







 <b>PETROBRAS</b>  E&P-SERV US-OPSUB ISBM / EIMDS	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: RL-3000.00-1500-941-PMU-012					
	CLIENTE: E&P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS		PÁGINA: 1 de 23					
	PROGRAMA: GERAL							
	ÁREA: GERAL							
TÍTULO: PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE								
								
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>								
<b>REV</b>	<b>DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS</b>							
0	EMISSÃO ORIGINAL							
	<b>Rev 0</b>	<b>Rev A</b>	<b>Rev B</b>	<b>Rev C</b>	<b>Rev D</b>	<b>Rev E</b>	<b>Rev F</b>	<b>Rev G</b>
DATA	01/09/2014							
PROJETO	ISBM/EIMDS							
EXECUÇÃO	 RAFAEL							
VERIFICAÇÃO	 CARLOS							
APROVAÇÃO	 KOELBLINGER							
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DE SUA FINALIDADE.								

 <b>PETROBRAS</b>	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: <b>RL-3000.00-1500-941-PMU-012</b>	Rev.: <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS</b>			PÁGINA: <b>2 de 23</b>
	TÍTULO: <b>PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE</b>			

## ÍNDICE

1-	OBJETIVO .....	3
2-	REFERÊNCIAS .....	3
3-	PREMISSAS DE CÁLCULO .....	3
4-	PASSO A PASSO DA ANÁLISE DE CVD DE 2ª EXTREMIDADE .....	5
	4.1 – Preparação dos dados de análise.....	5
	4.2 – Inserção dos dados de entrada no Orcaflex.....	8
	4.3 – Tração no Topo (Overboard do MCV no PLSV).....	17
	4.4 – Equilíbrio.....	17
	4.5 – MCV no Hub com Linha Suspensa e MCV no Hub .....	18
	4.6 – Teste Offshore e Operação .....	22
	4.7 – Sistema de referência.....	22
	4.8 – Carregamentos .....	23
5-	ANEXOS .....	23

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: <b>RL-3000.00-1500-941-PMU-012</b>	Rev.: <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS</b>		PÁGINA: <b>3 de 23</b>	
	TÍTULO: <b>PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE</b>			

## 1- OBJETIVO

Este documento visa descrever o procedimento de análise de CVD de 2ª extremidade a partir do documento base CT-TDUT 002/2012 Rev.00. Serão informadas premissas e peculiaridades do processo de análise atual utilizado pela US-OPSUB / ISBM / EIMDS. O software utilizado nas análises é o Orcaflex.

## 2- REFERÊNCIAS

[1] CT-TDUT 002/2012 Rev.00 – ANÁLISE DE ESFORÇOS EM FLANGES DE MCVs DURANTE OPERAÇÕES DE CVDs;

[2] I-ET-3000.00-1500-942-PMU-001 Rev. A – INSTALLATION METHODS.

## 3- PREMISSAS DE CÁLCULO

Analogamente às análises para CVD de 1ª, as análises para CVD de 2ª extremidade contemplam os seguintes casos de análise:

- 1) Tração de topo (Overboard do MCV no PLSV);
- 2) Equilíbrio;
- 3) MCV no Hub com Linha Suspensa;
- 4) MCV no Hub;
- 5) Teste Offshore;
- 6) Operação;

Caso seja necessária a utilização de flutuadores ou peso morto nas análises, os seguintes casos devem ser analisados:

- 1) Tração no topo (overboard do MCV no PLSV);
- 2) Equilíbrio;
- 3) MCV no Hub com Linha Suspensa;
- 4) MCV no Hub (toque no solo);
- 5) MCV no Hub (após a retirada dos flutuadores / peso morto);
- 6) Teste Offshore (com flutuador ou peso morto);
- 7) Teste Offshore (após a retirada dos flutuadores / peso morto);
- 8) Operação (após a retirada dos flutuadores / peso morto);

Para o caso “MCV no Hub com Linha Suspensa”, o valor do deslocamento vertical a ser considerado é igual a 1,5m. O período de aplicação deste deslocamento vertical deve ser igual a 2,15s. Valores de deslocamentos verticais menores que 1,5m devem ser acordados com a engenharia de instalação conforme a necessidade do projeto.

A metodologia utilizada para cálculo de CVD de 1ª extremidade considera uma possível inclinação do solo marinho nas proximidades do hub do equipamento submarino. Tal consideração faz com que sejam analisadas duas alturas distintas nas análises (Altura nominal - 0,52cm e Altura nominal + 0,52cm). Entretanto, esta consideração não será aplicada para as análises de CVD de 2ª extremidade. Essas análises deverão ser realizadas em

casos pontuais e sendo assim, a medição real da altura do flange do MCV ao solo deve servir de insumo para os cálculos.

A lingada da corcova utilizada pode ser tanto de 3m ou de 5m de comprimento. A definição cabe ao analista.

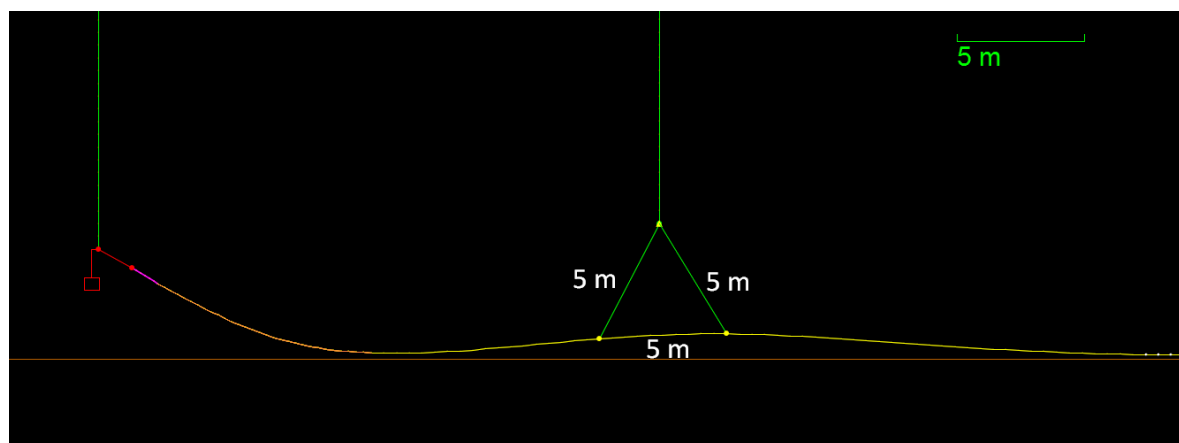




Figura 1: Exemplo de lingada da corcova igual a 5m de comprimento.

É recomendado que o espaçamento mínimo do primeiro flutuador (ou peso morto) ao flange do MCV seja maior ou igual a 3m. Porém, caso não seja viável uma configuração respeitando-se esta premissa, espaçamentos menores podem ser utilizados conforme a necessidade de cada projeto. Esta recomendação é feita devido ao risco do acessório se chocar com o painel do MCV durante a descida do equipamento.

Analogamente aos cálculos para CVD de 1ª extremidade, são utilizadas as curvas de rigidez flexional considerando a histerese do duto. Os casos de operação e teste são executados de maneira similar (conforme descrito na página 37 da referência [1]).

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: <b>RL-3000.00-1500-941-PMU-012</b>	Rev.: <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS</b>			PÁGINA: <b>5 de 23</b>
	TÍTULO: <b>PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE</b>			

4- PASSO A PASSO DA ANÁLISE DE CVD DE 2ª EXTREMIDADE

4.1 – Preparação dos dados de análise

A seguir será realizado um passo a passo de uma análise padrão de CVD de 2ª extremidade para exemplificar o elucidado nas premissas acima.

Dados de Entrada:

DADOS PARA INSERÇÃO NO ORCAFLEX							
Nome	Diâmetros		Peso (te/m)	Operational MBR	Bending Stiffness (kN.m2)	Axial Stiffness (kN)	Torsional Stiffness (kN.m2)
	Externo	Interno			Instalação		
Duto_topo	0.25745483	0.16220196	0.129010000	2.09	39.13	313393.00	2543.00
Duto_fundo	0.25745483	0.16220196	0.129010000	2.09	Duto Flexão 2	313393.00	2543.00
Conector	0.40822014	0.15240000	0.743830249	~	36812.39	6712860.68	28317.22
Cabo de aço 1 1/2"	0.08700000	0.00087000	0.031300000	~	50.00	553825.14	200.00
Vertebra_2	0.34617492	0.28000000	0.253847921	3.6	Restritor Curvatura	10	10

Figura 2: Exemplo de dados de entrada do duto e acessórios.

Nas análises, ao invés dos diâmetros externo e interno disponibilizados no “Data Sheet”, utilizamos diâmetros auxiliares. Estes diâmetros são calculados da seguinte forma:

Diâmetro Externo Auxiliar do duto:

$$Dout = \sqrt{\frac{4}{(\pi \times Ro(Água))} \times (w_1 - w_2)}$$

Diâmetro Interno Auxiliar do duto:

$$Din = \sqrt{\frac{4}{(\pi \times Ro(Água))} \times (w_3 - w_2)}$$

Onde:

- **Ro(Água)** = 1025 kg/m3;
- **w1** = Peso Linear do duto flexível, vazio no ar (kg/m);
- **w2** = Peso Linear do duto flexível, vazio e imerso (kg/m);
- **w3** = Peso Linear do duto flexível, alagado e imerso (kg/m);

Para o modelo da vértebra, precisamos informar no campo “Bending Stiffness” uma curva que informará o raio de curvatura quando a mesma irá travar.

Esta curva é definida com base nos diâmetros interno e externo da menor seção da vértebra.

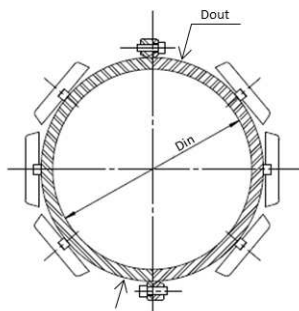


Figura 3: Diâmetros interno e externo da menor seção da vértebra.

