \rho_L \cdot h_T \cdot b_2 \cdot (b/2 - b_2/2) - \varphi \cdot (b/2 - b_1)$$

$$M_T = \boxed{3,79} \text{ kN.m/m}$$

M<sub>F</sub> = Momento Fletor na Base por metro de perímetro

$$M_F = M_T \cdot (\varnothing + b)/2$$

$$M_F = \boxed{17,35} \text{ kN.m/m}$$

V = Esforço Cortante por metro de perímetro

$$V = q_i \cdot b_2$$

$$q_i = P_{TV} / (\pi \cdot (\varnothing + b_2) \cdot b_2)$$

$$q_i = \boxed{51,12} \text{ kN/m}^2$$

$$V = \boxed{12,78} \text{ kN/m}$$

**CÁLCULO DA TRAÇÃO NO ANEL**

$$h_0 = p_2/\rho_L$$

$$h_0 = \boxed{6,75} \text{ m}$$

$$p_{s2} = k_0 \cdot \rho_T \cdot h_0$$

$$p_{s2} = \boxed{60,72} \text{ kN/m}^2$$

$$H = h + h_0$$

$$H = \boxed{7,65} \text{ m}$$

$$p_{s3} = k_0 \cdot \rho_T \cdot H$$

$$p_{s3} = \boxed{68,82} \text{ kN/m}^2$$

$$E_2 = (p_{s2} + p_{s3}) \cdot h/2$$

$$E_2 = \boxed{58,29} \text{ kN/m}$$

$$T_c = E_2 \cdot (\varnothing + b)/2$$

$$T_c = \boxed{266,50} \text{ kN}$$

**Armadura necessária para Tração**

$$A_s = (\gamma_c \cdot T_c) / \sigma(aço)$$

$$A_s = \boxed{15,55} \text{ cm}^2$$

**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

Nº

**MC-31PE.05-6251-122-M9C-001**

REV.

0

ÁREA:

PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)

FOLHA

10

de

13

TÍTULO:

**BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B****9.2 DIMENSIONAMENTO DAS ARMADURAS**Esforços críticos

$$\begin{aligned} M_{K+} \text{ máx} &= 17,350 \text{ KN.m} \\ M_{K-} \text{ máx} &= 0,000 \text{ KN.m} \\ V_{K} \text{ máx} &= 12,78 \text{ KN} \end{aligned}$$

Características da peça

$$\begin{aligned} b_w &= 0,50 \text{ m} \\ h &= 0,90 \text{ m} \\ d' &= 0,04 \text{ m} \\ d &= 0,856 \text{ m} \\ f_{ck} &= 30 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Armadura longitudinal

$$\frac{M_d}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d^2} = \frac{y}{d} \left(1 - 0,5 \frac{y}{d}\right) \quad \frac{y}{d} = \rho \frac{f_{yd}}{0,85 \cdot f_{cd}} \quad \frac{A_s}{b_w \cdot d} = \rho$$

**CA50**

$$Y / d_{(LIM)} = 0,360$$

Armadura mínima

$$A_s \text{ min} = 6,75 \text{ cm}^2$$

Armadura Positiva

$$Y/D = 0,0036$$

$$A_s = 0,65 \text{ cm}^2$$

Necessária

$$A_s = 6,75 \text{ cm}^2$$

Armadura negativa

$$Y/D = 0,0000$$

$$A_s = 0,00 \text{ cm}^2$$

Necessária

$$A_s = 6,75 \text{ cm}^2$$

Armadura de Pele

$$A_s(\text{pele}) = 4,50 \text{ cm}^2$$

Armadura Transversal

Cortante de Projeto

$$V_{sd} = 1,4 \cdot V_k$$

$$V_{sd} = 17,89 \text{ KN}$$

Número de pernas :

$$n_p = 2 \text{ unid}$$

Inclinação do estribo

$$\alpha = 90 \text{ graus}$$

Resistências do Concreto

$$f_{cd} = f_{ck} / 1,4$$

$$f_{cd} = 21428,57 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

$$f_{ctm} = 2896,468 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{ctd} = 0,7 \cdot f_{ctm} / 1,4$$

$$f_{ctd} = 1448,234 \text{ kN/m}^2$$

**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

Nº

**MC-31PE.05-6251-122-M9C-001**

REV.

