TRANSPETRO	**MEMÓRIA DE CÁLCULO**	Nº:	**MC-4200.02-6000-100-PTD-002**
	CLIENTE:	TP/DOP/DTNNESE/UO-RJMG/ANGRA/OP	FOLHA: 1 de 25
	PROJETO:	ABASTECIMENTO DE BUNKER - PÍER SECUNDÁRIO	TPP-535-
	ÁREA:	TERMINAL DA BAÍA DA ILHA GRANDE (TEBIG) - ASA	-
DIRETORIA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA	**TÍTULO:**	ESTRUTURAS METÁLICAS, DORMENTE E BASE DAS BOMBAS	TP/DTEC/ENG/PPL/DPL/DP1
			INTERNO
			Versão do Software: Microsoft Word 2016

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão inicial.
A	Emissão para atendimento ao relatório de conformidade

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	15/09/2023	27/11/2023							
EXECUÇÃO	F0TH	F0TH							
VERIFICAÇÃO	T2ZX	T2ZX							
APROVAÇÃO	TRL5	T2FV							

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

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 5
3. NORMAS E BIBLIOGRAFIAS 6
4. CONCEPÇÃO DO PROJETO 7
4.1 CARREGAMENTOS 7
4.1.1 Cobertura 7
4.1.2 Perfil da Talha 8
4.1.3 Dormente 8
4.1.4 Bases das Bombas 8
4.2 MATERIAL 9
4.2.1 Cobertura metálica e perfil de suporte de talha 9
4.2.2 Dormente de tubulação e bases das bombas 9
4.3 DURABILIDADE 9
4.4 MODELAGEM 9
4.4.1 Dormente 9
4.4.2 Cobertura metálica 9
4.4.3 Bases das Bombas 10
5. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS METÁLICOS – COBERTURA E PEÇA DE SUPORTE DA TALHA 10
5.1 TELHADO 10
5.2 TERÇAS 10
5.3 PEÇA DE SUPORTE DE TALHA COM TRILHO 13
5.4 PÓRTICO 03 (MAIS SOLICITADO) 16
5.5 PLACAS DE BASES E CHUMBADORES 22
6. DIMENSIONAMENTO DO DORMENTE 22
6.1 CONCRETO 22
6.2 DETALHAMENTO DA ARMADURA 23
7. DIMENSIONAMENTO DA BASE DAS BOMBAS 24
7.1 CONCRETO 24
7.2 GEOMETRIA 24
7.3 DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DA ARMADURA 24
7.4 TENSÃO NO SOLO 25
8. OBSERVAÇÕES FINAIS DO PROJETO 25

1. OBJETIVO

O objetivo deste documento é calcular e dimensionar a cobertura metálica, perfis de suporte de talha, dormente em concreto armado da área do manifold e bases de bombas, para futuras operações de barcaças, no Píer de Rebocadores do terminal Alm. Maximiano da Fonseca (TEBIG), localizado em Angra dos Reis / RJ.



Figura 1 – Terminal da Petrobras TEBIG, Angra dos Reis



Figura 2 – Vista do atual píer dos rebocadores



Figura 3 – Vista da atual área das bombas

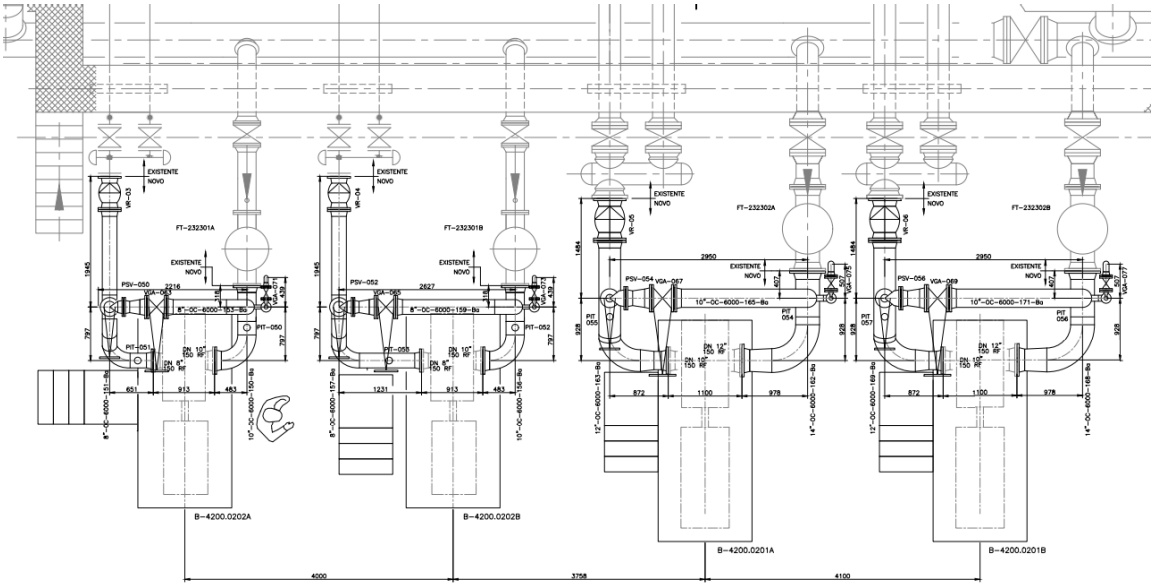


Figura 4 – Projeto de futuras bombas – fonte: [2].

