

FPARA:

Alef Nascimento;
Diogo Araujo
Adalberto Silva

COPIA:

HISTÓRICO DAS REVISÕES				
REV.	DATA	ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO
1	22/03/2024	DTW	EYC / NSI	CFS
	PRINCIPAIS MUDANÇAS			
	Primeira Emissão			

TÍTULO:	ESTUDO DE CVD DE 1ª EXTREMIDADE DA LINHA IG NO MSIAG-01
----------------	--

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	2
1.1	Objetivo.....	2
1.2	Abreviações	2
1.3	Referências	2
2	PREMISSAS DE CÁLCULO	3
2.1	Hipóteses e Metodologia	3
2.2	Dados de Referência.....	3
2.3	Critério de Aceitação	4
3	RESULTADOS	5
3.1	Instalação do MCV	5
3.1.1	Alinhamento e verticalização do MCV	5
3.1.2	Heave up	6
3.1.3	Toque da linha no solo após conexão	6
4	CONCLUSÕES.....	7
5	ANEXO	8
6	RESUMO.....	9

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

O presente documento tem por objetivo realizar um estudo de CVD de primeira extremidade no MSIAG-01 em uma lâmina d'água de 2240m, a ser realizada pela embarcação Skandi Açú no campo Lula, para avaliar a necessidade do uso de boias e/ou peso morto durante o procedimento de modo a verticalizar o MCV e cumprir o critério de heave up.

As análises são realizadas utilizando o programa de elementos finitos para análises de instalação, ORCAFLEX versão 11.3a.

1.2 Abreviações

CVD	:	Conexão Vertical Direta
MCV	:	Módulo de Conexão Vertical
TDP	:	Touch Down Point
MBR	:	Minimum Bending Radius
te	:	Toneladas

1.3 Referências

Ref	Documento	Rev	Título
[1]	RT-2691-CVD	0	CVD de 1ª da linha de IG do MSIAG-01 do FPSO Cidade de Itaguaí
[2]	RL-3A26.09-1500-94G-R1N-005	0	DUTO DE INJEÇÃO DE GÁS DO POÇO LL-44 AO MSIAG-01 DO FPSO CIDADE DE ITAGUAÍ (LADO MANIFOLD) – ANÁLISE DE ESFORÇOS EM EQUIP. SUB. (MCV)

2 PREMISSAS DE CÁLCULO

2.1 Hipóteses e Metodologia

A metodologia utilizada no estudo visa dispor o cabo ligado à manilha do MCV e o flexível de maneira que o MCV e o hub estejam alinhados, com o desvio do MCV em relação à vertical dentro da tolerância especificada, que é condição necessária para a conexão vertical.

Após o MCV ser assentado, o ponto de conexão do flexível com o navio é suspenso, inicialmente 2,5 metros em 2,15 segundos, para assegurar que não há travamento da vértebra. Caso necessário, esse deslocamento pode ser reduzido. Nesse caso o comprimento de flexível usado para verticalizar o MCV é mantido. Essa etapa é para simular um deslocamento vertical do navio logo após o MCV ser assentado no hub.

As seguintes hipóteses foram assumidas:

- A análise realizada é dinâmica, porém não são considerados efeitos de corrente, ondas e vento;
- Apenas boias encontradas a bordo são consideradas como remediação para possíveis problemas na configuração da instalação;
- O centro de empuxo é considerado na mesma posição do centro de gravidade do MCV;
- A linha é considerada cheia de água;
- Foi considerada a rigidez à flexão nas condições de temperatura e pressão da instalação. e anular alagado.

2.2 Dados de Referência

Item	Descrição
Estrutura	WSI 152.2553-RD-4042-6 Rev. 1
Vértebra	CB-BR1522553-00-01 Rev. 1
Conector	CB-EF1522540-00-05 Rev. 4
MCV	P7000048060 / TechnipFMC
Lâmina d'água	2240 m

2.3 Critério de Aceitação

Nas configurações estudadas os parâmetros da Tabela 2.1 são avaliados em relação aos limites informados.