0

ÁREA:

PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)

FOLHA

11

de

13

TÍTULO:

**BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B**Cortante Resistente

$$\alpha V = 1 - f_{ck} / 250$$

$$\alpha V = 0,88$$

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \alpha V \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd2} = 2179,13 \text{ KN}$$

Parcela resistente do concreto

flexão simples e na flexo-tração com a linha neutra cortando a seção

$$V_c = V_{c0} = 0,6 \cdot F_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = V_{c0} = 371,91 \text{ KN}$$

Armadura necessária

$$A_s = 1,1 \cdot (V_{sd} - V_c) / (d \cdot f_{yk})$$

$$A_s = 0,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura mínima:

$$A_{s \text{ min}} = 0,2 \cdot b_w \cdot f_{ctm} / f_{yk}$$

$$A_{s \text{ min}} = 5,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura adotada:

$$A_{s \text{ adot.}} = 5,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura de TorçãoCortante de Projeto

$$T_{sd} = 3,79 \text{ kN.m}$$

Geometria

$$\text{teta (graus)} = 45 \quad 0,79 \text{ rd}$$

$$\text{alfa (graus)} = 90 \quad 1,57 \text{ rd}$$

$$\text{alfa}_{V2} = 0,88$$

$$h_e = 0,16 \text{ m}$$

$$A_e = 0,24 \text{ m}^2$$

$$u_e = 2,07 \text{ m}$$

Verificação Compressão Diagonal do Concreto

$$V_{Rd2} = 2077,30 \text{ kN}$$

$$T_{sd} = 3,79 \text{ kN}$$

$$T_{Rd2} = 362,06 \text{ kN}$$

$$V_{sd} / V_{rd2} + T_{sd} / T_{Rd2} \leq 1$$

$$V_{sd} / V_{rd2} + T_{sd} / T_{Rd2} = 0,019 \quad \text{OK}$$

Armadura mínima para Torção

$$A_{sT, \text{min}} = 0,2 \cdot b_w \cdot F_{ctm} / f_{yk}$$

$$A_{sT, \text{min}} = 0,00 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_{sT, \text{min}} = 5,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armadura Longitudinal

$$A_{sl} / u_l = T_{sd} / 2 \cdot A_e \cdot f_{yd} \cdot \tan(\text{teta})$$

$$A_{sl} / u_l = 1,815E-05 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A_{sl} / u_l(\text{adot}) = 0,18 \text{ cm}^2/\text{m}$$

armadura superior e inferior:

**Asl(sup/inf) = 0,06 cm²**

Armadura Lateral:

**Asl(lat) = 0,13 cm²**

**Armadura Transversal**

A90 / s = 1,815E-05 m²/m Ast + Asv < Asmin - usar mínimo

**A90 / s (adot) = 2,90 cm²/m**

Armaduras calculadas:

Superior – As = 6,75 cm² – adotado: 4 Ø16

Inferior – As = 6,75 cm² – adotado: 4 Ø16

Estribos – Ø8 c/15

Lateral – As = 15,55 cm² – adotado: (4 Ø12,5 + 2 Ø16)/ face

### 9.3 AVALIAÇÃO DO RECALQUE IMEDIATO

Bases rígidas:

$$s_e = \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot \frac{q \cdot (B \cdot L)^{0,5}}{I}$$

onde:

Se = recalque estimado da base

μ = coeficiente de Poisson do solo = 0,4

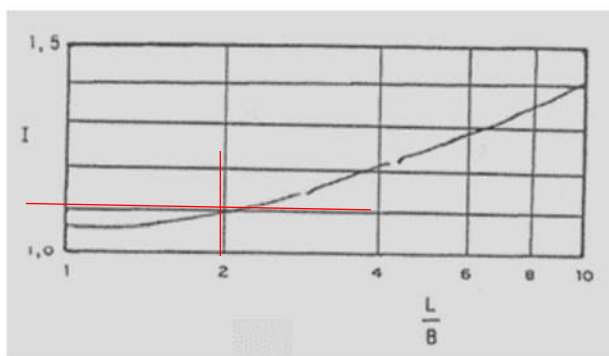
E = módulo de elasticidade do solo = 20 MPa

q = tensão média aplicada no solo pela base

B = menor dimensão da base = 0,50 m

L = maior dimensão da base = 1,0 m

I = fator de influência de forma e posição




**Sapatas rígidas**

Fator de influência e posição I para sapatas rígidas

L/B = 1,0/0,5 = 2,0

Se = [(1 - 0,40) / 20000] x [113,78 x (1,0 x 0,5)<sup>0,5</sup> / 1,10 = 0,0022 m → 2,2 mm < 65 mm para sapata isolada sobre argila (item 7.7.5 do Livro Fundações – Teoria e Prática) → OK

	<b>MEMÓRIA DE CÁLCULO</b>	Nº <b>MC-31PE.05-6251-122-M9C-001</b>	REV. 0
	ÁREA:	PONTO DE ENTREGA 05 (EMES SRO/ PARQUE RECIFE)	FOLHA 13 de 13
	TÍTULO: <b>BASES PARA TANQUES TQ-31PE.05-01A/B</b>		

## 10. CONCLUSÃO

As estruturas de concreto dimensionadas nesta memória de cálculo atendem aos critérios de segurança estabelecidos nas normas citadas no item 2.