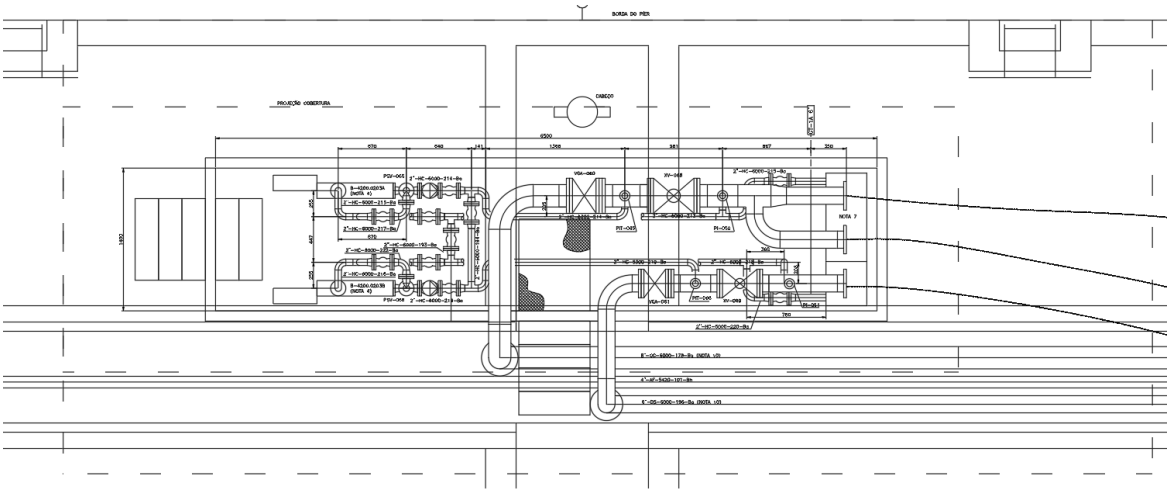


Figura 5 – Projeto de futuro manifold com projeção de futura cobertura – fonte: [1].

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os seguintes documentos foram utilizados como referência para esta especificação técnica:

[1]	DE-4200.02-6000-200-PTD-007	PLANTA DE TUBULAÇÃO PÍER DE BARCAÇA – MANIFOLD

[2]	DE-4200.02-6000-200-PTD-001	PLANTA DE TUBULAÇÃO – BOMBAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL
[3]	DE-4200.02-6611-131-PTI-061	PIER PARA REBOCADORES – 1ª PARTE – FORMAS
[4]	DE-4200.02-6611-131-PTI-066	PIER PARA REBOCADORES – 2ª PARTE – FORMAS

3. NORMAS E BIBLIOGRAFIAS

Este documento baseou-se na aplicação das seções e últimas revisões das normas brasileiras da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As seguintes normas técnicas da ABNT foram adotadas no desenvolvimento do estudo:

- NBR 8681 Ações e segurança nas estruturas – Procedimento
- NBR 8800 Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e de concreto de edifícios
- NBR 6120 Ações para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6118 Projeto de estruturas em concreto
- NBR 6122 Projeto e execução de fundações
- NBR-6123 Forças devidas ao vento em edificações
- NBR-8681 Ações e Segurança nas Estruturas
- NBR 9882 Ações em Estruturas Portuárias, Marítimas ou Fluviais
- NR 29 Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário

Também foram utilizadas como referência as Normas PETROBRAS, as mesmas seguem abaixo:

- N-0381 Formulários para Emissão de Documentos Técnicos de Engenharia
- N-0293 Fabricação e Montagem de Estruturas Metálicas
- N-1710 Codificação de Documentos Técnicos de Engenharia
- N-1550 Pintura de Estrutura Metálica

- N-1644 Construção de Fundações e Estruturas de Concreto Armado
- N-0134 Chumbadores para concreto
- N-0279 Projeto de Estruturas de Aço
- N-1758 Suporte, Apoio e Restrição para Tubulações

4. CONCEPÇÃO DO PROJETO

A seguir segue-se todos os levantamentos necessários para o dimensionamento da cobertura, perfil da talha e dormente de tubulações.

4.1 CARREGAMENTOS

4.1.1 Cobertura

Peso próprio da cobertura: 60,0 kgf/m²

Manutenção: 50,0 kgf/m²

Chuva: 10,0 kgf/m²

Vento Sucção: -105,0 kgf/m² (Fornecido pela ferramenta ciclone), abaixo apresenta-se o seu cálculo.

Vento Sobrepressão: 10,5 kgf/m² (Fornecido pela ferramenta ciclone), abaixo apresenta-se o seu cálculo.

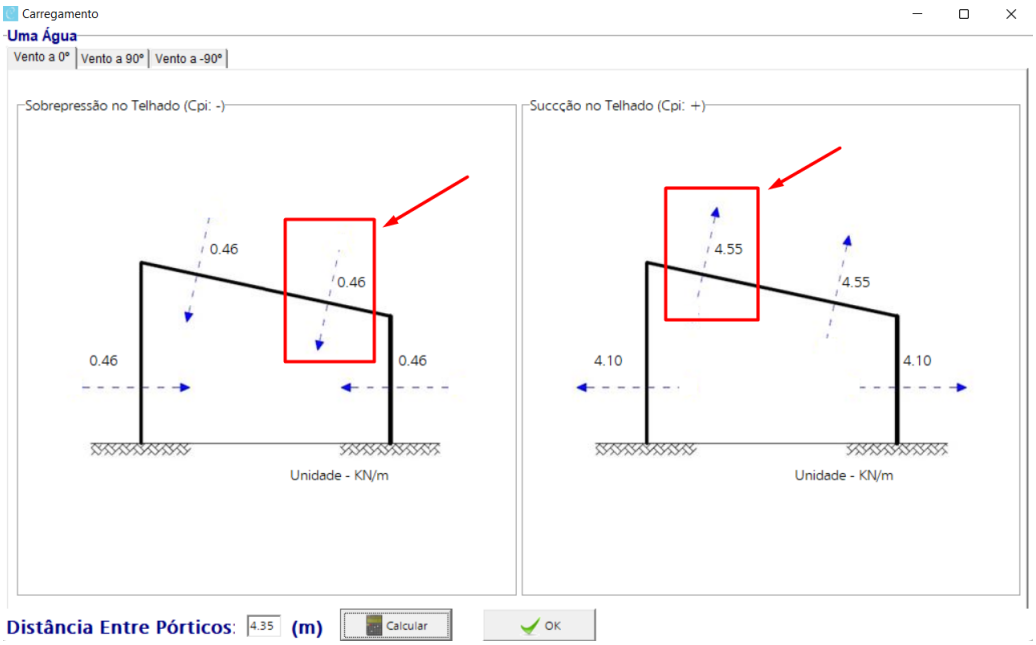


Figura 6 – maiores valores de cargas (Ciclone).

