PETROBRAS	MEMÓRIA DE CÁLCULO	Nº: MC-4200.02-6611-962-PTD-002	
	CLIENTE: TP/DTEC/ENG/PPL/DPL/DP1		FOLHA: 1 de 20
	PROGRAMA: -		-
	ÁREA: TERMINAL ALM. MAXIMIANO DA FONSECA (TEBIG) - ÁREA AUXILIAR		TPP-535
TRANSPETRO	TÍTULO: BARCAÇAS NO CAIS DOS REBOCADORES ESFORÇOS DE ATRACAÇÃO		NP-1
			DTEC/ENG/PPL/DPL/ESP

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	REVISÃO ORIGINAL

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E
DATA	03/01/2023					
EXECUÇÃO	T26Y					
VERIFICAÇÃO	TDQ7					
APROVAÇÃO	TRNK					

DE ACORDO COM A DI-1PBR-00337, AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-381-REV.M.

SUMÁRIO

1.OBJETIVO 3

2.DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 3

2.1. Documentos consultados 3

2.2. Normas e literatura técnica aplicáveis 3

3.INTRODUÇÃO 4

4.PREMISSAS PARA A ANÁLISE DA ATRACAÇÃO 5

4.1. Embarcações consideradas 5

4.2. Calado das embarcações 6

4.3. Posicionamento das novas defensas 7

4.4. Velocidade de aproximação 9

5.CÁLCULO DOS ESFORÇOS 9

5.1. Energia de atracação 9

5.2. Fator para atracação anormal 11

5.3. Capacidade das defensas (tipo arco) 11

5.4. Capacidade das defensas (cônicas) 15

6.REAÇÕES NA ESTRUTURA E OBSERVAÇÕES FINAIS 18

6.1. Reações na estrutura 18

6.2. Observações com relação às embarcações analisadas 19

6.3. Observação com relação à necessidade de novos paramentos (no caso de defensas tipo arco) 19

6.4. Observação com relação ao posicionamento em planta das defensas 20

1. OBJETIVO

O presente documento tem por objetivo apresentar o cálculo dos esforços de atracação transferidos pelas defensas à estrutura do cais de rebocadores ante futura operação de barcaças.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

2.1. Documentos consultados

Estaleiro Rio Amazonas	BALSA CASCO DUPLO 3000m³ – OMS XVII ARRANJO GERAL/CAPACIDADE/SEGURANÇA E LUZES DE NAVEGAÇÃO
OCIMF SIRE Programme	Barge Particulars Questionnaire 5 [SACA Inland DB] Barge Particulars Questionnaire for OMS XVII
MC-4200.02-6611-962-PTD-001	BARCAÇAS NO CAIS DOS REBOCADORES ESFORÇOS DE AMARRAÇÃO
DE-4200.02-6611-131-PTI-003	ARRANJO GERAL – TRECHO DO PÍER E PONTE DE DISTRIBUIÇÃO
DE-4200.02-6611-131-PTI-010	CAIS DOS REBOCADORES E PLATAFORMA P/ BOMBAS – ESTAQUEAMENTO
DE-4200.02-6611-131-PTI-061	PÍER PARA REBOCADORES – 1ª PARTE – FORMAS
DE-4200.02-6611-131-PTI-066	PÍER PARA REBOCADORES – 2ª PARTE – FORMAS
DE-4200.02-6611-140-PTI-010	PÍER P/ REBOCADORES – ESCADA DE MARINHEIRO DEFENSAS

2.2. Normas e literatura técnica aplicáveis

Normas ABNT:

NBR 9782	Ações em estruturas portuárias marítimas ou fluviais

Normas ABNT:

PIANC WG33 MarCom	Guidelines for the design of fenders systems: 2002
Carl A. Thorensen	Port designer's handbook: recommendations and guidelines
Trelleborg AB	Fender systems – Product brochure (BC-FEN-v3.7-EN,2020)
OCIMF MEG4	Mooring Equipment Guidelines, 4th edition

3. INTRODUÇÃO

Uma vista aérea geral dos píeres do terminal localizado na Baía da Ilha Grande, na cidade de Angra dos Reis – RJ, é apresentada na FIGURA 1

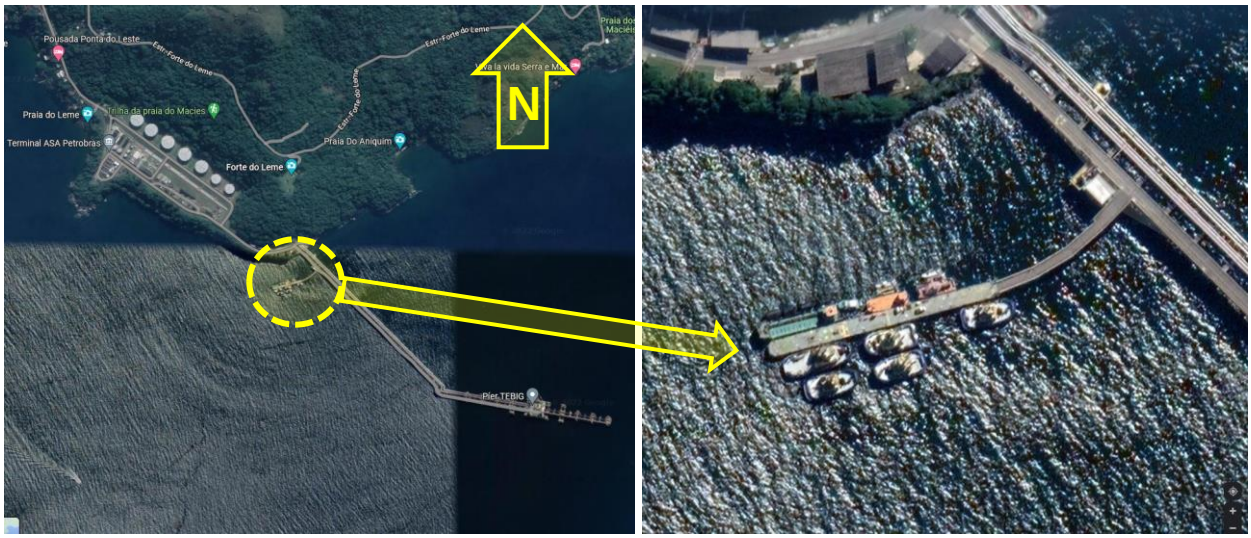


FIGURA 1 – Terminal aquaviário de Angra dos Reis (TEBIG) e o cais de rebocadores em destaque (fotos: Google).