Tabela 2.1 – Parâmetros de aceitação da configuração

Parâmetros	Ref	Valor Limite	Unidade
Inclinação do MCV em relação à vertical	[-]	±0,50	graus
Distância mínima do flexível ao solo	[-]	0,50	m
Distância do flange do MCV ao leito marinho	[1]	3,81	m
Raio de travamento da vértebra	[1]	4,14	m
Raio de curvatura mínimo da linha	[1]	2,40	m
Momento fletor máximo na vértebra	[1]	70,00	kN.m
Força cortante máxima na vértebra	[1]	34,00	kN

De acordo com o documento ET-3000.00-1500-951-PMU-001 - revisão F, algumas observações se aplicam:

- (1) No caso de estudos para MCVs de umbilicais, a aprovação da análise depende apenas dos parâmetros descritos acima, não incluindo os esforços (momento/tração/cortante) como critérios de aceitação;
- (2) No caso de linhas de fluxo, os carregamentos devem ser gerados obedecendo o mesmo sistema de referência do relatório de cargas e comparados individualmente em módulo (i.e. tração com tração, cortante com cortante e momento com momento).

3 RESULTADOS

3.1 Instalação do MCV

Para a instalação do MCV com as boias mostradas na Tabela 3.1, os resultados da análise de alinhamento e verticalização do MCV são mostrados no item 3.1.1 e o do heave up no item 3.1.2.

Tabela 3.1 – Posicionamento das boias

Empuxo [kg]	Posição em relação ao flange do MCV [m]
1320 + 660	3
741 + 741	6

3.1.1 Alinhamento e verticalização do MCV

Os resultados da configuração que mantém o MCV verticalizado e alinhado são mostrados na Tabela 3.2. A Figura 3.1 apresenta a configuração do CVD de 1ª extremidade.

Tabela 3.2 – Resultados estáticos para alinhamento e verticalização

Distância do flange do MCV ao solo [m]	Distância mínima da linha ao solo [m]	Inclinação do MCV [graus]	MBR Linha [m]	MBR Vértebra [m]
3,81	0,55	-0,23	4,56	5,62

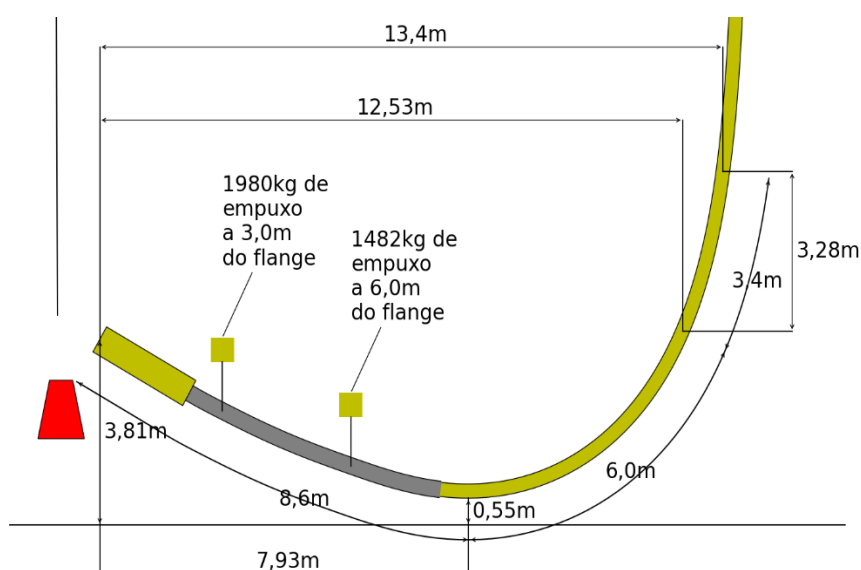


Figura 3.1 – Configuração da CVD de 1ª extremidade. Comprimento do ponto no seio da configuração até ao flange do goose neck e comprimento do ponto na altura do flange do goose neck até o seio.

3.1.2 Heave up

Nesse caso o MCV é fixado no hub e o ponto de conexão do flexível com o navio é suspenso 2 metros em 2,15 segundos, mantendo o comprimento de flexível utilizado para verticalizar e alinhar o MCV. Os resultados são apresentados na Tabela 3.3 e na Tabela 3.4.