I Vértebra	$I = \frac{\pi}{4} \times \left( \left( \frac{D_{ext}}{2} \right)^4 - \left( \frac{D_{int}}{2} \right)^4 \right)$
EI Vértebra	$EI = \left( 2,07E + 08 \frac{kN}{m^2} \right) \times I$

Curvatura	Momento
0	0
$\frac{1}{MBR_{vértebra}}$	0,01
$1 + \frac{1}{MBR_{vértebra}}$	$0,01 + \left( \left( 1 + \frac{1}{MBR_{vértebra}} \right) - \left( \frac{1}{MBR_{vértebra}} \right) \right) \times EI$

Tabelas 1 e 2: Confeção da curva de travamento da vértebra.

Onde:

- **Dext** = Diâmetro externo da menor seção da vértebra (Figura 3: Dout) (m);
- **Dint** = Diâmetro interno da menor seção da vértebra (Figura 3: Din) (m);
- **MBR<sub>vértebra</sub>** = Raio de travamento da vértebra (m);



Obs: O módulo de elasticidade (E) descrito acima considera uma vértebra metálica. Para vértebras poliméricas este dado deve ser fornecido pelo fornecedor do acessório.

Nas propriedades da vértebra, o diâmetro interno inserido é igual a Din (Figura 3) e o diâmetro externo é calculado da seguinte maneira:

$$D_{extvértebra} = \sqrt{\left( \frac{4}{\pi \times Ro_{Água}} \right) \times \left( \frac{P_{vértebraAR}}{L} - \frac{P_{vértebraÁGUA}}{L} \right) + D_{in}^2}$$

Onde:

- **Dextvértebra** = Diâmetro externo da vértebra a ser inserido no software (m);
- **Ro(Água)** = 1025 kg/m<sup>3</sup>;

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: <b>RL-3000.00-1500-941-PMU-012</b>	Rev.: <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS</b>		PÁGINA: <b>7 de 23</b>	
	TÍTULO: <b>PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE</b>			

- **PvertebraAR** = Peso da vértebra no Ar (kg);
- **PvertebraÁGUA** = Peso da vértebra na Água (kg);
- **L** = Comprimento da vértebra (m);
- **Din** = Diâmetro interno da vértebra (Figura 3) (m);

Como complemento para o modelo da vértebra, é criado um “Stiffener type” onde são referenciadas as propriedades do duto e em que ponto da linha criada no programa começará o elemento da vértebra. Mais adiante esta parte será mais esclarecida.

Nas propriedades do conector, o diâmetro interno inserido é igual ao diâmetro interno do duto no Data Sheet e o diâmetro externo é calculado da seguinte maneira:

$$D_{extconector} = \sqrt{\left(\frac{4}{\pi \times Ro_{\text{Água}}}\right) \times \left(w_1 - w_2 + \frac{P_{ConectorAR}}{L} - \frac{P_{ConectorÁGUA}}{L}\right)}$$

Onde:

- **Dextconector** = Diâmetro externo do conector a ser inserido no software (m);
- **Ro(Água)** = 1025 kg/m<sup>3</sup>;
- **w1** = Peso Linear do duto flexível, vazio no ar (kg/m);
- **w2** = Peso Linear do duto flexível, vazio e imerso (kg/m);
- **PconectorAR** = Peso do conector no Ar (kg);
- **PconectorÁGUA** = Peso do conector na Água (kg);
- **L** = Comprimento do conector (m);

Deverão ser inseridas no Orcaflex as curvas de rigidez flexional do duto para os casos definidos abaixo, considerando o anular do duto flexível seco. Tais curvas serão fornecidas pela Petrobras.

<b>Caso 1:</b> Rigidez Flexional (EI) na temperatura da máxima LDA de projeto, pressão interna igual a pressão atmosférica e pressão externa equivalente a máxima pressão da LDA de projeto (kN.m2)
<b>Caso 2:</b> Rigidez Flexional (EI) na temperatura da máxima LDA de projeto, pressão interna e externa ao duto equivalente a máxima pressão da LDA de projeto (kN.m2);
<b>Caso 3:</b> Rigidez Flexional (EI) na temperatura da máxima LDA de projeto, pressão interna igual a pressão de projeto acrescida da pressão devido a coluna de fluido (considerar linha cheia de água do mar) e pressão externa equivalente a máxima pressão da LDA de projeto (kN.m2);
<b>Caso 4:</b> Rigidez Flexional (EI) na temperatura da máxima LDA de projeto, 110% da pressão de projeto interna ao duto e pressão externa equivalente a máxima pressão da LDA de projeto (kN.m2); Atentar para o fato de que a pressão de teste é medida no topo, ou seja, deverá ser acrescentada a pressão hidrostática do fluido de teste no interior do duto (pior caso: água do mar)

Figura 4: Características das curvas de rigidez flexional utilizadas.

Deverão ser inseridos no Orcaflex os dados do MCV, conforme tabela fornecida pela gerência designada do EQSB.

DADOS PARA ANÁLISE DE CARGAS EM MCVs - FASE DE INSTALAÇÃO						
COTA <sup>(Nota 2)</sup>	DESCRIÇÃO	INFORMAÇÃO				
		PO	GL/SE	IA/IG	UEH	Outros (Informar)
$\alpha$	Ângulo do gooseneck	60°	60°		45°	
A	Distância vertical do flange do MCV ao solo marinho	4.645	4.645		4.180	
B	Distância vertical do olhal ao flange	816	816		756	
C	Distância horizontal do olhal ao flange	1.395	1.395		757	
D	Distância vertical do flange ao centro de gravidade	369	365		246	
E	Distância horizontal do flange ao centro de gravidade	1.654	1.559		1.050	
F	Distância vertical do flange à base do MCV	1.031	1.031		711	
G	Distância horizontal do flange ao centro do hub do MCV	1.400	1.400		1.061	
H	Posição do centro de gravidade em relação ao Eixo Y	26	13		6	
	Peso do MCV submerso [kg]	5.207	5.207		4.176	

Figura 5: Exemplo de dados de entrada do MCV.

## 4.2 – Inserção dos dados de entrada no Orcaflex

As figuras a seguir exemplificam onde deverão ser inseridos os dados do duto e MCV no software.

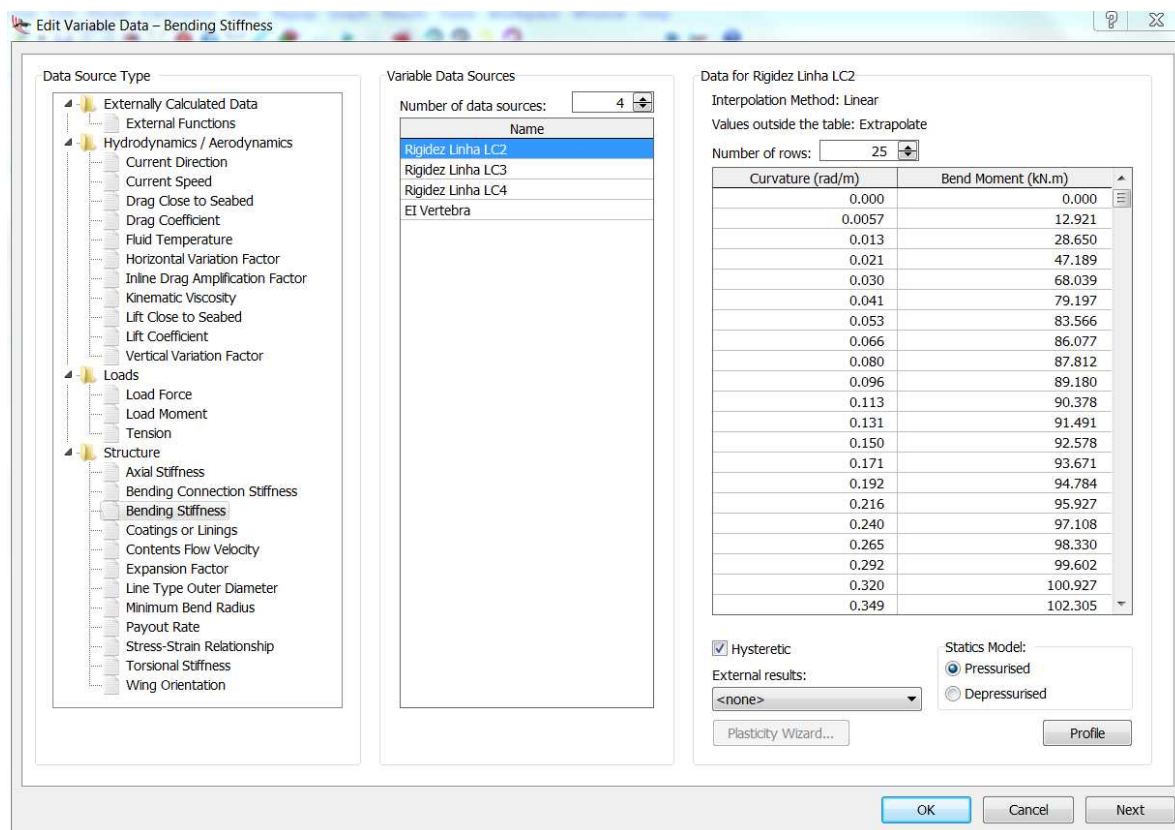


Figura 6: Dados de rigidez flexional (Caso 2).



Edit Variable Data – Bending Stiffness

Data Source Type

- Externally Calculated Data
  - External Functions
- Hydrodynamics / Aerodynamics
  - Current Direction
  - Current Speed
  - Drag Close to Seabed
  - Drag Coefficient
  - Fluid Temperature
  - Horizontal Variation Factor
  - Inline Drag Amplification Factor
  - Kinematic Viscosity
  - Lift Close to Seabed
  - Lift Coefficient
  - Vertical Variation Factor
- Loads
  - Load Force
  - Load Moment
  - Tension
- Structure
  - Axial Stiffness
  - Bending Connection Stiffness
  - Bending Stiffness**
  - Coatings or Linings
  - Contents Flow Velocity
  - Expansion Factor
  - Line Type Outer Diameter
  - Minimum Bend Radius
  - Payout Rate
  - Stress-Strain Relationship
  - Torsional Stiffness
  - Wing Orientation

Variable Data Sources

Number of data sources: 4

Name
Rigidez Linha LC2
<b>Rigidez Linha LC3</b>
Rigidez Linha LC4
El Vertebra

Data for Rigidez Linha LC3

Interpolation Method: Linear

Values outside the table: Extrapolate

Number of rows: 25

Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)
0.000	0.000
0.0057	12.921
0.013	28.650
0.021	47.189
0.030	68.481
0.041	85.821
0.053	92.581
0.066	96.151
0.080	98.447
0.096	100.156
0.113	101.558
0.131	102.817
0.150	103.999
0.171	105.155
0.192	106.316
0.216	107.498
0.240	108.711
0.265	109.960
0.292	111.248
0.320	112.581
0.349	113.967

☐ Hysteretic

External results: <none>

Plasticity Wizard... Profile

OK Cancel Next

Figura 7: Dados de rigidez flexional (Caso 3).