O cais dos rebocadores é provido de onze cabeços espaçados de 10m em cada lado.

Será analisada atracação das barcaças no lado virado para o mar.

4. PREMISSAS PARA A ANÁLISE DA ATRACAÇÃO

4.1. Embarcações consideradas

São analisadas as seguintes embarcações (FIGURA 2 e FIGURA 3):

Barcaça[1]	DWT (t)	DESL (m)	LOA (m)	Boca (m)	Calado máximo (m)
OMS XVII	3.000	3.500	65,0	16,5	3,7
Spabunker 21	5.000	6.700	77,0	16,3	6,0

OBS: Características obtidas conforme documentos listados no item 2.1 e www.marinetraffic.com. Os valores indicados em azul na tabela referem-se a estimativas;

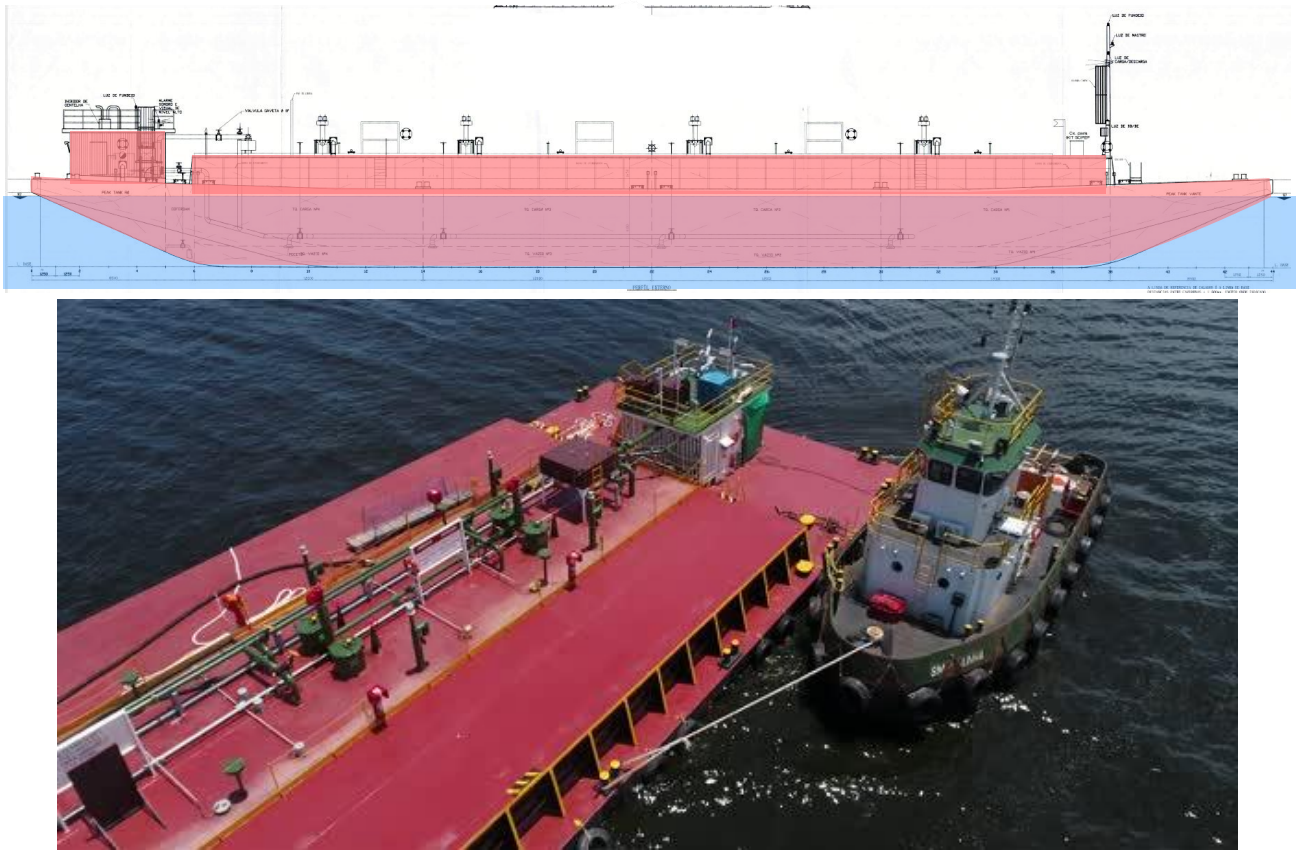


FIGURA 2 - barcaça OMS XVII (acima, projeto; abaixo, foto obtida em br.linkedin.com) com um rebocador amarrado.





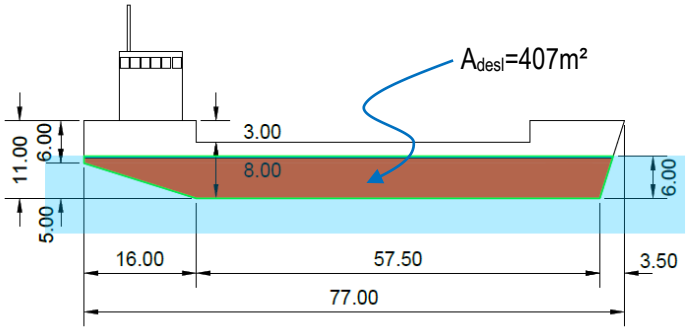


FIGURA 3 - Barcaça Spabunker 21: fotos obtidas em www.marinetraffic.com; dimensões consideradas a partir das informações constantes no citado website. A grandeza é utilizada para a estimative do deslocamento da embarcação.