Tabela 3.3 – Resultados para análise de heave up

Heave up [m]	MBR Linha [m]	MBR Vértebra [m]	Momento Fletor Máx na Vértebra [kN.m]	Força Cortante Max. na Vértebra [kN]
2,00	4,13	4,14*	13,06	19,03

*Vértebra travada

Tabela 3.4 – Esforços no flange do goose neck do MCV da análise do heave up

Momento Fletor	Momento Fletor [kN.m]	Tração [kN]	Força Cortante [kN]
Máximo	43,29	4,80	-3,70
Mínimo	1,40	6,36	-11,57

3.1.3 Toque da linha no solo após conexão

Nesse caso o MCV é fixado no hub e o ponto de conexão do flexível com o navio é pago até que a linha toque no solo, mantendo o comprimento de flexível utilizado para verticalizar e alinhar o MCV. Os resultados dos esforços da interface do MCV com o duto são apresentados na

Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Esforços no MCV no momento em que a linha toca no solo

Momento Fletor [kN.m]	Tração [kN]	Força Cortante [kN]
0,75	6,00	-10,94

4 CONCLUSÕES

A Tabela 4.1 sumariza os resultados da operação de conexão vertical direta de 1ª extremidade.

Conclui-se que é necessário instalar 1980kg de empuxo a 3m, 1482kg de empuxo a 6m, do flange, conforme Tabela 3.1, de forma a verticalizar o MCV e cumprir o critério de heave up que deverá nesse caso ser reduzido para 2m.

O estudo apresenta travamento da vértebra, porém o momento fletor máximo na mesma não ultrapassa o admissível.

Os esforços calculados deste estudo estão aprovados a partir do ábaco (Figura 4.1)




  		Poço	8-LL-44-RJS	Parecer Final
		Tipo de MCV	Injeção	aprovado
		RL/TQF de referência		
		Data	28/02/24	
		TAG		
		Execução	DTW	Revisão da Planilha
		Verificação	EYC; NSI; ACM	
		Aprovação	CFS	0
Análise Estrutural - MCV P7000048060 (Manifold Pré-Sal)				
Índice	Caso de Carregamento	Esforço	Valor (input)	Resultado Final
1	CVD 2ª - Topo (Caso 1)	Tração	kN	-
2	CVD 1ª - MCV no hub com linha suspensa (Caso 3i - Flutuador/peso morto)	Tração (F _x)	4,80 kN	aprovado
		Cortante (F _z)	-3,70 kN	
		Momento fletor (M _y)	43,29 kN.m	
		Tração (F _x)	6,36 kN	aprovado
		Cortante (F _z)	-11,57 kN	
		Momento fletor (M _y)	1,40 kN.m	
3	CVD 1ª - MCV no hub (Caso 3ii - Flutuador/peso morto)	Tração (F _x)	6,00 kN	aprovado
		Cortante (F _z)	-10,94 kN	
		Momento fletor (M _y)	0,75 kN.m	
		Tração (F _x)	kN	-
		Cortante (F _z)	kN	
		Momento fletor (M _y)	kN.m	

Figura 4.1 – Resultados do ábaco / Resultados do momento equivalente

Tabela 4.1 – Tabela de comparação entre os valores encontrados e os limites

Seção	Parâmetros	Valor encontrado	Valor Limite	Unidade
3.1.1	Inclinação em relação à vertical	-0,23	±0,50	graus
3.1.1	Distância mínima do flexível ao solo	0,55	0,50	m
3.1.1	Distância do flange do MCV ao leito marinho	3,81	3,81	m
3.1.2	Raio de curvatura mínimo da linha/vértebra	4,13 / 4,14*	2,40 / 4,14	m
3.1.2	Momento fletor máximo na vértebra	13,06	70,00	kN.m
3.1.2	Força cortante máxima na vértebra	19,03	34,00	kN

*Vértebra travada

5 ANEXO

Esse anexo apresenta uma contingência para o caso em que o MCV se encontra acoplado no hub, porém não está travado. A ideia é, com o MCV fixo no modelo, pagar linha até que esteja um comprimento lançado no solo e então adicionar boias para a verticalização do MCV sem ação da catenária.