Edit Variable Data – Bending Stiffness

Data Source Type

- Externally Calculated Data
  - External Functions
- Hydrodynamics / Aerodynamics
  - Current Direction
  - Current Speed
  - Drag Close to Seabed
  - Drag Coefficient
  - Fluid Temperature
  - Horizontal Variation Factor
  - Inline Drag Amplification Factor
  - Kinematic Viscosity
  - Lift Close to Seabed
  - Lift Coefficient
  - Vertical Variation Factor
- Loads
  - Load Force
  - Load Moment
  - Tension
- Structure
  - Axial Stiffness
  - Bending Connection Stiffness
  - Bending Stiffness**
  - Coatings or Linings
  - Contents Flow Velocity
  - Expansion Factor
  - Line Type Outer Diameter
  - Minimum Bend Radius
  - Payout Rate
  - Stress-Strain Relationship
  - Torsional Stiffness
  - Wing Orientation

Variable Data Sources

Number of data sources: 4

Name
Rigidez Linha LC2
Rigidez Linha LC3
<b>Rigidez Linha LC4</b>
El Vertebra

Data for Rigidez Linha LC4

Interpolation Method: Linear

Values outside the table: Extrapolate

Number of rows: 25

Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)
0.000	0.000
0.0057	12.921
0.013	28.650
0.021	47.189
0.030	68.495
0.041	86.324
0.053	93.414
0.066	97.113
0.080	99.479
0.096	101.227
0.113	102.655
0.131	103.930
0.150	105.125
0.171	106.288
0.192	107.454
0.216	108.641
0.240	109.858
0.265	111.110
0.292	112.400
0.320	113.735
0.349	115.121

☐ Hysteretic

External results: <none>

Plasticity Wizard... Profile

OK Cancel Next

Figura 8: Dados de rigidez flexional (Caso 4)

Edit Variable Data – Bending Stiffness

Data Source Type

- Externally Calculated Data
  - External Functions
- Hydrodynamics / Aerodynamics
  - Current Direction
  - Current Speed
  - Drag Close to Seabed
  - Drag Coefficient
  - Fluid Temperature
  - Horizontal Variation Factor
  - Inline Drag Amplification Factor
  - Kinematic Viscosity
  - Lift Close to Seabed
  - Lift Coefficient
  - Vertical Variation Factor
- Loads
  - Load Force
  - Load Moment
  - Tension
- Structure
  - Axial Stiffness
  - Bending Connection Stiffness
  - Bending Stiffness**
  - Coatings or Linings
  - Contents Flow Velocity
  - Expansion Factor
  - Line Type Outer Diameter
  - Minimum Bend Radius
  - Payout Rate
  - Stress-Strain Relationship
  - Torsional Stiffness
  - Wing Orientation

Variable Data Sources

Number of data sources: 4

Name
Rigidez Linha LC2
Rigidez Linha LC3
Rigidez Linha LC4
<b>EI Vertebra</b>

Data for EI Vertebra

Interpolation Method: Linear

Values outside the table: Extrapolate

Number of rows: 3

Curvature (rad/m)	Bend Moment (kN.m)
0.000	0.000
0.278	0.010
1.278	44.091E3

☐ Hysteretic

External results: <none>

Plasticity Wizard... Profile

OK Cancel Next

Figura 9: Curva de travamento da vértebra.

Edit Line Type Data

View Mode: ☒ All ☐ Individual ☐ Code Checks



Line Types: 5

Category: Geometry & Mass Limits Structure Drag & Lift Added Mass & Inertia Contact Stress Friction Structural Damping Drawing

Name	Diameters		CG Offset		Bulk Modulus (kPa)	Mass per Unit Length (te/m)
	Outer (m)	Inner (m)	x (m)	y (m)		
1 Conector 6	0.408	0.152	0.000	0.000	Infinity	0.744
2 Cabo de aço 1 1/2"	0.087	0.00087	0.000	0.000	Infinity	0.031
3 Duto_topo	0.257	0.162	0.000	0.000	Infinity	0.129
4 Duto_fundo	0.257	0.162	0.000	0.000	Infinity	0.129
5 BRC 6	0.346	0.280	0.000	0.000	Infinity	0.254

Rayleigh Damping Coefficients... OK Cancel Next

Figura 10: Propriedades da linha e acessórios.

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: <b>RL-3000.00-1500-941-PMU-012</b>	Rev.: <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS</b>			PÁGINA: <b>11 de 23</b>
	TÍTULO: <b>PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE</b>			

Edit Line Type Data

View Mode  
☒ All  
☐ Individual  
☐ Code Checks

Line Types: 5

Category | Geometry & Mass | Limits | Structure | Drag & Lift | Added Mass & Inertia | Contact | Stress | Friction | Structural Damping | Drawing

	Name	Compression is limited	Allowable Tension (kN)	Minimum Bend Radi (m)	
				x	y
1	Conector 6	<input type="checkbox"/>	~	~	~
2	Cabo de aço 1 1/2"	<input type="checkbox"/>	~	~	~
3	Duto_topo	<input type="checkbox"/>	~	2.090	~
4	Duto_fundo	<input type="checkbox"/>	~	2.090	~
5	BRC 6	<input type="checkbox"/>	~	3.600	~

Rayleigh Damping Coefficients...

OK Cancel Next

Figura 11: Propriedades da linha e acessórios.

Edit Line Type Data

View Mode  
☒ All  
☐ Individual  
☐ Code Checks

Line Types: 5



Category | Geometry & Mass | Limits | Structure | Drag & Lift | Added Mass & Inertia | Contact | Stress | Friction | Structural Damping | Drawing

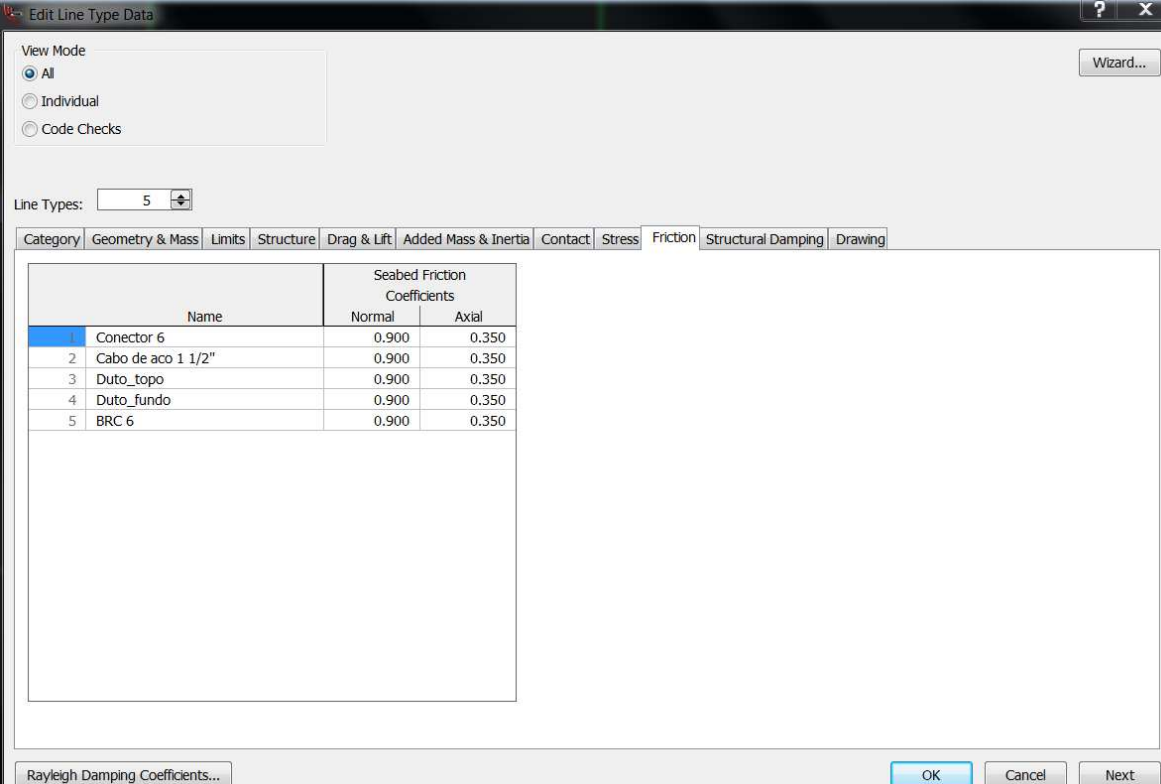
	Name	Bending Stiffness (kN.m <sup>2</sup> )		Axial Stiffness (kN)	Poisson Ratio	Torsional Stiffness (kN.m <sup>2</sup> )
		x	y			
1	Conector 6	36.812E3	~	6.713E6	0.500	28.317E3
2	Cabo de aço 1 1/2"	50.000	~	553.825E3	0.500	200.000
3	Duto_topo	39.130	~	313.393E3	0.500	2543.000
4	Duto_fundo	Rigidez Linha LC2	~	313.393E3	0.500	2543.000
5	BRC 6	El Vertebra	~	10.000	0.500	10.000

Rayleigh Damping Coefficients...

OK Cancel Next

Figura 12: Propriedades da linha e acessórios.