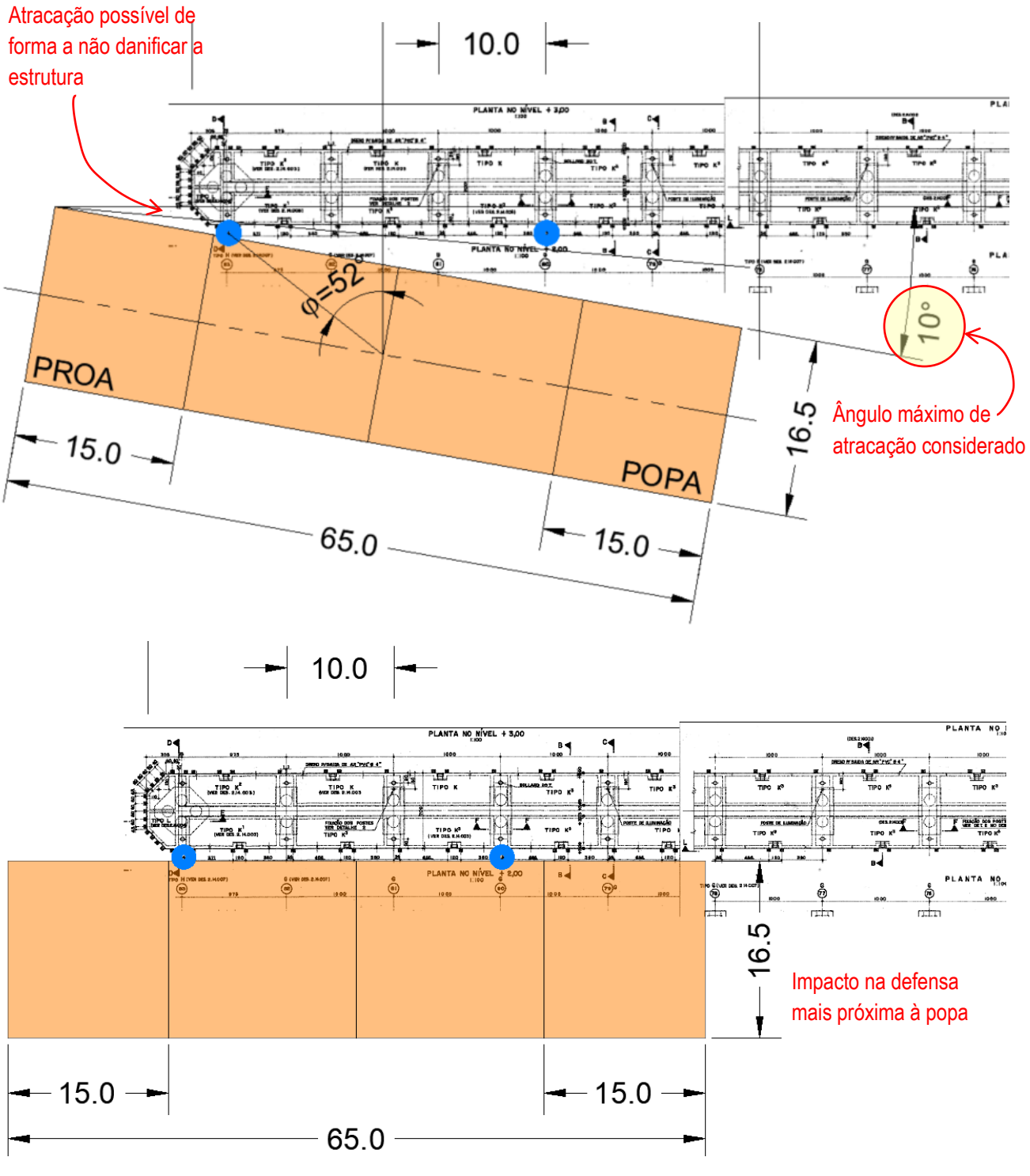
4.2. Calado das embarcações

Consideram-se os calados máximos tomados nas análises de amarração constantes no documento MC-4200.02-6611-962-PTD-001.

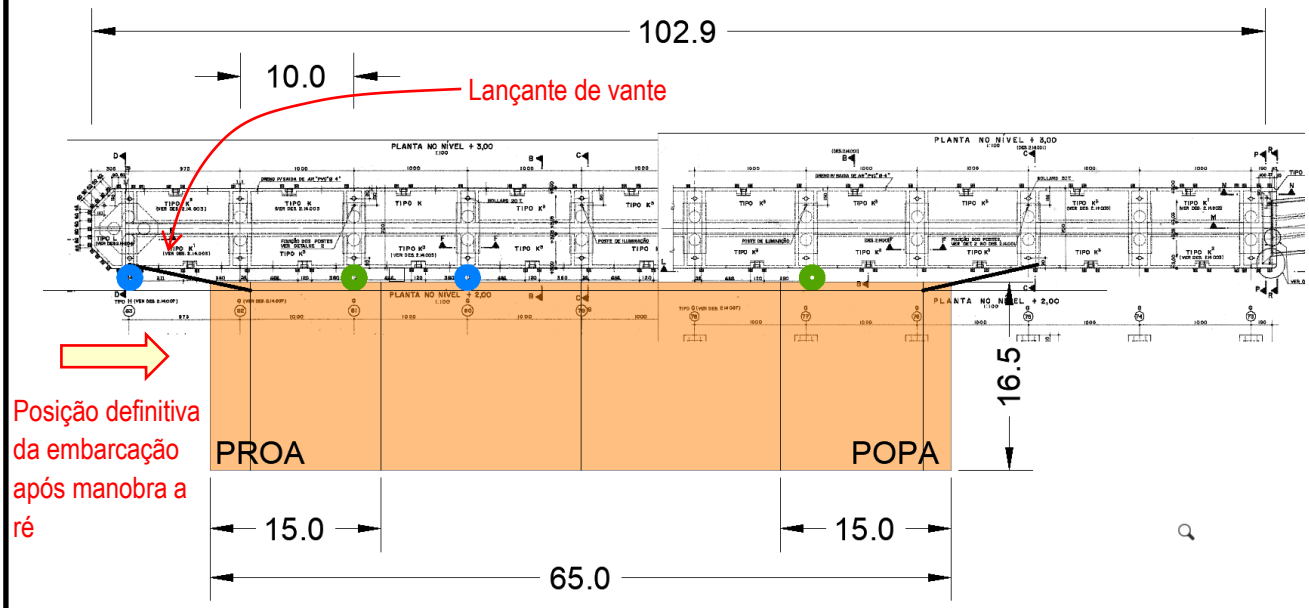
4.3. Posicionamento das novas defensas

A figura abaixo ilustra a atracação como está sendo aqui considerada.

As dimensões em planta são da barcaça OMS XVII. As linhas afastadas de 15m das extremidades indicam os limites onde o costado possui altura igual ao pontal da barcaça. Em função do comprimento dessa região propõe-se o posicionamento das novas defensas (em azul).



Ressalta-se que após a atracação a embarcação deve avançar à ré de forma a possibilitar a amarração do lançante de vante (em destaque na figura acima).