4.1.2 Perfil da Talha

Capacidade de carga de cada talha: 500 kgf (carga móvel)

Peso próprio do sistema: 40 kgf/m

4.1.3 Dormente

Peso próprio do dormente: 657 kgf

Tubulações: Não foi levado em consideração a carga da tubulação devido às dimensões do pilar, altura de 1,00 m e seção de 1,05 x 0,25 m, tornando-o um elemento curto com alta capacidade de carga.

4.1.4 Bases das Bombas

Peso próprio das bases: 657 kgf

Bomba: 5000 kgf

4.2 MATERIAL

4.2.1 Cobertura metálica e perfil de suporte de talha

Seguindo a norma que prescreve o dimensionamento de perfis metálicos, NBR 8800:2008, em seu anexo A, há classes de aços aceitos, dentre eles está o A-36 (fy = 250 MPa), o qual será utilizado, por sua característica comercial.

4.2.2 Dormente de tubulação e bases das bombas

Seguindo a norma que prescreve o dimensionamento de estruturas de concreto armado, NBR 6118:2014 e fundações, NBR 6122:2022.

4.3 DURABILIDADE

Acerca durabilidade e por estar sendo proposta, além dos dormentes, uma estrutura metálica, recomenda-se a proteção mecânica por meio de pintura indicada às condições ambientais. Deve-se seguir às orientações da **N-1550** - Pintura Externa de Estruturas Metálicas em Aço Carbono de Instalações Terrestres.

4.4 MODELAGEM

4.4.1 Dormente

Como pilar curto, altura de 1,00 m e seção de 1,05 x 0,25 m.

4.4.2 Cobertura metálica

- Cobertura

Em telha trapezoidal T40 (40mm de altura) e espessura mínima de 0,5 mm

- Terças

Modelo já usual, será utilizado perfis do tipo U laminado.

- Vigas principais

Modelo já usual, será utilizado perfis do tipo I laminado.

- Pilares

Modelo já usual, será utilizado perfis do tipo I laminado.

- Vínculos

A nível de projeto básico, adotou-se todos os vínculos como rótulas, entretanto, com a finalidade de conferir estabilidade aos pórticos, adotou-se vinculação rígida para (pilar)/(ancoragem em base).

4.4.3 Bases das Bombas

Como bloco rígido.

5. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS METÁLICOS – COBERTURA E PEÇA DE SUPORTE DA TALHA

5.1 TELHADO

Seguindo catálogo padrão de fabricantes, o espaçamento limite fica em 1800 mm para espessura de 0,5mm, utilizando-se de espaçamento entre terças de 1400 mm.

5.2 TERÇAS

- Combinações Últimas (ELU)

Comb1 = PP*γg + V(-)*γw

Comb1 = 60*1,0 – 105*1,4 = **- 87,0 kgf/m²** (Sentido ↑)

Comb2 = PP*γg + Man*γq1 + Ch*γq2*Ψ0,2 + V(+)*γq3*Ψ0,3

Comb2 = 60*1,25 + 50*1,5 + 10*1,5*0,4 + 10,5*1,5*0,6 = **+165,5 kgf/m²** (Sentido ↓)

- Área de atuação de carga

Faixa de atuação de carga: 1,40m

Carga linear em terça:

Hipótese 1 = -87 * 1,4 = -121,8 kgf/m

Hipótese 2 = +165,5 * 1,4 = 231,7 kgf/m

- Esforços internos (Ftool)

Hipotese 1:

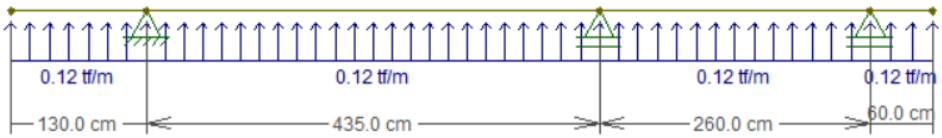


Figura 7 – Modelagem e lançamento de carga em hipótese 1 – Ftool.

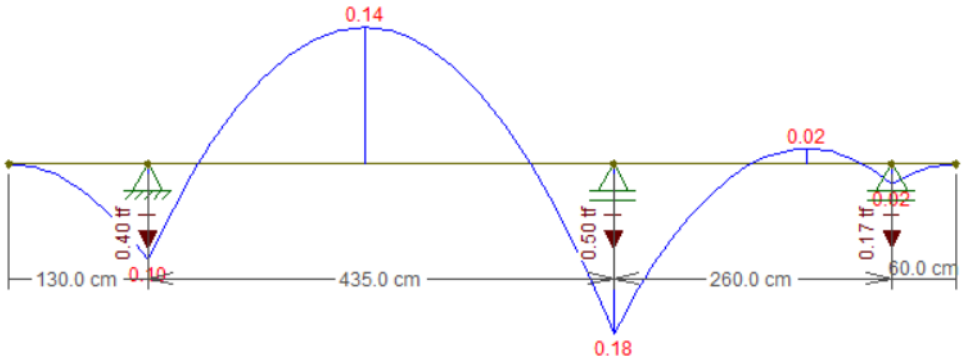


Figura 8 – Momento fletor em hipótese 1 – Ftool.

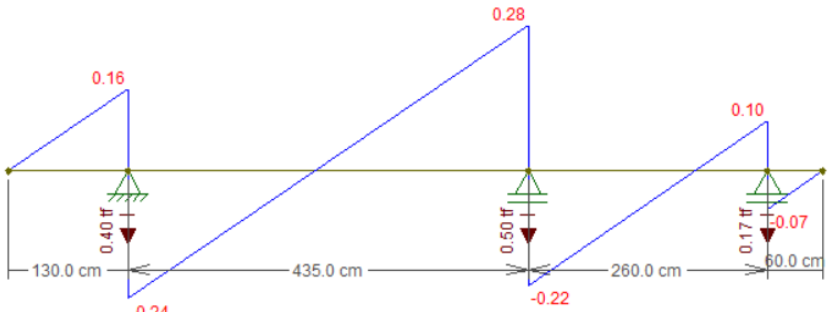


Figura 9 – Esforço cortante em hipótese 1 – Ftool.