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: <b>RL-3000.00-1500-941-PMU-012</b>	Rev.: <b>0</b>
	CLIENTE: <b>E&amp;P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS</b>			PÁGINA: <b>12 de 23</b>
	TÍTULO: <b>PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE</b>			



View Mode: ☒ All ☐ Individual ☐ Code Checks

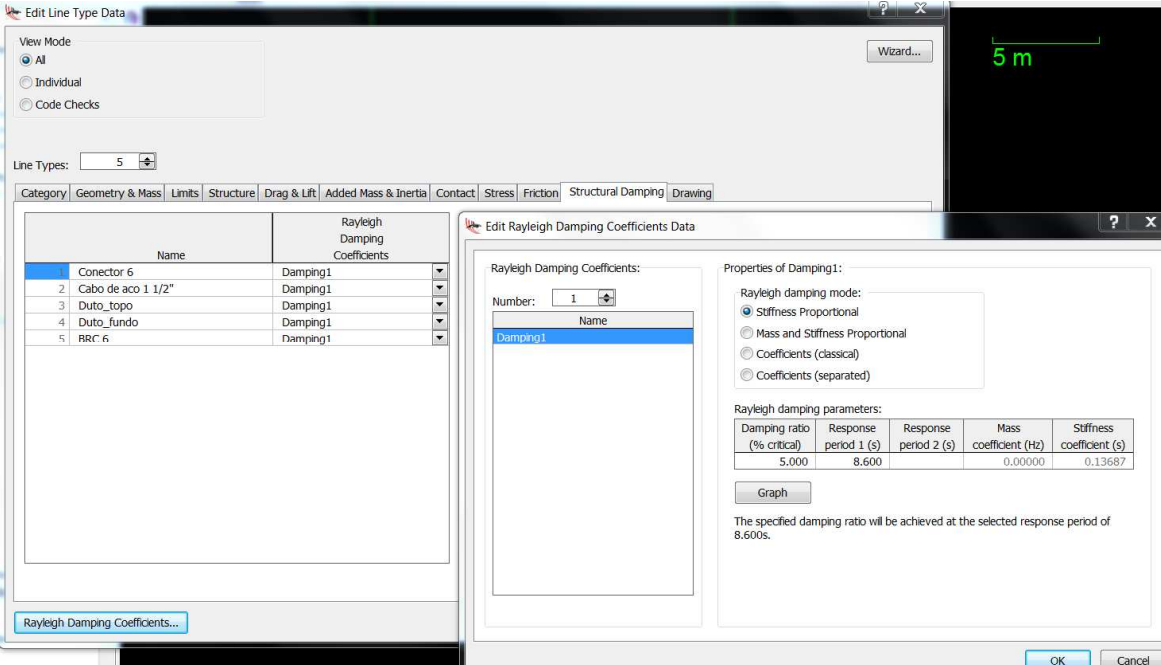
Line Types: 5

Category: Geometry & Mass Limits Structure Drag & Lift Added Mass & Inertia Contact Stress **Friction** Structural Damping Drawing

Name	Seabed Friction Coefficients	
	Normal	Axial
1 Conector 6	0.900	0.350
2 Cabo de aço 1 1/2"	0.900	0.350
3 Duto_topo	0.900	0.350
4 Duto_fundo	0.900	0.350
5 BRC 6	0.900	0.350

Rayleigh Damping Coefficients... OK Cancel Next

Figura 13: Propriedades da linha e acessórios.



View Mode: ☒ All ☐ Individual ☐ Code Checks

Line Types: 5

Category: Geometry & Mass Limits Structure Drag & Lift Added Mass & Inertia Contact Stress Friction **Structural Damping** Drawing

Name	Rayleigh Damping Coefficients
1 Conector 6	Damping1
2 Cabo de aço 1 1/2"	Damping1
3 Duto_topo	Damping1
4 Duto_fundo	Damping1
5 BRC 6	Damping1

Rayleigh Damping Coefficients... OK Cancel

**Edit Rayleigh Damping Coefficients Data**

Rayleigh Damping Coefficients: Number: 1

Name
Damping1

Properties of Damping1:

Rayleigh damping mode: ☒ Stiffness Proportional ☐ Mass and Stiffness Proportional ☐ Coefficients (classical) ☐ Coefficients (separated)

Rayleigh damping parameters:

Damping ratio (% critical)	Response period 1 (s)	Response period 2 (s)	Mass coefficient (Hz)	Stiffness coefficient (s)
5.000	8.600		0.00000	0.13687

Graph

The specified damping ratio will be achieved at the selected response period of 8.600s.

OK Cancel

Figura 14: Propriedades da linha e acessórios.

Edit 6D Buoy Data: MCV

Name:  Type:

Connection:  Degrees of freedom included in statics:

Initial Position and Attitude:

X (m)	Y (m)	Z (m)	Rotation 1 (deg)	Rotation 2 (deg)	Rotation 3 (deg)
0.000	-6.97E-6	-2118.00	-40E-6	0.026	47E-6

Inertia:

Mass (te)	Mass Moments of Inertia (te.m <sup>2</sup> )			Centre of Mass (m)		
	x	y	z	x	y	z
5.207	1.000	1.000	1.000	-0.159	0.000	0.662

Properties: ☒ Applied Loads ☐ Contact ☐ Wings ☐ Drawing ☐ Shaded Drawing

Added Mass Specification:

☒ Diagonal values ☐ Full matrices

Damping relative to: ☐ Earth ☒ Fluid

Geometry:

Volume (m <sup>3</sup> )	Bulk Modulus (kPa)	Height (m)	Centre of Volume (m)		
			x	y	z
0.00010	Infinity	1.847	-0.159	0.000	0.662

TRANSLATION

	x	y	z
Unit Force (kN/(m/s))	0.000	0.000	0.000

ROTATION

	x	y	z
Unit Moment (kN.m/(rad/s))	0.000	0.000	0.000

Slam:

Slam Area (m <sup>2</sup> )	Slam Force Coefficients	
	Cs (entry)	Ce (exit)
0.000	0.000	0.000

Drag:

	x	y	z
Drag Area (m <sup>2</sup> )	0.000	0.000	0.000
Drag Moment of Area (m <sup>5</sup> )	0.000	0.000	0.000

Fluid Inertia:

	x	y	z
Cd	0.000	0.000	0.000
Hydrodynamic Mass (te)	~	~	~
Hydrodynamic Inertia (te.m <sup>2</sup> )	0.000	0.000	0.000
Ca	0.000	0.000	0.000
Cm	~	~	~

Give Buoy negligible properties

OK Cancel Next

Figura 15: Propriedades do MCV.

Edit 6D Buoy Data: MCV

Name:  Type:

Connection:  Degrees of freedom included in statics:

Initial Position and Attitude:

X (m)	Y (m)	Z (m)	Rotation 1 (deg)	Rotation 2 (deg)	Rotation 3 (deg)
0.000	-6.97E-6	-2118.00	-40E-6	0.026	47E-6

Inertia:

Mass (te)	Mass Moments of Inertia (te.m <sup>2</sup> )			Centre of Mass (m)		
	x	y	z	x	y	z
5.207	1.000	1.000	1.000	-0.159	0.000	0.662

Properties: ☒ Applied Loads ☐ Contact ☐ Wings ☐ Drawing ☐ Shaded Drawing

Pen:

Width:  Style:  Colour:

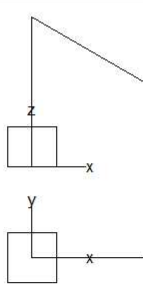
Vertices:

	x (m)	y (m)	z (m)
1	0.300	0.300	0.000
2	0.300	-0.300	0.000
3	-0.300	-0.300	0.000
4	-0.300	0.300	0.000
5	0.300	0.300	0.500
6	0.300	-0.300	0.500
7	-0.300	-0.300	0.500
8	-0.300	0.300	0.500
9	0.000	0.000	0.500
10	0.000	0.000	1.847
11	0.0050	0.000	1.847
12	1.400	0.000	1.031

Edges:

	From	To	Diameter (m)
1	1	2	~
2	2	3	~
3	3	4	~
4	4	1	~
5	5	6	~
6	6	7	~
7	7	8	~
8	8	5	~
9	1	5	~
10	2	6	~
11	3	7	~
12	4	8	~
13	9	10	~
14	10	11	~
15	11	12	~

Preview



Give Buoy negligible properties

OK Cancel Next

Figura 16: Propriedades do MCV.



Edit Line Data: 6"

Name: 6" Include Torsion: Yes Top End: End A P-y Model: (none)

Connection:

End	Connect to Object	Object Relative Position (m)			Height above seabed (m)	End Orientation (deg)			Release at Start of Stage
		x	y	z		Azimuth	Declination	Gamma	
A	Anchored	300.000	0.000	0.197	0.068	0.00	0.00	0.00	~
B	MCV	1.400	0.000	1.031		180.00	60.00	0.00	~

Connection Stiffness:

End	x bending	Stiffness (kN.m/deg)	y bending	Twisting
A	0.00	~	~	0.00
B	Infinity	~	~	Infinity

Statics:

Included in Statics	Static Methods Step 1	Step 2	Include Seabed Friction	Lay Azimuth (deg)	As Laid Tension (kN)
<input checked="" type="checkbox"/>	Catenary	Full Statics	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	0.000

Set Lay Azimuth

Structure: Pre-bend Attachments Contents Catenary Convergence Full Statics Convergence Drag & Wake VIV Results Drawing

Sections: 5 Total length = 299.069m

No.	Line Type	Section Length (m)	Expansion Factor	Target Segment Length (m)	Number of Segments	Clash Check	Cumulative Values Length (m)	Segments
1	Duto_fundo	100.000	~	2.000	50	<input type="checkbox"/>	100.000	50
2	Duto_fundo	100.000	~	1.000	100	<input type="checkbox"/>	200.000	150
3	Duto_fundo	89.000	~	0.500	178	<input type="checkbox"/>	289.000	328
4	Duto_fundo	8.706	~	0.300	29	<input type="checkbox"/>	297.706	357
5	Conector 6	1.363	~	0.200	7	<input type="checkbox"/>	299.069	364

The segmentation is determined by specifying either segment length or the number of segments. Click [here](#) for details.

Line Types... Attachment Types... P-y Models... Wake Models... SHEAR7 Data... Profile Graph OK Cancel Next

Figura 17: Dados da linha.