A primeira opção seria acrescentar até 1400kg de empuxo, afastado 9m do flange do MCV para não haver o travamento da vértebra. O raio mínimo na vértebra nessa condição é de 4,14m e o da linha é de 4,13m. O momento fletor obtido nessa condição é de 50,47kN.m no flange e 18,52kN.m na vértebra. A força cortante é de 20,27kN na vértebra. A Figura 5.1 apresenta essa configuração.

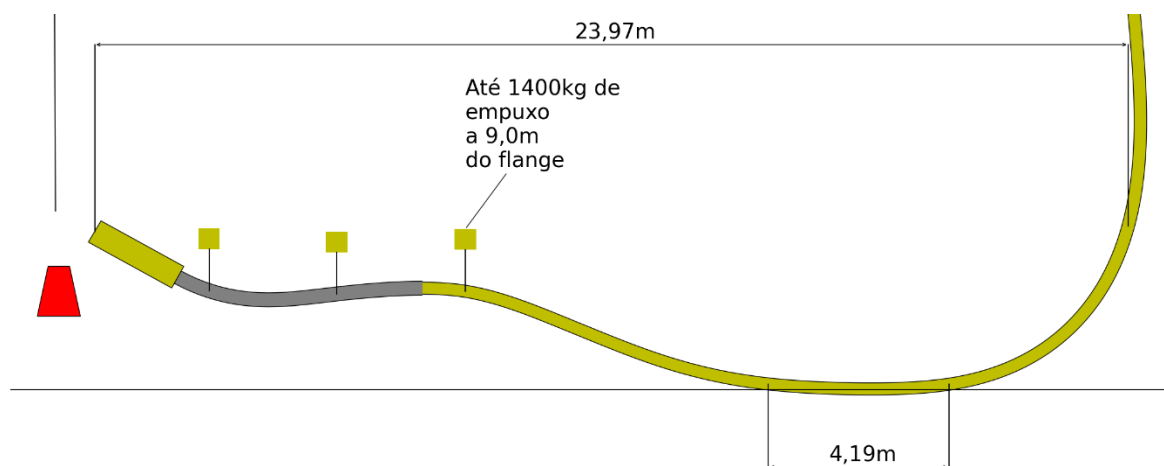


Figura 5.1 – Configuração do caso de contingência – 1ª opção

A segunda opção seria acrescentar até 1600kg de empuxo, afastado 11m do flange do MCV para não haver o travamento da vértebra. O raio mínimo na vértebra nessa condição é de 4,14m e o da linha é de 3,76m. O momento fletor obtido nessa condição é de 46,65kN.m no flange e 17,63kN.m na vértebra. A força cortante é de 18,83kN na vértebra. A Figura 5.2 apresenta essa configuração.