Hipotese 2:

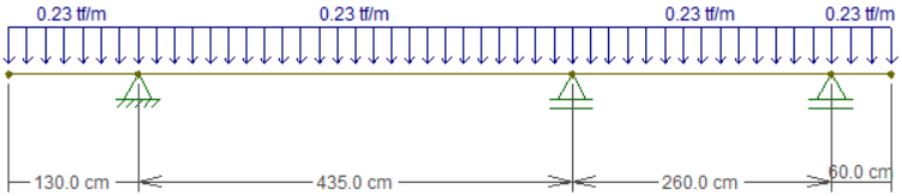


Figura 10 – Modelagem e lançamento de carga em hipótese 2 – Ftool.

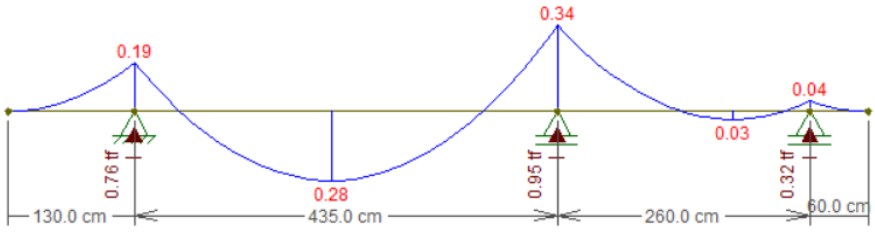


Figura 11 – Momento fletor em hipótese 2 – Ftool.

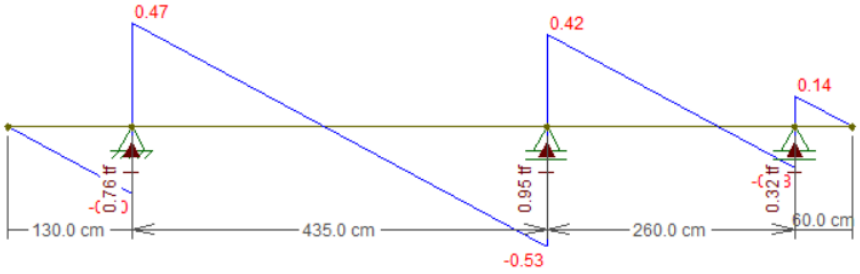


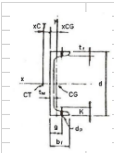
Figura 12 – Esforço cortante em hipótese 1 – Ftool.

Valores máximos:

Msd = 0,34 tfm

Vsd = 0,53 tf

- Dimensionamento



Perfil	Massa Linear (kg/m)	Área (cm2)	Dimensões									Eixo X-X				Eixo Y-Y				Esbeltez local	
			d (mm)	tw (mm)	bf (mm)	tf (mm)	xCG (mm)	xCT (mm)	k (mm)	g (mm)	dp (mm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	rx (cm)	Zx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)	ry (cm)	Zy (cm3)	bf/dp	h/tw
U 76 x 6,11	6,11	7,8	76,2	4,3	35,8	6,9	11,1	13,8	17,0	22,0	12,7	68,9	18,1	2,98	19,9	8,2	3,32	1,03	0,0	2,8	9,8

E	21000,0	KN/cm2
fy	25,0	KN/cm2
L	50,0	cm
K	1,0	
Mxsd	0,34	tfm

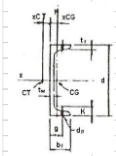
FLA		
λ	9,8	
λp	109,0	
Mpl	5,0	KNm
Mrd	0,5	tfm

FLT		
λ	48,7	
λp	51,0	
Mpl	5,0	KNm
Mrd	0,5	tfm

FLM		
λ	2,8	
λp	11,0	
Mpl	5,0	KNm
Mrd	0,5	tfm

OK

Figura 13 – Conferência do momento fletor em pior hipótese.



Perfil	Massa Linear (kg/m)	Área (cm2)	Dimensões									Eixo X-X				Eixo Y-Y				Esbeltez local	
			d (mm)	tw (mm)	bf (mm)	tf (mm)	xCG (mm)	xCT (mm)	k (mm)	g (mm)	dp (mm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	rx (cm)	Zx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)	ry (cm)	Zy (cm3)	bf/dp	h/tw
U 76 x 6,11	6,11	7,8	76,2	4,3	35,8	6,9	11,1	13,8	17,0	22,0	12,7	68,9	18,1	2,98	19,9	8,2	3,32	1,03	0,0	2,8	9,8

E	21000,0	KN/cm2
fy	25,0	KN/cm2
L	55,0	cm
Kv	5,0	
Vxsd	0,53	tf

FLA		
λ	9,8	
λp	71,3	
Vpl	2,7	tf
Vrd	2,5	tf

OK

Figura 14 – Conferência do esforço cortante em pior hipótese.

Perfil adotado: **U 76 x 6,11**

5.3 PEÇA DE SUPORTE DE TALHA COM TRILHO

- Modelagem com carregamento móvel e esforços internos.

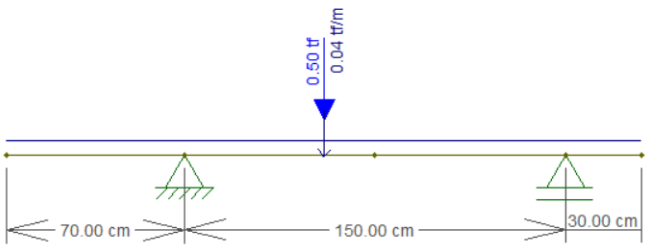


Figura 15 – Modelagem da peça para suporte de talha com carga móvel.