Edit Line Data: 6"

Name: 6" Include Torsion: Yes Top End: End A P-y Model: (none)

Connection:

End	Connect to Object	Object Relative Position (m)			Height above seabed (m)	End Orientation (deg)			Release at Start of Stage
		x	y	z		Azimuth	Declination	Gamma	
A	Anchored	300.000	0.000	0.197	0.068	0.00	0.00	0.00	~
B	MCV	1.400	0.000	1.031		180.00	60.00	0.00	~

Connection Stiffness:

End	x bending	Stiffness (kN.m/deg)	y bending	Twisting
A	0.00	~	~	0.00
B	Infinity	~	~	Infinity

Statics:

Included in Statics	Static Methods Step 1	Step 2	Include Seabed Friction	Lay Azimuth (deg)	As Laid Tension (kN)
<input checked="" type="checkbox"/>	Catenary	Full Statics	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	0.000

Set Lay Azimuth

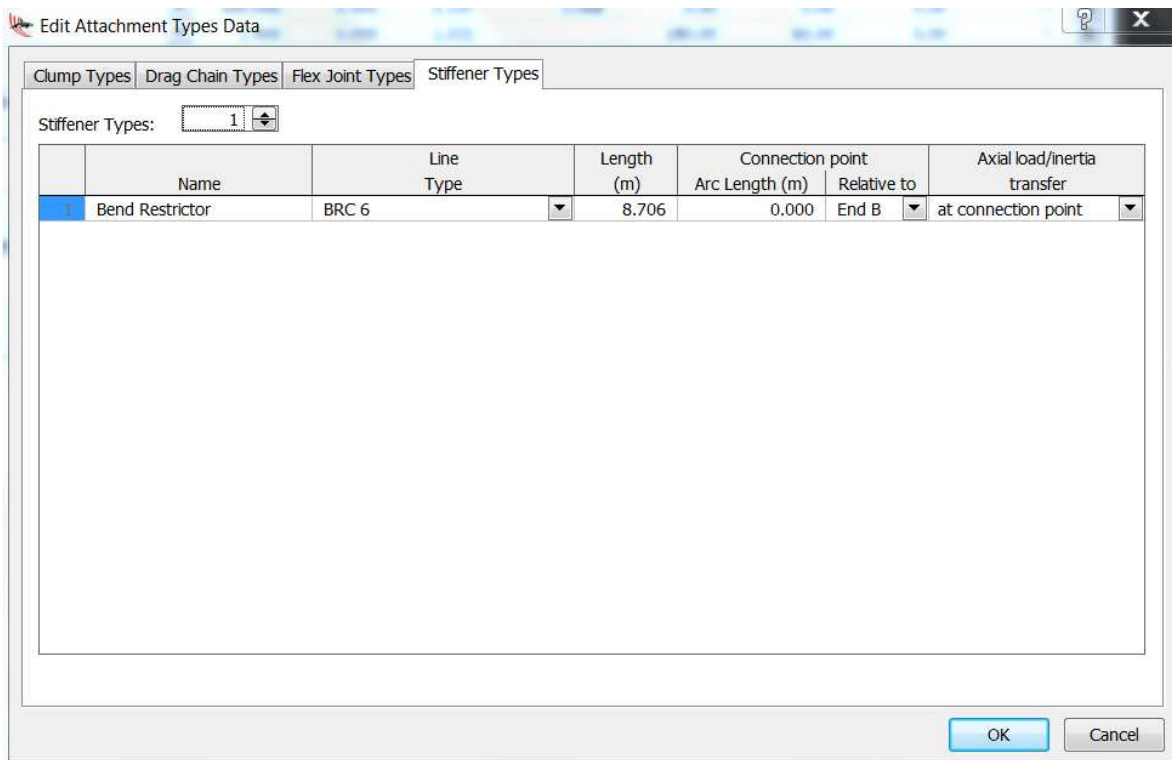
Structure: Pre-bend Attachments Contents Catenary Convergence Full Statics Convergence Drag & Wake VIV Results Drawing

Attachments: 1

No.	Attachment Type	Position (m)			z relative to	Name	Orientation (deg)		
		x	y	z			Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
1	Bend Restrictor	0.00	0.00	1.36	End B	Vertebra			

Line Types... Attachment Types... P-y Models... Wake Models... SHEAR7 Data... Profile Graph OK Cancel Next

Figura 18: Dados da linha.



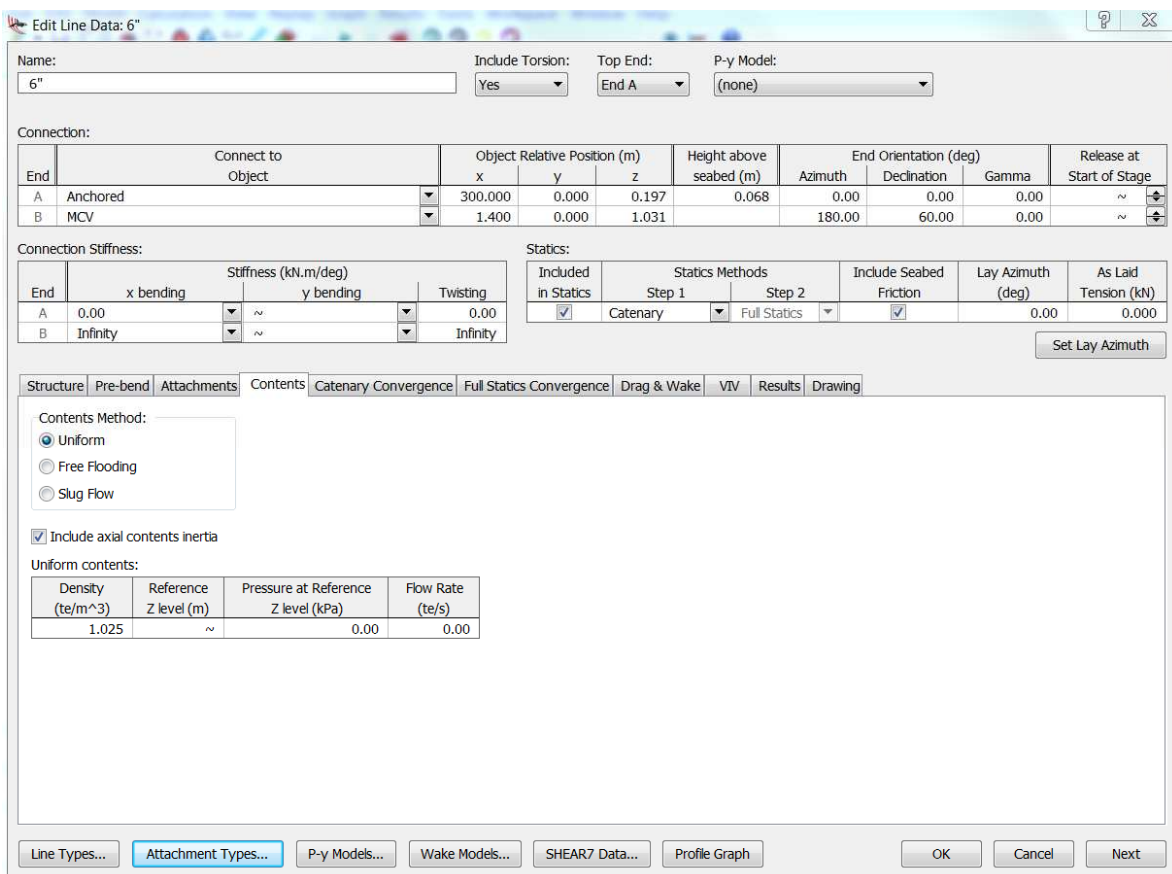
Clump Types | Drag Chain Types | Flex Joint Types | **Stiffener Types**

Stiffener Types: 1

	Name	Line Type	Length (m)	Connection point Arc Length (m)	Relative to	Axial load/inertia transfer
1	Bend Restrictor	BRC 6	8.706	0.000	End B	at connection point

OK Cancel

Figura 19: Dados de “Attachment” da modelagem da vértebra.



Name: 6" Include Torsion: Yes Top End: End A P-y Model: (none)

Connection:

End	Connect to Object	Object Relative Position (m)			Height above seabed (m)	End Orientation (deg)			Release at Start of Stage
		x	y	z		Azimuth	Declination	Gamma	
A	Anchored	300.000	0.000	0.197	0.068	0.00	0.00	0.00	~
B	MCV	1.400	0.000	1.031		180.00	60.00	0.00	~

Connection Stiffness:

End	x bending	Stiffness (kN.m/deg) y bending	Twisting
A	0.00	~	0.00
B	Infinity	~	Infinity

Statics:

Included in Statics	Statics Methods Step 1	Step 2	Include Seabed Friction	Lay Azimuth (deg)	As Laid Tension (kN)
<input checked="" type="checkbox"/>	Catenary	Full Statics	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00	0.000

Set Lay Azimuth

Structure | Pre-bend | **Attachments** | Contents | Catenary Convergence | Full Statics Convergence | Drag & Wake | VIV | Results | Drawing

Contents Method:

☒ Uniform

☐ Free Flooding

☐ Slug Flow

☒ Include axial contents inertia

Uniform contents:

Density (te/m^3)	Reference Z level (m)	Pressure at Reference Z level (kPa)	Flow Rate (te/s)
1.025	~	0.00	0.00

Line Types... Attachment Types... P-y Models... Wake Models... SHEAR7 Data... Profile Graph

OK Cancel Next

Figura 20: Dados da linha (Duto com bore alagado).