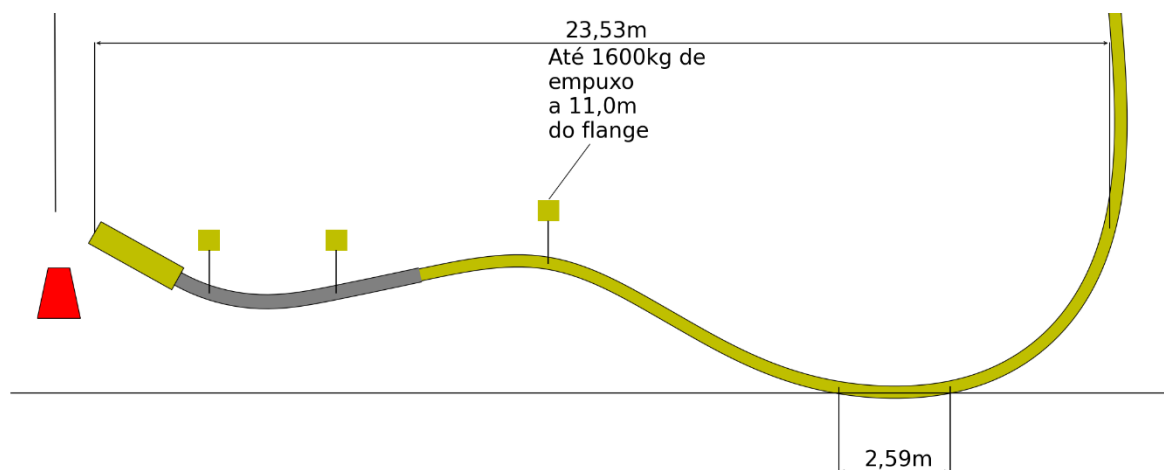


Figura 5.2 – Configuração do caso de contingência – 2ª opção

6 RESUMO

CVD de primeira extremidade no MSIAG-01 em uma lâmina d'água de 2240m.

Tabela 6.1 – Heave Up

Heave up [m]
2,0

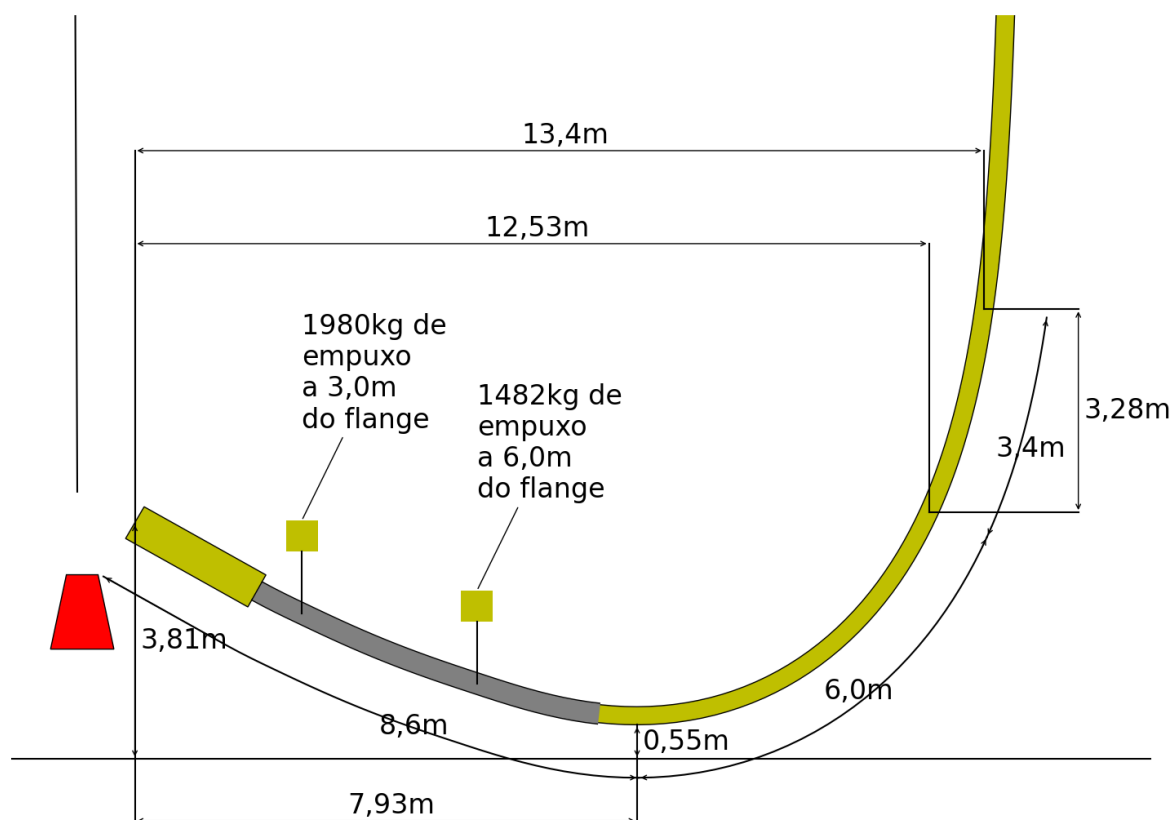


Figura 6.1 – Configuração de Verticalização

Tabela 6.2 – Configurações de Contingência

Contingência	Empuxo limite [kg]	Distância ao flange [m]
1	1400	9,0
2	1600	11,0

FIM DO DOCUMENTO