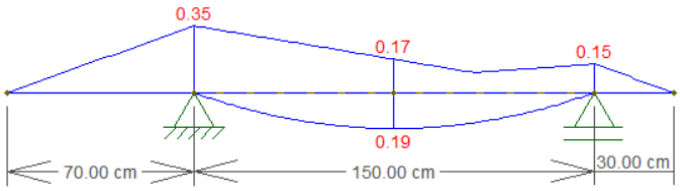


Figura 16 – Envoltórias com máximos e mínimos de momentos fletores – Ftool.

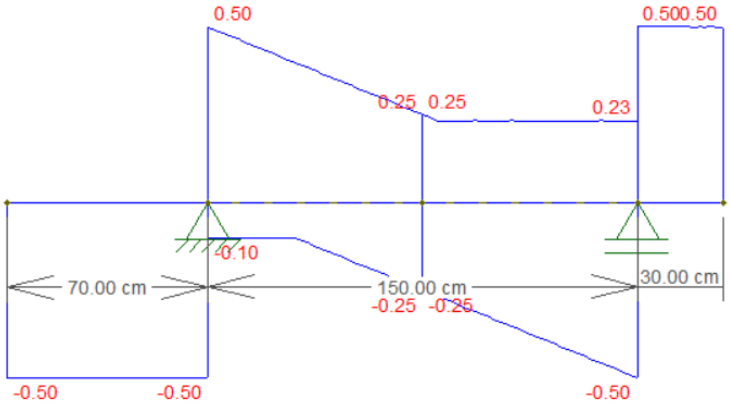


Figura 17 – Envoltórias com máximos e mínimos de esforço cortante – Ftool.

Valores máximos:

Msd = 0,35 * 1,4 = 0,49 tfm

Vsd = 0,50 * 1,4 = 0,70 tf

- Dimensionamento

Como solução para inserção de trilhos, pensou-se em perfis duplos (boxe), porém espaçados, nesse sentido os valores adotados de esforços internos para cálculo dos perfis serão a metade dos valores acima dispostos. Devendo os respectivos espaçamentos serem definidos em projeto executivo.

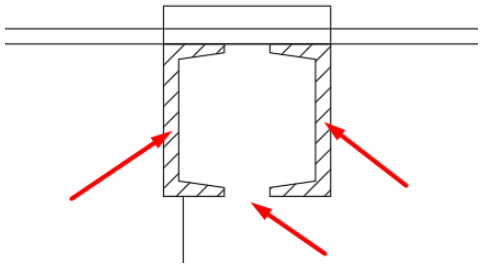
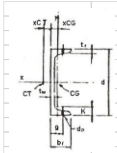


Figura 18 – Demonstração de espaçamento entre perfis.

Recomenda-se que seja inserido elementos que confiram rigidez lateral à peça, dessa forma adotou-se perfis de travamento com limite de espaçamento em 50cm.



Perfil	Massa Linear (kg/m)	Área (cm2)	Dimensões									Eixo X-X				Eixo Y-Y				Esbeltez local	
			d (mm)	tw (mm)	bf (mm)	tf (mm)	xCG (mm)	xCT (mm)	k (mm)	g (mm)	dp (mm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	rx (cm)	Zx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)	ry (cm)	Zy (cm3)	bf/dp	h/tw
U 102 X 7,95	7,95	10,1	101,6	4,6	40,1	7,5	11,6	15,0	17,0	25,0	12,7	159,5	31,4	3,97	34,5	13,1	3,32	1,14	0,0	3,2	14,7

E	21000,0	KN/cm2
fy	25,0	KN/cm2
L	55,0	cm
K	1,0	

Mxsd	0,25	tfm

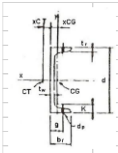
FLA		
λ	14,7	
λp	109,0	
Mpl	8,6	KNm
Mrd	0,8	tfm

FLT		
λ	48,3	
λp	51,0	
Mpl	8,6	KNm
Mrd	0,8	tfm

FLM		
λ	3,2	
λp	11,0	
Mpl	8,6	KNm
Mrd	0,8	tfm

OK

Figura 19 – Conferência do momento fletor.



Perfil	Massa Linear (kg/m)	Área (cm2)	Dimensões									Eixo X-X				Eixo Y-Y				Esbeltez local	
			d (mm)	tw (mm)	bf (mm)	tf (mm)	xCG (mm)	xCT (mm)	k (mm)	g (mm)	dp (mm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	rx (cm)	Zx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)	ry (cm)	Zy (cm3)	bf/dp	h/tw
U 102 X 7,95	7,95	10,1	101,6	4,6	40,1	7,5	11,6	15,0	17,0	25,0	12,7	159,5	31,4	3,97	34,5	13,1	3,32	1,14	0,0	3,2	14,7

E	21000,0	KN/cm2
fy	25,0	KN/cm2
L	55,0	cm
Kv	5,0	

Vxsd	0,35	tf

FLA		
λ	14,7	
λp	71,3	
Vpl	4,7	tf
Vrd	4,2	tf

OK

Figura 20 – Conferência do esforço cortante.

Perfil adotado: **2U 102 x 7,95**

5.4 PÓRTICO 03 (MAIS SOLICITADO)

- Modelagem com cargas estáticas, móveis e esforços internos.

Como hipótese de maior reação na viga principal de suporte dos perfis que receberão os trilhos das talhas, a localização da carga móvel estará na extremidade do balanço de 70cm.

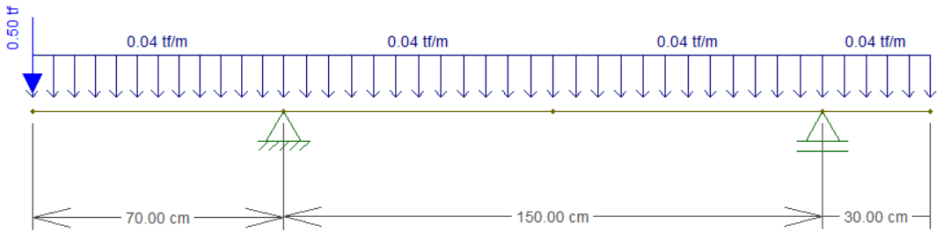


Figura 21 – Posição da carga móvel em ponto mais crítico para reação em viga principal.