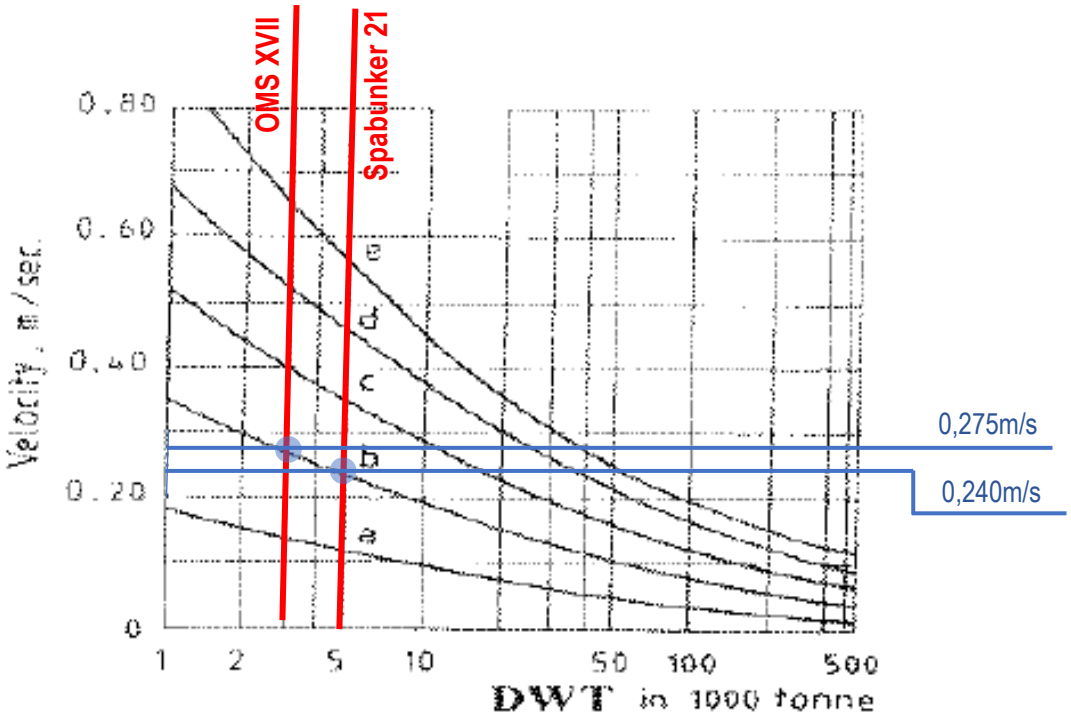


Por fim, na posição definitiva para operação as defensas marcadas em verde fazem o papel de amortecer os esforços devidos à amarração do navio contra o paramento.

Ver comentários adicionais no item 6.4.

4.4. Velocidade de aproximação

Consideram-se área abrigada e alguma dificuldade na manobra por não contar com a ajuda de rebocadores. Segundo a figura 4.2.1 do *PIANC Guidelines for design of fender systems* e tomando-se a cuva b tem-se:



Adotam-se para velocidades máximas para atracação 0,30m/s para a OMS XVII e 0,25m/s para a Spabunker 21.

5. CÁLCULO DOS ESFORÇOS

5.1. Energia de atracação

De acordo com o já citado guia da PIANC, para a embarcação OMS XVII:

$$Ed = \frac{1}{2} M * v^2 * Ce * Cm * Cs * Cc$$

Sendo:

$M = 3.500t$; $v = 0{,}30m/s$; $\rho \sim 1{,}0t, m^3$

$$C_b = \frac{M}{L_{OA} \cdot B \cdot D_{máx} \cdot \rho} = \frac{3.500}{65 \cdot 16{,}5 \cdot 3{,}7 \cdot 1{,}0} = 0{,}882$$

$$K = (0{,}19 \cdot C_b + 0{,}11) \cdot L_{OA} = 18{,}0$$

Conservadoramente, considera-se nos cálculos o impacto a 10m a partir da popa a invés de 15m como na figura do item 4.3. O valores de R (ver figura abaixo) e de φ são calculados abaixo, de maneira aproximada.

$$R = \frac{64}{2} - 10{,}0 = 22{,}0m \quad \rightarrow \quad \varphi \cong arctan\left(\frac{R}{B}\right) - \propto \cong arctan\left(\frac{22}{16{,}5}\right) - 10° = 43{,}13°$$

$$C_e = \frac{K^2 + K^2 \cdot (\cos\varphi)^2}{K^2 + R^2} = 0{,}696$$

$$M_v = \rho \cdot L_{OA} \cdot D_{atrac}^2 \cdot \frac{\pi}{2} = 1{,}0 \cdot 65{,}0 \cdot 3{,}7 \cdot \frac{\pi}{2} = 1.398t$$

$$C_m = \frac{M + M_v}{M} = 1{,}40 \quad C_s = 1{,}0\,, \quad C_c = 1{,}0$$

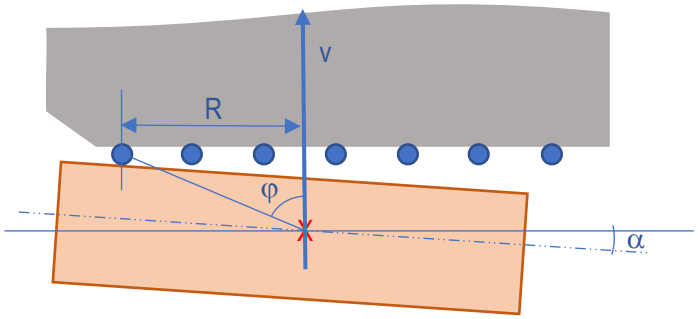
Então:

$$E_d = 153mkN$$

Repetindo o raciocínio anterior para a embarcação Spabunker 21 tem-se:

BARCAÇA	OMS XVII	Spabunker 21	unidade
TPB	**3.000**	**5.000**	**t**
M (t)	3.500	6.700	t
v (m/s)	0,30	0,25	m/s
Ce	0,696	0,594	
Cm	1,40	1,65	
Cs	1,0	1,0	
Cc	1,0	1,0	
Ed	**153**	**205**	**mkN**

BARCAÇA	OMS XVII	Spabunker 21	unidade
LOA (m)	65	77	m
B (m)	16,5	16,3	m
$D_{máx}$ (m)	3,7	6,0	m
ρ (t/m3)	1,00		t/m^3
Cb	**0,882**	**0,89**	
α	10,0	10,0	°
K (m)	18,0	21,5	m
R (m)	22,0	28,5	m
φ	43,13	50,23	°
Ce	**0,696**	**0,594**	
D_{atrac} (m)	3,7	6,0	m
Mv (t)	1.398	4.354	t
Cm	**1,40**	**1,65**	