Edit Line Data: Cabo

Name: Cabo Include Torsion: No Top End: End A P-y Model: (none)

Connection:

End	Connect to Object	Object Relative Position (m)	Height above seabed (m)	End Orientation (deg)	Release at Start of Stage
		x	y	z	
A	Free	0.221	-49E-9	-45.109	~
B	MCV	0.0050	0.000	1.847	~

Connection Stiffness:

End	x bending	y bending	Twisting
A			
B	0.00	~	~

Statics:

Included in Statics	Statics Methods	Include Seabed Friction	Lay Azimuth (deg)	As Laid Tension (kN)
	Step 1	Step 2		
<input checked="" type="checkbox"/>	Catenary	Full Statics		

Set Lay Azimuth

Structure: Pre-bend Attachments Contents Catenary Convergence Full Statics Convergence Drag & Wake VIV Results Drawing

Sections: 2 Total length = 2069.000m

No.	Line Type	Section Length (m)	Expansion Factor	Target Segment Length (m)	Number of Segments	Clash Check	Cumulative Values
							Length (m) Segments
1	Cabo de aço 1 1/2"	1870.00	~	2.000	935	<input type="checkbox"/>	1870.00 935
2	Cabo de aço 1 1/2"	199.000	~	0.500	398	<input type="checkbox"/>	2069.00 1333

The segmentation is determined by specifying either segment length or the number of segments. Click [here](#) for details.

Line Types... Attachment Types... P-y Models... Wake Models... SHEAR7 Data... Profile Graph OK Cancel Next

Figura 21: Dados do cabo que sustenta o MCV.

Edit Line Data: Cabo lingada

Name: Cabo lingada Include Torsion: No Top End: End A P-y Model: (none)

Connection:

End	Connect to Object	Object Relative Position (m)	Height above seabed (m)	End Orientation (deg)	Release at Start of Stage
		x	y	z	
A	Free	21.000	0.000	-45.109	~
B	Free	21.000	0.000	-2117.0	~

Connection Stiffness:

End	x bending	y bending	Twisting
A			
B			

Statics:

Included in Statics	Statics Methods	Include Seabed Friction	Lay Azimuth (deg)	As Laid Tension (kN)
	Step 1	Step 2		
<input checked="" type="checkbox"/>	Catenary	Full Statics		

Set Lay Azimuth

Structure: Pre-bend Attachments Contents Catenary Convergence Full Statics Convergence Drag & Wake VIV Results Drawing

Sections: 2 Total length = 2070.245m

No.	Line Type	Section Length (m)	Expansion Factor	Target Segment Length (m)	Number of Segments	Clash Check	Cumulative Values
							Length (m) Segments
1	Cabo de aço 1 1/2"	1870.00	~	2.000	935	<input type="checkbox"/>	1870.00 935
2	Cabo de aço 1 1/2"	200.245	~	0.500	400	<input type="checkbox"/>	2070.24 1335

The segmentation is determined by specifying either segment length or the number of segments. Click [here](#) for details.

Line Types... Attachment Types... P-y Models... Wake Models... SHEAR7 Data... Profile Graph OK Cancel Next

Figura 22: Dados do cabo que sustenta a corcova.



### 4.3 – Tração no Topo (Overboard do MCV no PLSV)

Deverá ser calculada a tração máxima considerando a catenária do duto quando estiver sendo realizado o overboard do MCV pelo PLSV.

$$ELT = A + (LDA + 10) \times FC \times FAD \times w$$

Onde:

- **A** = Peso estimado dos acessórios (valor padrão 15t);
- **LDA** = Lamina d'água;
- **FC** = Fator de catenária (FC = 1,06 ; referente a um ângulo de catenária igual a 3°);
- **FAD** = Fator de amplificação dinâmica (FAD = 1,3);
- **w** = Peso linear do duto flexível, alagado e imerso;

### 4.4 – Equilíbrio

Após a adição dos dados no software é necessário realizar a verticalização do MCV. O parâmetro a ser controlado é a rotação em y nos resultados dentro da bóia 6D (MCV). Esta rotação deve ficar o mais próximo de zero (tolerância = 0,5°).

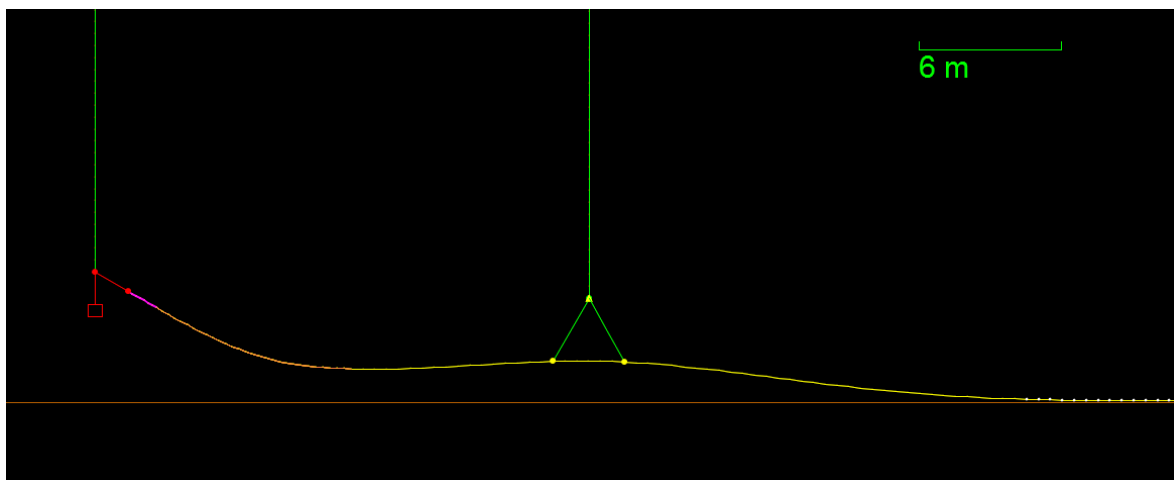


Figura 23: Análise estática para obtenção da configuração de CVD de 2ª.

#### Full Results for MCV in static state

OrcaFlex 9.6c: Equilibrio\_CVD2a\_alternativo2.sim (modified 17:42 on 27/8/2014 by OrcaFlex 9.6c)

Estimated shortest natural period = 619.986434s.

Dry length = 0.0000m.

Position (m)			Orientation (deg)		
X	Y	Z	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3
0.3492	0.0	-2117.1917	0.0000	0.0006	0.0000

Connections							
Connection to	6D Buoy End			Other End		Maximum Tension Segment	
	Total Force (kN)	Vertical Force (kN)	Total Force Declination (deg)	Total Force (kN)	Uplift Angle (deg)	Segment Number	Tension (kN)
6" End B	24.8701	24.8701	179.9024	86.8536	-1.3714	B	12.4719
Cabo End B	75.9323	-75.9323	0.032	587.3753	~	A	587.3753

Figura 24: Rotação do MCV em y.

Finalizada a verticalização, obtêm-se os esforços no flange do MCV apenas para futura consulta, pois como o MCV está livre, qualquer oscilação devido aos carregamentos de onda não impactará na integridade do equipamento.

#### 4.5 – MCV no Hub com Linha Suspensa e MCV no Hub

Após a obtenção de uma configuração com o MCV verticalizado através de uma análise estática, são realizadas as análises dinâmicas.

A partir da configuração estática obtida, deve-se “congelar” os pontos que compõem a configuração da linha utilizando a função “Use Specified Starting Shape for Lines (static state)”, conforme ilustrado na figura a seguir.

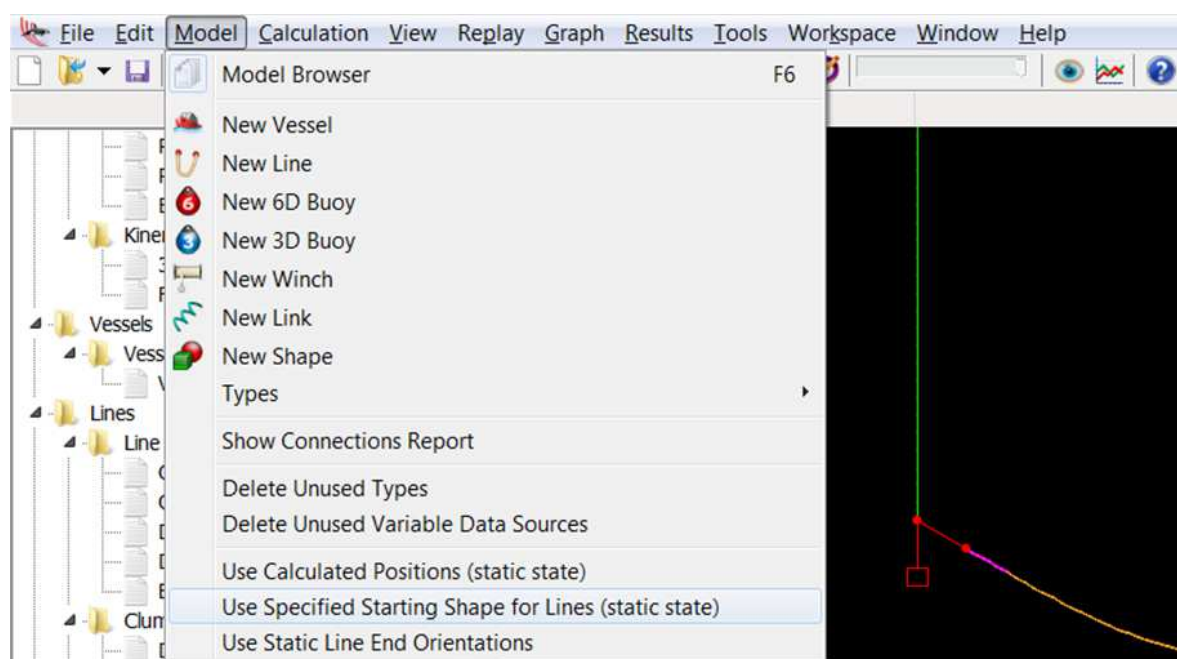
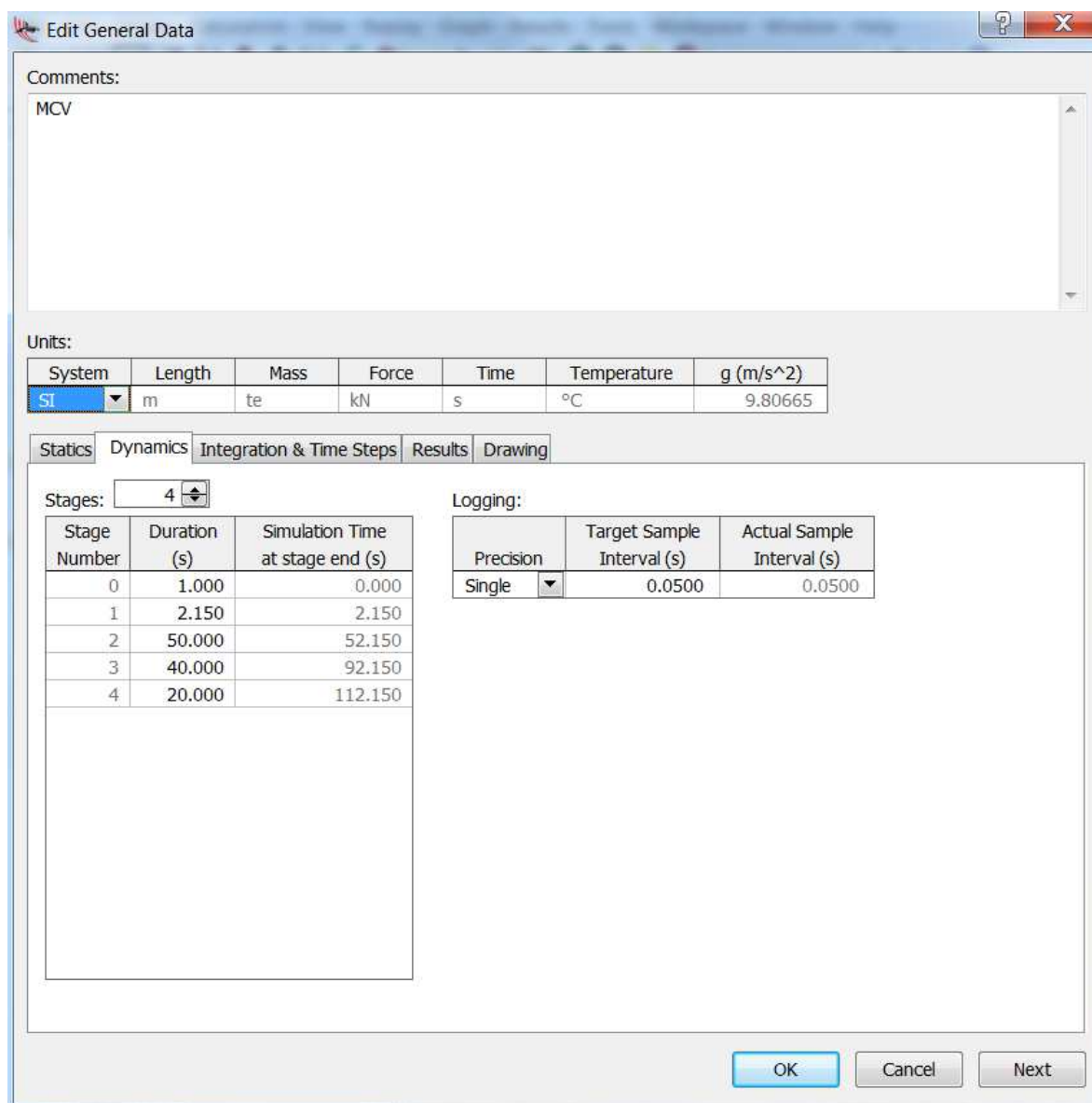