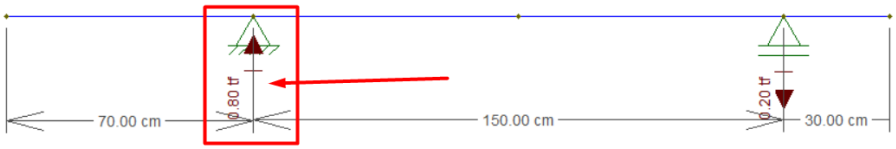


Figura 22 – Reação na viga principal.

Após determinação do carregamento de reação, é montada a modelagem do pórtico 03.

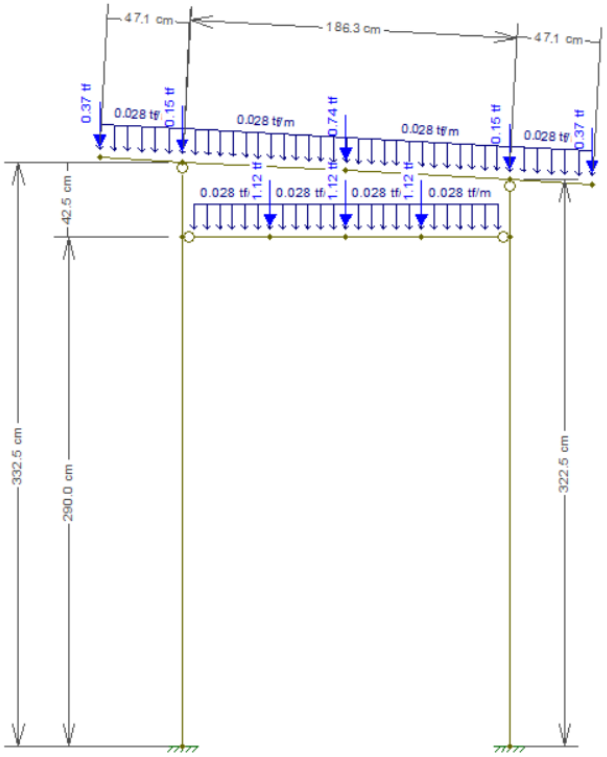


Figura 23 – Modelagem do pórtico 03 com o lançamento das cargas.

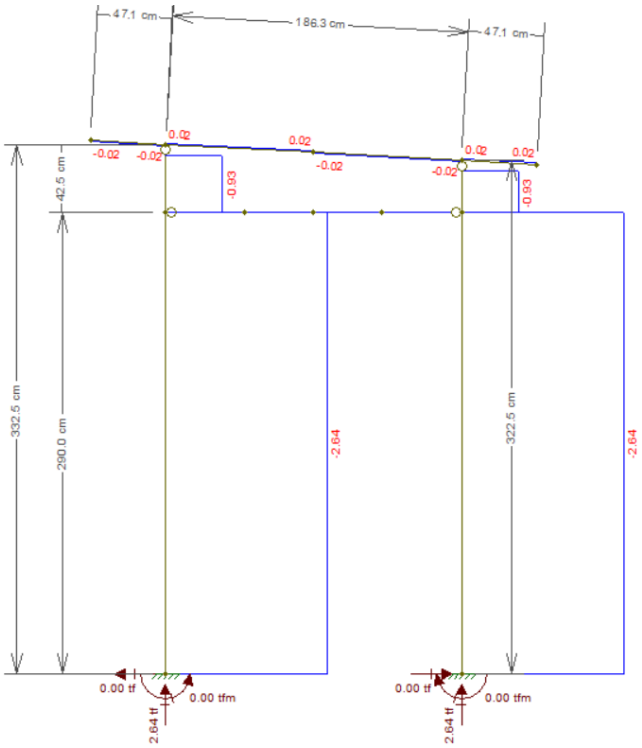


Figura 24 – Esforços axiais do pórtico 03.

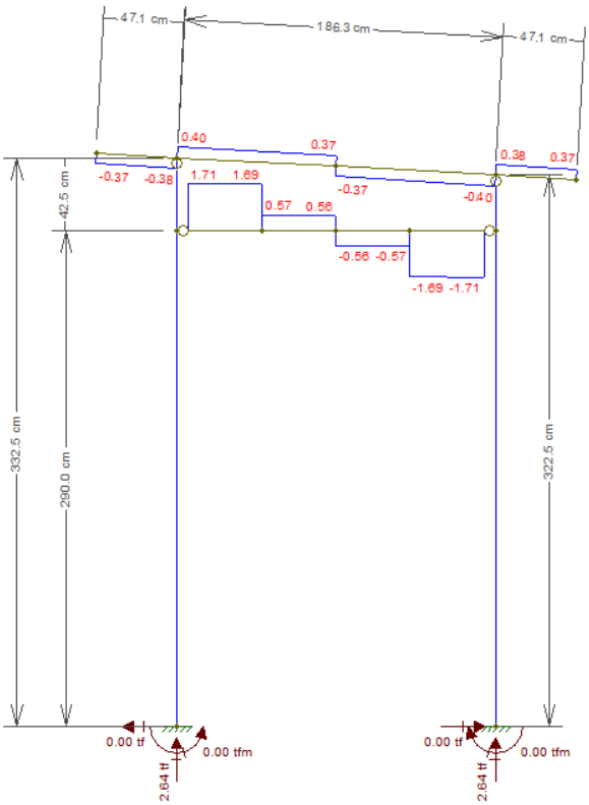


Figura 25 – Esforços cortantes do pórtico 03.