5.2. Fator para atracação anormal

De acordo com o já citado guia da PIANC, considerando as barcaças, os rebocadores e pequenas embarcações oriundas do CRE:

a) **Efeito de eventual falha da defensa nas operações do berço:** Como se trata de um cais avançado com berços em ambos os lados, dependendo da severidade do na estrutura, todos os berços podem vir a ser interditados – além da tubulação;

b) **Frequência de atracações:** alta;

c) **Velocidade de aproximação das embarcações:** entende-se que, como o berço foi projetado para pequenos rebocadores, a velocidade de aproximação esperada seja grande;

d) **Vulnerabilidade da estrutura de suporte da defensa:** a estrutura é a própria plataforma onde ocorrerão as operações – portanto, danos nela podem significar a interrupção das operações para os devidos reparos;

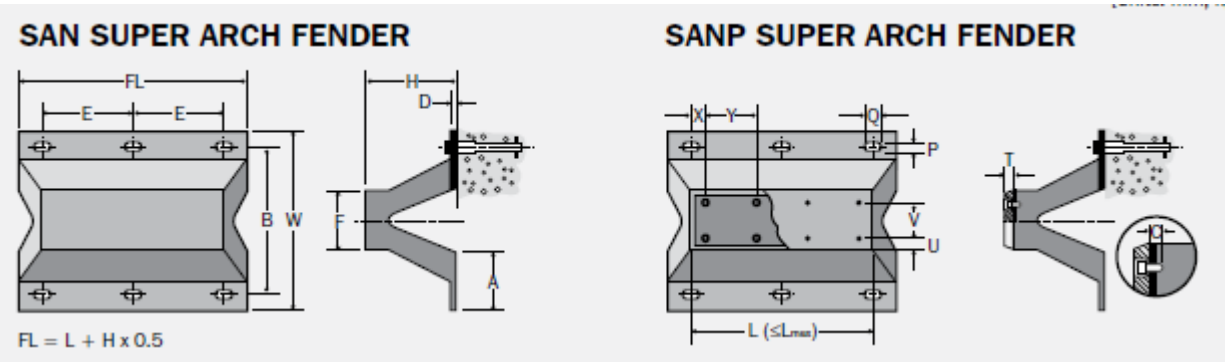
e) **Range de embarcações que utilizam o cais:** não é conhecida ainda a frequência da futura operação de barcaças mas sabe-se que são as maiores embarcações a operarem no berço; e

f) **Tipo de cargas envolvida na operação:** extremamente danosa ao meio ambiente.

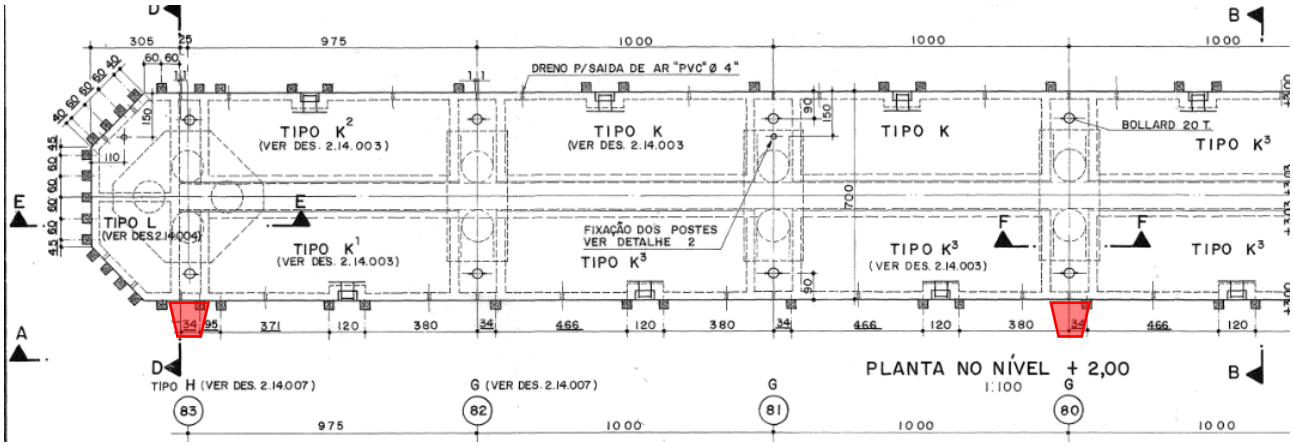
Levando-se em conta as observações acima e a tabela 4.2.5 do PIANC WG33 MarCom aplica-se o fator **1,75**.

5.3. Capacidade das defensas (tipo arco)

Consideram-se duas defensas tipo Trelleborg Super Arc Fender com H ≥ 350mm posicionadas na vertical, conforme as figuras seguintes:



PETROBRAS	MEMÓRIA DE CÁLCULO	Nº: MC-4200.02-6611-962-PTD-002	REV. 0
	TERMINAL ALM. MAXIMIANO DA FONSECA (TEBIG) - ÁREA AUXILIAR		FOLHA: 12 de 20
	TÍTULO: BARCAÇAS NO CAIS DOS REBOCADORES ESFORÇOS DE ATRACAÇÃO		NP-1
			DTEC/ENG/PPL/DPL/ESP



Considerando os fatores de correção do fabricante (para ajuste da capacidade das defensas e cálculo das reações máximas estão sendo utilizados os fatores mais conservadores independente do material indicado nas tabelas apresentadas do fabricante), tem-se:

a) Fator de angulação de atracação (AF)

$\alpha_{máx}$=10°

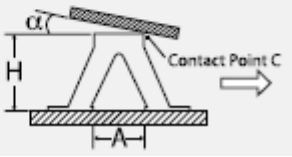
Super Arch and Arch Fenders

ANGLE FACTORS (AF) – TRANVERSE LOAD

Energy Correction Factors

A/H / α	DEFLECTION % AT POINT C	REACTION CORRECTION FACTOR	ENERGY CORRECTION FACTOR
3	57.5	1.000	0.999
5	57.5	0.991	0.987
6	57.5	0.986	0.973
7	57.5	0.980	0.960
8	57.5	0.974	0.947
9	57.5	0.967	0.934
10	57.5	0.959	0.922
12	57.5	0.962	0.896
15	57.5	0.986	0.857
20	57.5	1.001	0.787
25	57.5	0.999	0.716
30	57.5	0.969	0.649

- Reaction force is the maximum generated within the compression cycle.
- Correction factors may be used for any size and compound of the Arch and Super Arch Fender range.



b) Fator de velocidade (VF)

Super Arch and Arch Fenders

VELOCITY FACTOR (VF) TABLE

COMPRESSION TIME (SECONDS)	BLEND OF NATURAL AND SYNTHETIC RUBBER (CATALOG COMPOUND)	100% NATURAL RUBBER	100% SYNTHETIC RUBBER (SBR)
	VF	VF	VF
1	1.20	1.14	1.31
2	1.16	1.10	1.25
3	1.14	1.09	1.22

Compression time needs to be calculated using the following formula: $t = d/(f*Vd)$

Where:

t = compression time (seconds)*

d = rated deflection (mm)

V_d = initial berthing velocity (mm/s)

f = 0.74 deceleration factor (Peak reaction force occurs at between 30% - 40% deflection, where there has been a deceleration due to energy absorption. f represents the factor associated with deceleration).