Figura 25: Aplicação de função para “congelar” a configuração obtida.

Após este passo deve-se salvar um novo arquivo onde serão rodadas as análises dinâmicas.

Deve ser inserida a duração de cada estágio de análise, conforme a necessidade do analista. A única duração que deve obrigatoriamente ser mantida é o período de aplicação do deslocamento vertical no duto (2,15s).



Comments:

MCV

Units:

System	Length	Mass	Force	Time	Temperature	g (m/s^2)
SI	m	te	kN	s	°C	9.80665

Statics Dynamics Integration & Time Steps Results Drawing

Stages: 4

Stage Number	Duration (s)	Simulation Time at stage end (s)
0	1.000	0.000
1	2.150	2.150
2	50.000	52.150
3	40.000	92.150
4	20.000	112.150

Logging:

Precision	Target Sample Interval (s)	Actual Sample Interval (s)
Single	0.0500	0.0500

OK Cancel Next

Figura 26: Exemplo de duração dos estágios da análise dinâmica.

São aplicados então os movimentos no elemento de guincho que sustenta o cabo da lingada, conforme exemplificado na figura a seguir.

Edit Winch Data: Guincho lingada

Name: **Guincho lingada** Type: **Simple**

Connections: **2**

	Connect to Object	Object Relative Position (m)			z relative to
		x	y	z	
1	Fixed	21.000	0.000	5.000	
2	Cabo lingada	0.000	0.000	0.000	End A

Winch Wire: Stiffness (kN) **277.8E3** Damping (s) **0.010**

Release: **Release at Start of Stage**

Pen: Width **1** Style **—** Colour **■**

Shaded drawing: Diameter (m) **0.100**

Control

Control Type:

☒ By Stage

☐ Whole Simulation

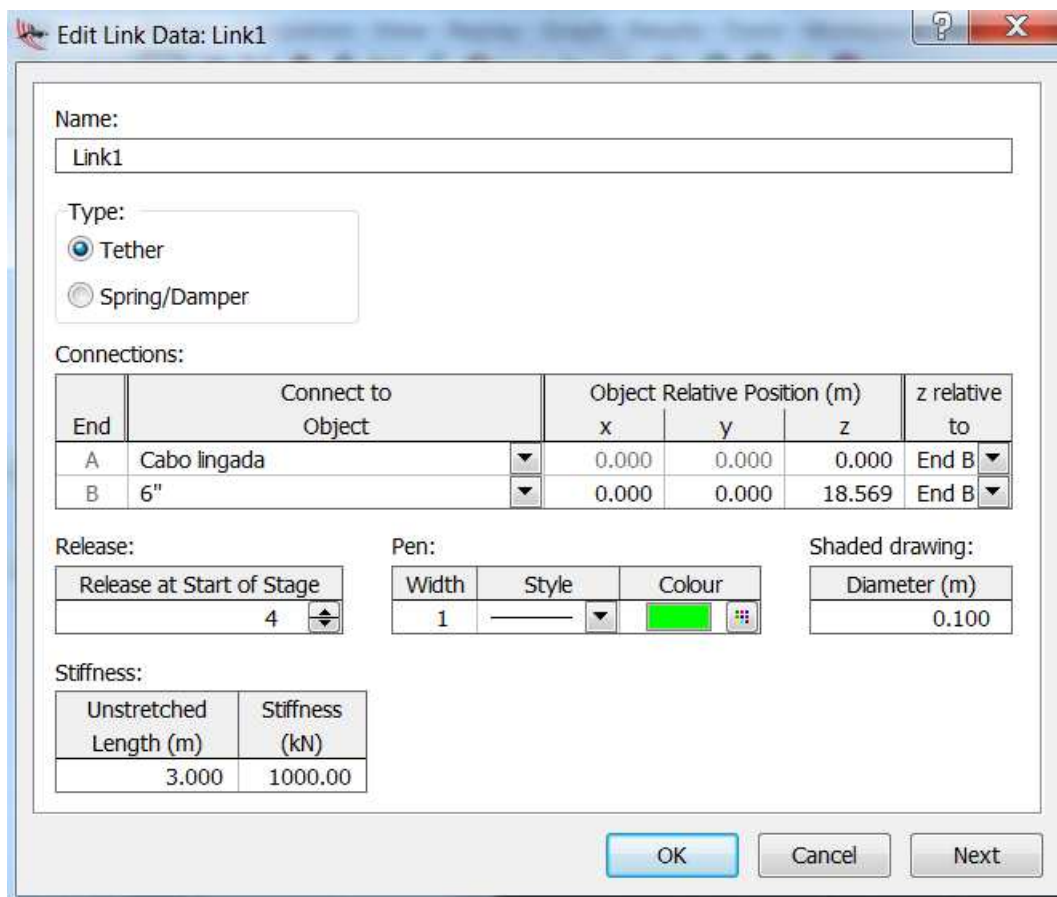
Stage	Stage Duration (s)	Simulation Time at stage end (s)	Mode	Value
Statics			Specified Length	50.000
0	1.000	0.000	Specified Payout	0.000
1	2.150	2.150	Specified Payout	-1.500
2	50.000	52.150	Specified Payout	0.000
3	40.000	92.150	Specified Payout	4.000
4	20.000	112.150	Specified Payout	-4.000

Note: Tensions and tension changes are in kN; lengths and payouts are in m; payout rates are in m/s; tension rates of change are in kN/s.

OK Cancel Next

Figura 27: Exemplo de aplicação de movimentos no elemento de guincho.

As lingadas que formam a corcova da CVD de 2ª são modeladas como “links”. Para obtenção dos carregamentos após o assentamento do duto no solo, deverá ser ajustado o estágio onde estes “links” serão liberados.



**Edit Link Data: Link1**

Name: Link1

Type: ☒ Tether ☐ Spring/Damper

Connections:

End	Connect to Object	Object Relative Position (m)			z relative to
		x	y	z	
A	Cabo lingada	0.000	0.000	0.000	End B
B	6"	0.000	0.000	18.569	End B

Release: Release at Start of Stage 4

Pen: Width 1 Style solid Colour green

Shaded drawing: Diameter (m) 0.100

Stiffness:

Unstretched Length (m)	Stiffness (kN)
3.000	1000.00

OK Cancel Next

Figura 28: Exemplo de link para formação da lingada.

Após o término da análise, os esforços dos casos “MCV no Hub com Linha Suspensa” e “MCV no Hub” serão obtidos.