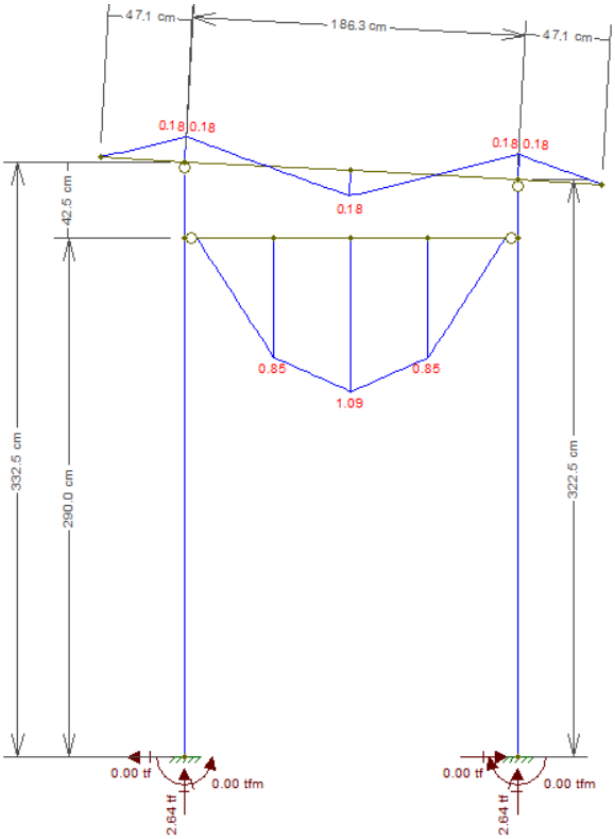


Figura 26 – Momentos fletores do pórtico 03.

Valores máximos vigas:

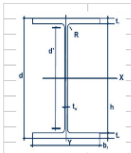
Msd = 1,09 tfm

Vsd = 1,71 tf

Valores máximos pilares:

Nsd = 2,64 tf

- Dimensionamento das vigas



Perfil	Massa Linear (kg/m)	Área (cm2)	Dimensões						Eixo X-X				Eixo Y-Y				Propried. Torção		Esbeltez local	
			d (mm)	bf (mm)	tw (mm)	tf (mm)	h (mm)	d' (mm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	rx (cm)	Zx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)	ry (cm)	Zy (cm3)	It (cm4)	Cw (cm6)	bf/2tf	h/tw
W 150 x 13,0	13,0	16,6	148,0	100,0	4,3	4,9	138,2	118,2	635,0	86,0	6,2	96,0	82,0	16,0	2,2	26,0	1,7	4181,0	10,2	27,5

E	21000,0	KN/cm2
fy	25,0	KN/cm2
L	180,0	cm
K	1,0	
Mxsd	1,1	tfm

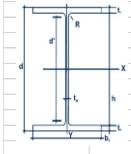
FLA		
λ	27,5	
λp	109,0	
Mpl	24,0	KNm
Mrd	2,2	tfm

FLT		
λ	29,0	
λp	51,0	
Mpl	24,0	KNm
Mrd	2,2	tfm

FLA		
λ	10,2	
λp	11,0	
Mpl	24,0	KNm
Mrd	2,2	tfm

OK

Figura 27 – Conferência do momento fletor.



Perfil	Massa Linear (kg/m)	Área (cm2)	Dimensões						Eixo X-X				Eixo Y-Y				Propried. Torção		Esbeltez local	
			d (mm)	bf (mm)	tw (mm)	tf (mm)	h (mm)	d' (mm)	Ix (cm4)	Wx (cm3)	rx (cm)	Zx (cm3)	Iy (cm4)	Wy (cm3)	ry (cm)	Zy (cm3)	It (cm4)	Cw (cm6)	bf/2tf	h/tw
W 150 x 13,0	13,0	16,6	148,0	100,0	4,3	4,9	138,2	118,2	635,0	86,0	6,2	96,0	82,0	16,0	2,2	26,0	1,7	4181,0	10,2	27,5

E	21000,0	KN/cm2
fy	25,0	KN/cm2
L	150,0	cm
Kv	5,0	
Vxsd	1,7	tf

CONFERÊNCIA em X		
λ	27,5	
λp	71,3	
Vpl	5,9	tf
Vrd	5,4	tf

OK

Figura 28 – Conferência do esforço cortante.

Perfil adotado: **W 150x13,0**

- Dimensionamento dos pilares

DIMENSIONAMENTO DE PEÇAS COMPRIMIDAS

1º Passo: Selecione um perfil e o tipo de aço

Perfil:	W 150 x 22,5 (H)	Ag = 29	cm²	tw = 5,8	mm	h0 = 139	mm	Iy = 387	cm4
		rx = 6,51	cm	tf = 6,6	mm	bf = 152	mm	J = 4,75	cm4
		ry = 3,65	cm	h = 152	mm	Ix = 1229	cm4	Cw = 20417	cm6
Aço:	A36	fy = 250	MPa						
		E = 200	GPa						

2º Passo: Indique as condições de contorno do perfil

Comprimento destravado:	Lx = 350	cm	Coef. de flambagem:	Kx = 2,0
	Ly = 350	cm		Ky = 2,0
	Lz = 350	cm		Kz = 2,0

3º Passo: Cálculo da esbeltez da peça "λ"

λx = 107,53	≤ 200	OK!
λy = 191,78	≤ 200	OK!