* Applicable for both partial deflection and rated deflection.

BARCAÇA	OMS XVII	Spabunker 21	unidade
H	800	800	mm
d	412	412	mm
f	0,74	0,74	
Vd	300,0	250,0	mm/s
t	1,86	2,23	s

c) Fator de temperatura (TF)

Considerando variação entre 10°C e 40°C

TEMPERATURE FACTOR (TF) TABLE

TEMPERATURE (°C)	BLEND OF NATURAL AND SYNTHETIC RUBBER (CATALOG COMPOUND)	100% NATURAL RUBBER	100% SYNTHETIC RUBBER (SBR)
	TF	TF	TF
+50	0.916	0.914	0.918
+40	0.947	0.946	0.948
+30	0.978	0.978	0.979
+23	1.000	1.000	1.000
+10	1.030	1.025	1.038
+0	1.075	1.053	1.108
-10	1.130	1.080	1.206
-20	1.249	1.142	1.410
-30	1.540	1.315	1.877

CAPACIDADE

REAÇÃO

As energias de atracação a serem consideradas ficam (para comprimento 1,0m):

SAN / SANP Super Arch Fenders

PERFORMANCE DATA*

			E 1.0	E 1.1	E 1.2	E 1.3	E 1.4	E 1.5	E 1.6	E 1.7	E 1.8	E 1.9	E 2.0
800	CV	E	154.0	160.4	166.8	173.2	179.6	186.0	192.4	198.8	205.2	211.6	218.0
		R	457.0	476.0	495.0	514.0	533.0	552.0	571.2	590.4	609.6	628.8	648.0
	RPD	E_R	174.8	182.1	189.3	196.6	203.8	211.1	218.4	225.6	232.9	240.2	247.4
		R_R	518.7	540.3	561.8	583.4	605.0	626.5	648.3	670.1	691.9	713.7	735.5

SAN / SANP Super Arch Fenders

PERFORMANCE DATA*

			E 2.1	E 2.2	E 2.3	E 2.4	E 2.5	E 2.6	E 2.7	E 2.8	E 2.9	E 3.0
800	CV	E	224.4	230.8	237.2	243.6	250.0	256.4	262.8	269.2	275.6	282.0
		R	667.0	686.0	705.0	724.0	743.0	762.0	781.0	800.0	819.0	838.0
	RPD	E_R	254.7	262.0	269.2	276.5	283.8	291.0	298.3	305.5	312.8	320.1
		R_R	757.0	778.6	800.2	821.7	843.3	864.9	886.4	908.0	929.6	951.1

H / Borracha	**800 / E 1.9**	**800 / E 3.0**	unidade
Edef	211,6	282,0	kNm
Tolerância	0,90	0,90	
AF	0,922	0,922	
VF	1,100	1,100	
TF	0,946	0,946	
Edef,corr	**182**	**243**	**kNm**

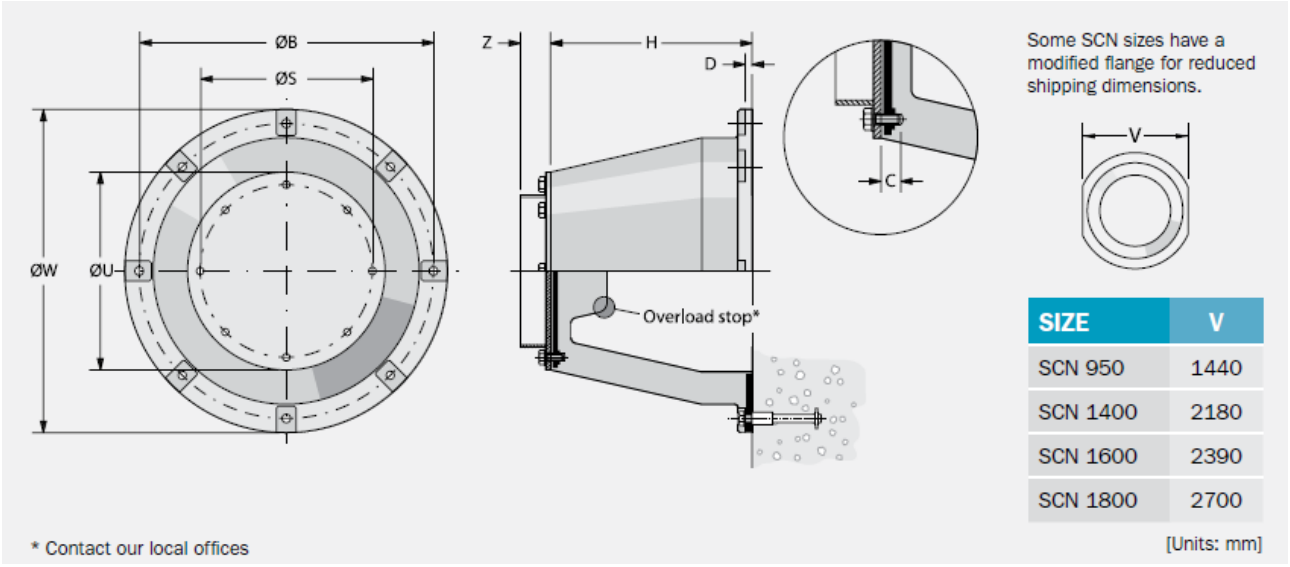
Capacidade ajustada das defensas **tipo arco**

E	153	205	kNm
Fator (PIANC)	1,75	1,75	
E	**268**	**359**	**kNm**
Lmín	1,5	1,5	m
Ed,unit	**179**	**239**	**kNm/m**

Energia de atracação anormal a ser dissipada pelas defensas **tipo arco** (por metro)

5.4. Capacidade das defensas (cônicas)

Consideram-se duas defensas tipo Trelleborg Super Cone Fender com H ≥ 350mm posicionadas na vertical, conforme as figuras seguintes:



SIZE	V
SCN 950	1440
SCN 1400	2180
SCN 1600	2390
SCN 1800	2700

Considerando os fatores de correção do fabricante, tem-se:

a) Fator de angulação de atracação (AF)

$\alpha_{máx}$=10°

ANGLE FACTOR (AF) TABLE

ANGLE (°)	ENERGY FACTOR	REACTION FACTOR
0	1.000	1.000
3	1.039	1.000
5	1.055	1.000
8	1.029	1.000
10	1.000	1.000
15	0.856	0.950
20	0.739	0.800

b) Fator de velocidade (VF)

Super Cone Fenders
VELOCITY FACTOR (VF) TABLE

COMPRESSION TIME (SECONDS)	BLEND OF NATURAL AND SYNTHETIC RUBBER (CATALOG COMPOUND)	100% NATURAL RUBBER (REFER TO APPENDIX A)	100% SYNTHETIC RUBBER (SBR)
	VF	VF	VF
1	1.20	1.14	1.31
2	1.16	1.10	1.25
3	1.14	1.09	1.22
4	1.13	1.07	1.20
5	1.11	1.06	1.19

OMS XVII

Spabunker 21

Compression time needs to be calculated using the following formula: $t = d/(f*Vd)$

Where:
t = compression time (seconds)*
d = rated deflection (mm)
Vd = initial berthing velocity (mm/s)
f = 0.74 deceleration factor (Peak reaction force occurs at between 30% - 40% deflection, where there has been a deceleration due to energy absorption. f represents the factor associated with deceleration.)

* Applicable for both partial deflection and rated deflection.

BARCAÇA	OMS XVII	Spabunker 21	unidade
H	860	950	mm
d	443	489	mm
f	0,74	0,74	
Vd	300,0	250,0	mm/s
t	2,00	2,64	s

c) Fator de temperatura (TF)

Considerando variação entre 10°C e 40°C

TEMPERATURE FACTOR (TF) TABLE

TEMPERATURE (°C)	BLEND OF NATURAL AND SYNTHETIC RUBBER (CATALOG COMPOUND)	100% NATURAL RUBBER (REFER TO APPENDIX A)	100% SYNTHETIC RUBBER (SBR)
	TF	TF	TF
+50	0.916	0.914	0.918
+40	0.947	0.946	0.948
+30	0.978	0.978	0.979
+23	1.000	1.000	1.000
+10	1.030	1.025	1.038
+0	1.075	1.053	1.108
-10	1.130	1.080	1.206
-20	1.249	1.142	1.410
-30	1.540	1.315	1.877

CAPACIDADE

REAÇÃO

As energias de atracação a serem consideradas ficam (para o fator VF é admitida interpolação, quando possível):

Super Cone Fenders

PERFORMANCE DATA*

			F 2.1	F 2.2	F 2.3	F 2.4	F 2.5	F 2.6	F 2.7	F 2.8	F 2.9	F 3.0	F 3.1
860	CV	E	310	318	327	335	343.0	351	360	368	377	385.0	423.0
		R	633	652	672	691	710.0	735	760	786	811	836.0	919.0
	RPD	E_R	342.8	351.8	360.9	370.0	379.0	388.3	397.6	406.9	416.1	425.4	467.4
		R_R	699.7	720.9	742.1	763.3	784.6	812.4	840.2	868.1	895.9	923.8	1015.5
900	CV	E	355	364	374	383	393.0	402	412	421	431	440.0	484.0
		R	694	716	737	759	780.0	807	835	862	890	917.0	1008.0
	RPD	E_R	390.1	400.6	411.2	421.7	432.3	442.6	453.0	463.3	473.7	484.0	532.4
		R_R	763.8	787.4	810.9	834.5	858.0	888.1	918.3	948.4	978.6	1008.7	1108.8
950	CV	E	418	429	441	452	463.0	474	485	497	508	519.0	571.0
		R	777	800	824	847	871.0	902	932	963	993	1024.0	1126.0
	RPD	E_R	460.0	472.3	484.7	497.0	509.3	521.6	533.9	546.3	558.6	570.9	628.1
		R_R	854.3	880.2	906.2	932.1	958.1	991.8	1025.4	1059.1	1092.7	1126.4	1238.6

H / Borracha	**860 / F 2.3**	**950 / F 2.3**	unidade
Edef	327,0	441,0	kNm
Tolerância	0,90	0,90	
AF	1,000	1,000	
VF	1,100	1,095	
TF	0,946	0,946	
Edef,corr	**306**	**411**	**kNm**

Capacidade ajustada das defensas **cônicas**

E	153	205	kNm
Fator (PIANC)	1,75	1,75	
E	**268**	**359**	**kNm**

Energia de atracação anormal a ser dissipada pelas defensas **cônicas**

6. REAÇÕES NA ESTRUTURA E OBSERVAÇÕES FINAIS

6.1. Reações na estrutura

Reações máximas na estrutura devidas às defensas para atracação anormal (por metro de defensa).

H / Borracha	800 / E 1.9	800 / E 3.0	unidade
R,catálogo	628,8	838,0	kN
Tolerância	1,10	1,00	
AF	1,000	1,000	
VF	1,250	1,250	
TF	1,038	1,038	
Rdef,corr	**897**	**1.087**	**kN**

Defensas tipo arco

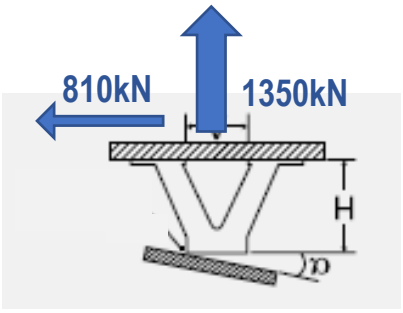
H / Borracha	860 / F 2.3	950 / F 2.3	unidade
R,catálogo	672,0	824,0	kN
Tolerância	1,10	1,00	
AF	1,000	1,000	
VF	1,250	1,230	
TF	1,038	1,038	
Rdef,corr	**959**	**1.052**	**kN**

Defensas cônicas

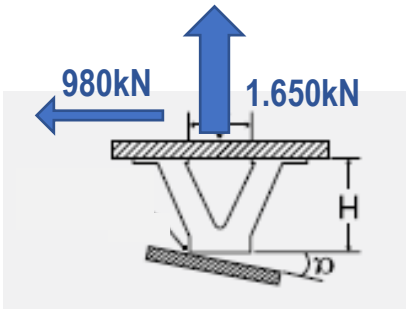
Nas figuras abaixo, são apresentadas as reações máximas (totais, ao longo de 1,5m de interface costado/defensa no caso das tipo arco) na estrutura devidas às defensas para atracação anormal.