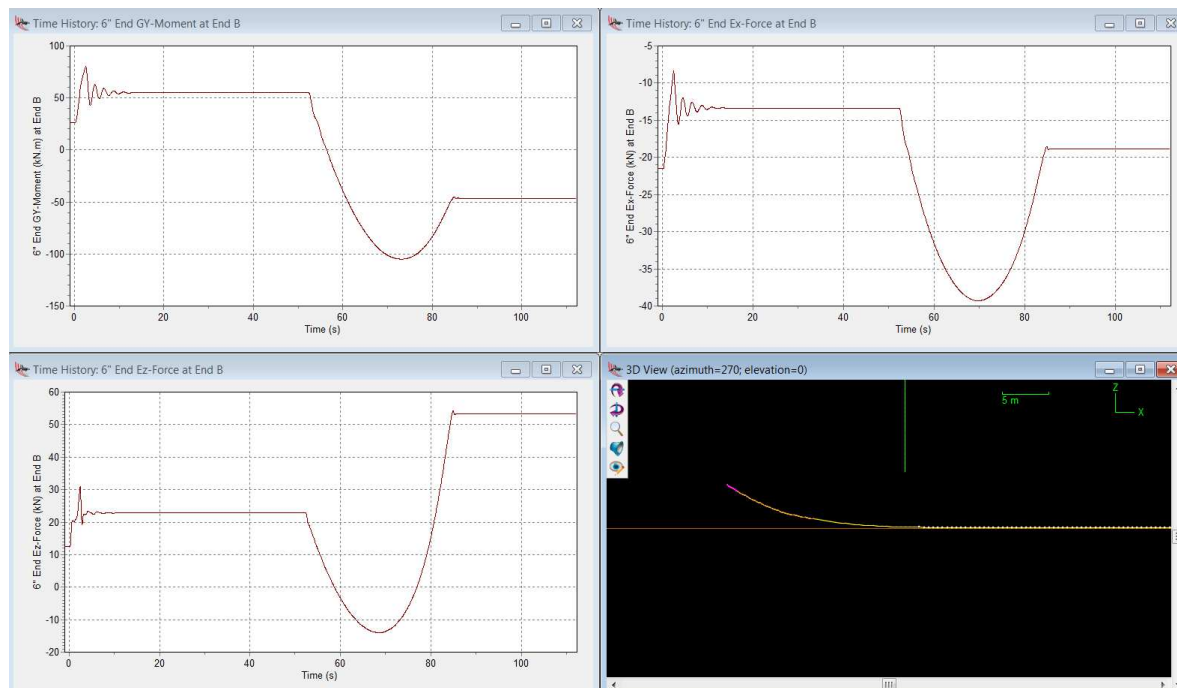


Figura 29: Exemplo de resultados obtidos.

#### 4.6 – Teste Offshore e Operação

Analogamente às análises para CVD de 1ª extremidade, os esforços para as condições de “Teste Offshore” e “Operação” serão obtidos através das instruções que se encontram na CT-TDUT 002/2012 Rev.00 (conforme descrito na página 37 da referência [1]).

#### 4.7 – Sistema de referência

A figura a seguir ilustra o sistema de referência considerado na impressão dos valores dos esforços solicitantes obtidos das análises.

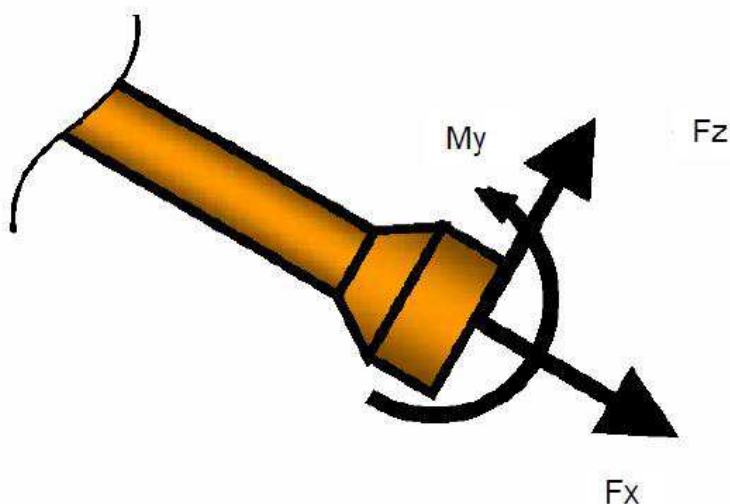




Figura 30 – Sistema de referência para os esforços solicitantes (Fx – Tração; Fz – Cortante, e My – Momento Fletor).

	<b>RELATÓRIO TÉCNICO</b>		Nº: <b>RL-3000.00-1500-941-PMU-012</b>	Rev.: 0
	CLIENTE: <b>E&amp;P-SERV/US-OPSUB/ISBM/EIMDS</b>		PÁGINA: <b>23 de 23</b>	
	TÍTULO: <b>PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA CVD DE 2ª EXTREMIDADE</b>			

#### 4.8 – Carregamentos

A tabela a seguir ilustra um exemplo de tabela com carregamentos tendo como base os dados de entrada contidos no anexo 1.

Caso de carregamento	Esforço	Valor
CVD 2ª – Topo	Tração (Fx)	2934 kN
CVD 2ª – Equilíbrio	Tração (Fx) Força Cortante (Fz) Momento Fletor (My) MBR	12,47 kN -21,52 kN 26,28 kN.m 10,05 m
CVD 2ª – MCV no Hub com linha suspensa	Tração (Fx) Força Cortante (Fz) Momento Fletor (My) MBR	29,93 kN -8,30 kN 80,16 kN.m 10,05 m
CVD 2ª – MCV no Hub	Tração (Fx) Força Cortante (Fz) Momento Fletor (My)	-10,09 kN -38,35 kN -104,93 kN.m
CVD 2ª – Teste Offshore	Tração (Fx) Força Cortante (Fz) Momento Fletor (My)	52,97 kN -18,62 kN -40,63 kN.m
CVD 2ª – Operação	Tração (Fx) Força Cortante (Fz) Momento Fletor (My)	52,99 kN -18,64 kN -41,02 kN.m

Tabela 3 – Exemplo tabela com resultados de análises para CVD 2ª.

#### 5- ANEXOS

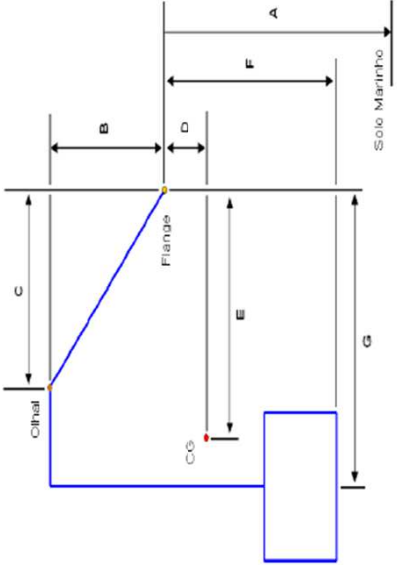
Anexo 1 – DADOS DO DUTO FLEXÍVEL, CONECTOR, VÉRTEBRA E MCV.

Anexo 2 – DADOS DE RIGIDEZ FLEXIONAL.

# **ANEXO 1**



DADOS PARA ANÁLISE DE CARGAS EM MCVs - FASE DE INSTALAÇÃO						
COTA <small>(Nota 4)</small>	DESCRIÇÃO	INFORMAÇÃO				
		PO	GL/SE	IA/IG	UEH	Outros <small>(Informar)</small>
$\alpha$	Ângulo do gooseneck	60°	60°		45°	
A	Distância vertical do flange do MCV ao solo marinho	4.645	4.645		4.180	
B	Distância vertical do olhal ao flange	816	816		756	
C	Distância horizontal do olhal ao flange	1.395	1.395		757	
D	Distância vertical do flange ao centro de gravidade	369	365		246	
E	Distância horizontal do flange ao centro de gravidade	1.654	1.559		1.050	
F	Distância vertical do flange à base do MCV	1.031	1.031		711	
G	Distância horizontal do flange ao centro do hub do MCV	1.400	1.400		1.061	
H	Posição do centro de gravidade em relação ao Eixo Y	26	13		6	
	Peso do MCV submerso [kg]	5.207	5.207		4.176	



Linha	
Estrutura	Duto 6"
Dout	257.41 mm
Daux	257.45 mm
Din	152.40 mm
Peso seco vazio	129.01 kgf/m
Peso molhado vazio	75.65 kgf/m
EA	31393.00 kN
EI	39.13 kN.m2
GJ	2543.00 kN.m2
Peso molhado cheio	96.83 kgf/m
MBR	2.09 m
MBR Operação	2.09 m

Vértebra	
Dout_menor_seção	0.320 m
Din_menor_seção	0.280 m
Dout	0.346 m
L	8.706 m
Peso_ar	2210.00 kg
MBR	3.600 m

Conector	
Dout_Pescoço	0.254 m
Din_pescoço	0.152 m
Daux	0.408 m
L	1.363 m
Peso_ar	838.00 kg

## **ANEXO 2**

Curvatura (1/m)	Momento Fletor (kN.m)			
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
0	0	0	0	0
0.005696058	12.92068826	12.92068826	12.92068826	12.92068826
0.01263039	28.65022179	28.65022179	28.65022179	28.65022179
0.020802996	47.18860059	47.18860059	47.18860059	47.18860059
0.030213875	66.127259	68.0393797	68.48111317	68.49496745
0.040863027	73.71020614	79.19665498	85.82054297	86.32394291
0.052750453	77.06457897	83.56620582	92.58132775	93.41437937
0.065876153	79.08649127	86.07738275	96.15101309	97.11275447
0.080240126	80.55104106	87.81193453	98.44749225	99.47916097
0.095842373	81.7645768	89.18002775	100.1560358	101.2272726
0.112682893	82.85413948	90.37840362	101.557845	102.6549717
0.130761687	83.90222542	91.49063034	102.8170283	103.9304825
0.150078754	84.94658047	92.57798813	103.9994595	105.1254114
0.170634095	86.00473521	93.6712109	105.154523	106.2879357
0.19242771	87.09028984	94.78359254	106.3155291	107.4543311
0.215459598	88.21229152	95.92727418	107.4982277	108.641245
0.239729759	89.37831361	97.10764293	108.7113415	109.8578962
0.265238194	90.59281729	98.3297485	109.95996	111.1095265
0.291984903	91.85951688	99.60184803	111.2479712	112.4001011
0.319969885	93.17962447	100.9266431	112.5814439	113.7350454
0.349193141	94.55384667	102.3049646	113.9668456	115.1212184
0.37965467	95.98270473	103.7374023	115.4055032	116.560549
0.411354473	97.4666075	105.2244735	116.8980722	118.0536962
0.44429255	99.00589407	106.7665686	118.4450488	119.601216
0.4784689	100.6008482	108.364038	120.0468736	121.2035003