4º Passo: Cálculo do fator de redução local "Q"

Selecione o grupo para os elementos AA:	Grupo: 2	b/t: 23,97	≤	(b/t)lim: 42,14	→	Qa = 1,00	
							Q = 1,00
Selecione o grupo para os elementos AL:	Grupo: 4	b/t: 11,52	≤	(b/t)lim: 15,84	→	Qs = 1,00	

5º Passo: Cálculo da força axial de flambagem elástica "Ne"

(Flambagem por flexão) →	Nex = 495,09 kN
	Ney = 155,90 kN
(Flambagem por torção) →	Nez = 804,27 kN

6º Passo: Cálculo do índice de esbeltez reduzido "λ0"

λ0 = 2,16

7º Passo: Cálculo do fator de redução global "χ"

χ = 0,19

8º Passo: Cálculo da força normal de compressão de cálculo "Nc,Rd"

γa1:	1,10	Nc,Rd = 12,43 tf

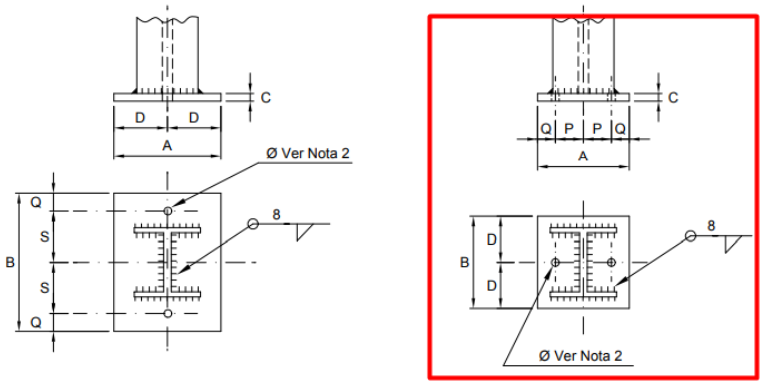
Figura 29 – Conferência do esforço axial resistente.

Perfil adotado: **W 150x22,0**

5.5 PLACAS DE BASES E CHUMBADORES

Seguiu-se as recomendações normativas da N-0279, em sua figura A16, onde correlaciona-se a dimensão do perfil às dimensões mínimas das chapas e disposição dos chumbadores, além de diâmetro mínimo.

Dado os carregamentos de reação obtidos nos itens anteriores e sabendo que o perfil possui 150mm de altura, então 6”, admite-se uma hipótese de chumbador duplo sob efeito de menor capacidade de rigidez.



Tipo	I	Chapa base						
		A	B	C	D	P	Q	S
1	6"	380	380	3/4"	–	140	50	140
2	8"	380	430	3/4"	–	140	50	165
3	10"	380	480	1"	–	140	50	190
4	6"	360	360	1"	–	130	50	130
5	8"	400	400	1"	–	150	50	150
6	6"	260	360	3/4"	130	–	50	130
7	8"	300	400	3/4"	150	–	50	150
8	6"	250	250	1/2"	125	75	50	–
9	8"	300	300	1/2"	150	100	50	–

NOTA 1 Dimensões em milímetros, salvo indicação em contrário.
NOTA 2 Os furos das chapas base devem ter Ø do chumbador maior do que 6 mm.

Figura 30 – Possíveis detalhamentos de bases com uso de perfis I – fonte: N-0279.

Assim, as chapas terão suas dimensões em 250x250x12 e seus chumbadores do tipo M20.

6. DIMENSIONAMENTO DO DORMENTE

6.1 CONCRETO

Adotou-se C40, por ser região de respingo de maré.

6.2 DETALHAMENTO DA ARMADURA

- Armadura longitudinal mínima.

$$A_{s,mín} = \left(0{,}15 \cdot \frac{N_d}{f_{yd}} \right) \geq 0{,}004 \cdot A_c = 0{,}4\% \cdot A_c$$

As,mín = 0,004*105*25 = 10,5 cm² = 14 ϕ10,0mm

- Armadura transversal – diâmetro dos estribos.

$$\phi_t \geq \begin{cases} 5mm \\ \dfrac{\phi_l}{4} \end{cases}$$

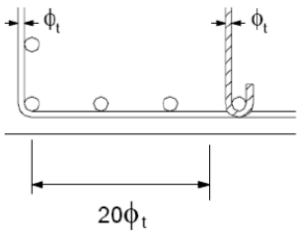
ϕt = 5mm

- Armadura transversal – espaçamento.

$$s_t \leq \begin{cases} 20cm \\ \text{menor dimensão da seção} \\ 12 \cdot \phi_l \ \text{ para CA - 50} \\ 24 \cdot \phi_l \ \text{ para CA - 25} \end{cases}$$

st = 12cm

- Armadura transversal – estribos suplementares.



Região protegida = 20ϕt = 20*5 = 100mm = 10cm

Nesse sentido, será necessário estribo suplementar em todas as barras intermediárias.

7. DIMENSIONAMENTO DA BASE DAS BOMBAS

7.1 CONCRETO

Adotou-se C40, por ser região de respingo de maré.

7.2 GEOMETRIA

Já definida em projeto DE-4200.02-6000-200-PTD-001.

7.3 DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DA ARMADURA

- Esforços de tração nas barras de base.

P = 5000 * 2,5 (coef. dinâmico)

P = 12500 kgf = 125 KN

T = (P/8) * (A-ap)/d

T = (125/8) * (350)/90

T = 60,7 KN

- Área de aço necessária para base.

As = T/fyd

As = 60,7 / 43,5 (fyd CA-50)

As = 1,39 cm²

- Armadura de base mínima.

As,A = 0,0015 * Lado A * dA

As,A = 0,0015 * 350 * 90

As,A = 47,3 cm² = 13,5 cm²/m → **Ø 16,0 c/ 14cm**

- Armadura perimetral horizontal.

As,ph = 0,075 * Lado B (cm²/m por face)

As,ph = 0,075 * 100

As,ph = 7,5 cm²/m → **Ø 10,0 c/ 10cm**

- Armadura perimetral.

As,pv = 0,075 * Lado B (cm²/m por face)

As,pv = 0,075 * 100

As,pv = 7,5 cm²/m → **Ø 10,0 c/ 10cm**

7.4 TENSÃO NO SOLO

De forma direta:

5000 * 3 / (350*100) = 0,43 kgf/cm²

σadm ≥ 0,43 kgf/cm²

8. OBSERVAÇÕES FINAIS DO PROJETO

Para o projeto aqui avaliado, não foi levado em conta a avaliação de estabilidade global da estrutura. Dessa forma fica a recomendação, a nível executivo, de tal avaliação.

Acerca dos dados do solo aqui adotados, seguiu-se uma linha conservadora, sendo assim sendo suma necessidade à extração das propriedades reais deste.