Considera-se a existência de uma força paralela ao cais devido ao atrito (coef. 0,6) entre o costado da barcaça com o painel da defensa.

Defensas tipo arco

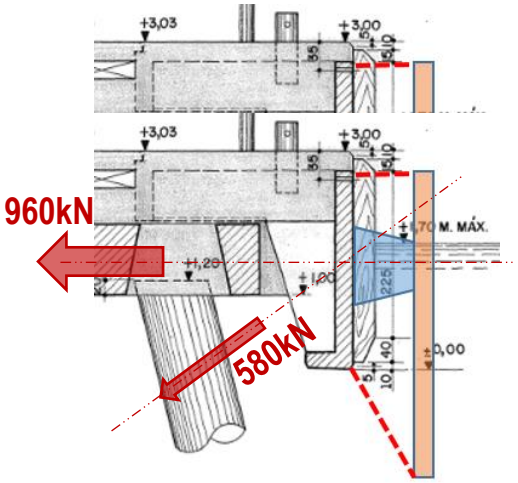


H=800, E 1.9 / OMS XVII

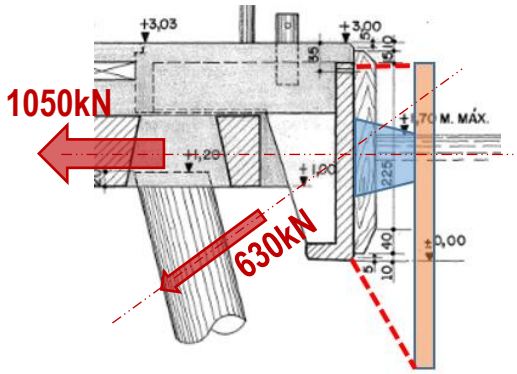


H=800, E 3.0 / Spabunker 21

Defensas cônicas



H=860, F 2.3 / OMS XVII



H=950, F 2.3 / Spabunker 21

6.2. Observações com relação às embarcações analisadas

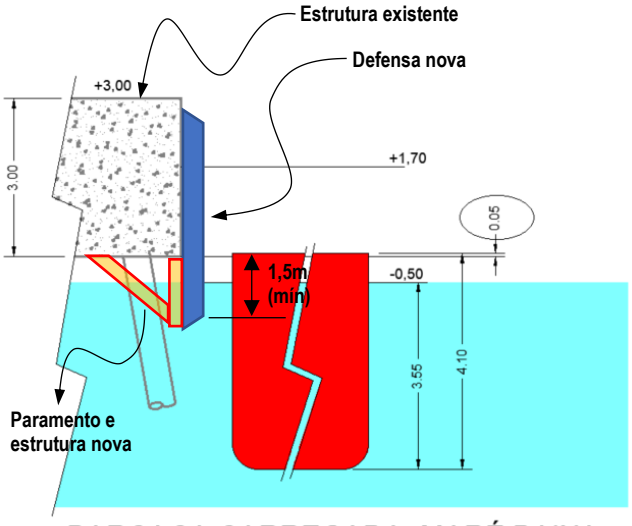
Com relação aos arranjos de amarração possíveis para as embarcações cabem as observações listadas a seguir.

- Algumas características dessas embarcações foram estimadas por falta de informações confiáveis;
- As embarcações analisadas não são exatamente as que irão operar futuramente no berço. Na ocasião do início das operações de barcaças, caso haja diferenças significativas com relação à OMS VXII e à Spabunker deverá averiguada a necessidade de ser realizada nova análise;

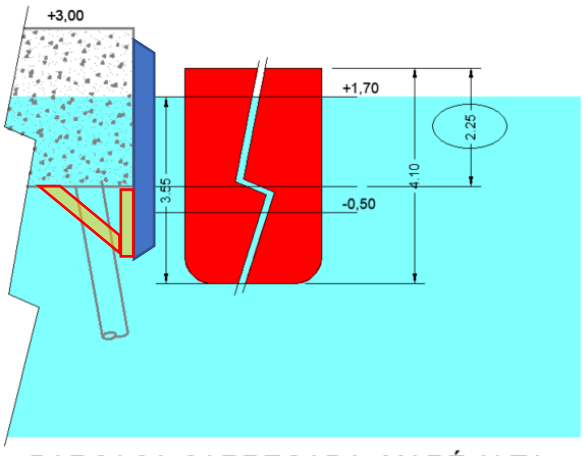
6.3. Observação com relação à necessidade de novos paramentos (no caso de defensas tipo arco)

Em função da pequena borda livre das barcaças deverão ser previstos paramentos na estrutura para acomodação das novas defensas (duas) e a respectiva estrutura para transferências das cargas para a estrutura existente de maneira adequada.

Deve ser **elaborado projeto civil estrutural** específico.



BARCAÇA CARREGADA, MARÉ BAIXA



BARCAÇA CARREGADA, MARÉ ALTA

Deve ser garantido **comprimento mínimo de contato entre a defensa e o costado da embarcação de 1,5m**.

6.4. Observação com relação ao posicionamento em planta das defensas

O posicionamento em planta das novas defensas deve ser de acordo com o apresentado no item 4.3 podendo ser adaptado em função das barcaças que realmente farão a operação de bunkering.

Importante notar que a defensa próxima à extremidade – que receberá o primeiro impacto da embarcação – deve ser posicionada no plano do cavalete 83 (ver DE-4200.02-6611-131-PTI-061).

O cálculo aqui apresentado considera defensa Trelleborg de altura mínima 800mm (e deflexão máxima de 51%). A compressão máxima não traz problemas para as madeiras existentes no paramento atual (conforme DE-4200.02-6611-131-PTI-061).

A especificação técnica da defensa a ser comprada deverá levar isso em conta. Deve ser verificado se o sistema de proteção do paramento ainda é o do projeto original (DE-4200.02-6611-140-PTI-010) ou se já sofreu alguma modernização no momento dessa definição.

Uma segunda defensa, a formar um par com a da extremidade do píer, deve ser posicionada no cavalete 80. Esse par de defensas para a atracação em si está indicado em azul nas figuras ao longo item 4.3.

Após a atracação a barcaça deve ser posicionada de forma a possibilitar a amarração. Devem ser previstas mais duas defensas (indicadas em verde nas figuras citadas) de modo a proteger a estrutura.