

II.8.1.1 - DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES E DO PROCESSO

O reservatório do membro Siri da concessão de Badejo está localizado na região sul da Bacia de Campos, litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, a cerca de 80 km da costa, em lâmina d'água de 91 metros aproximadamente.

A localização e os limites do *ring fence* de Badejo e da área do poço 9-BD-18HP-RJS estão apresentados na figura a seguir apresentada, que também indica a menor distância entre a costa e o FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras.

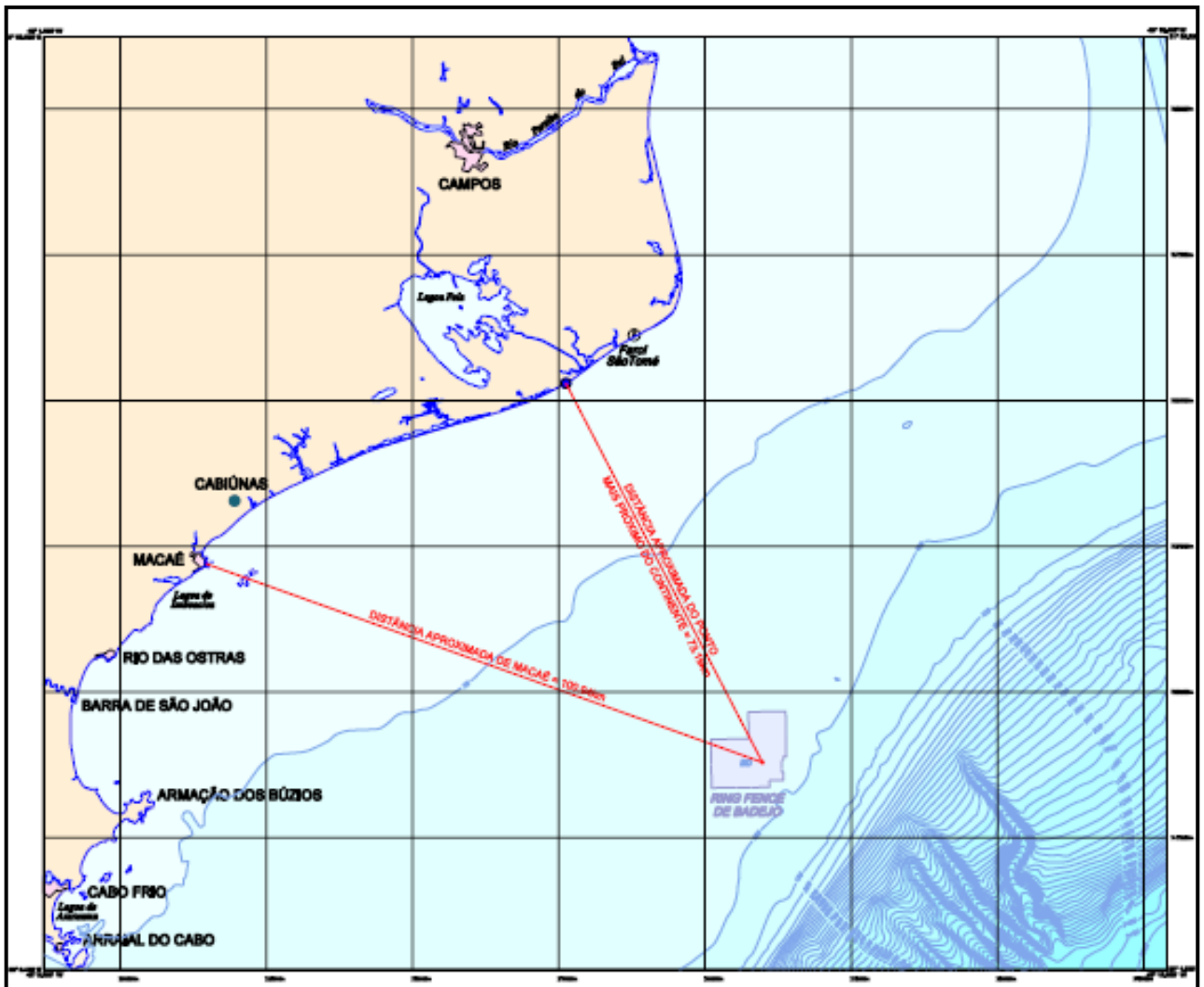


Figura II.8.1.1- 1- Diagrama esquemático mostrando os limites do membro Siri da concessão do campo de Badejo em relação ao litoral carioca

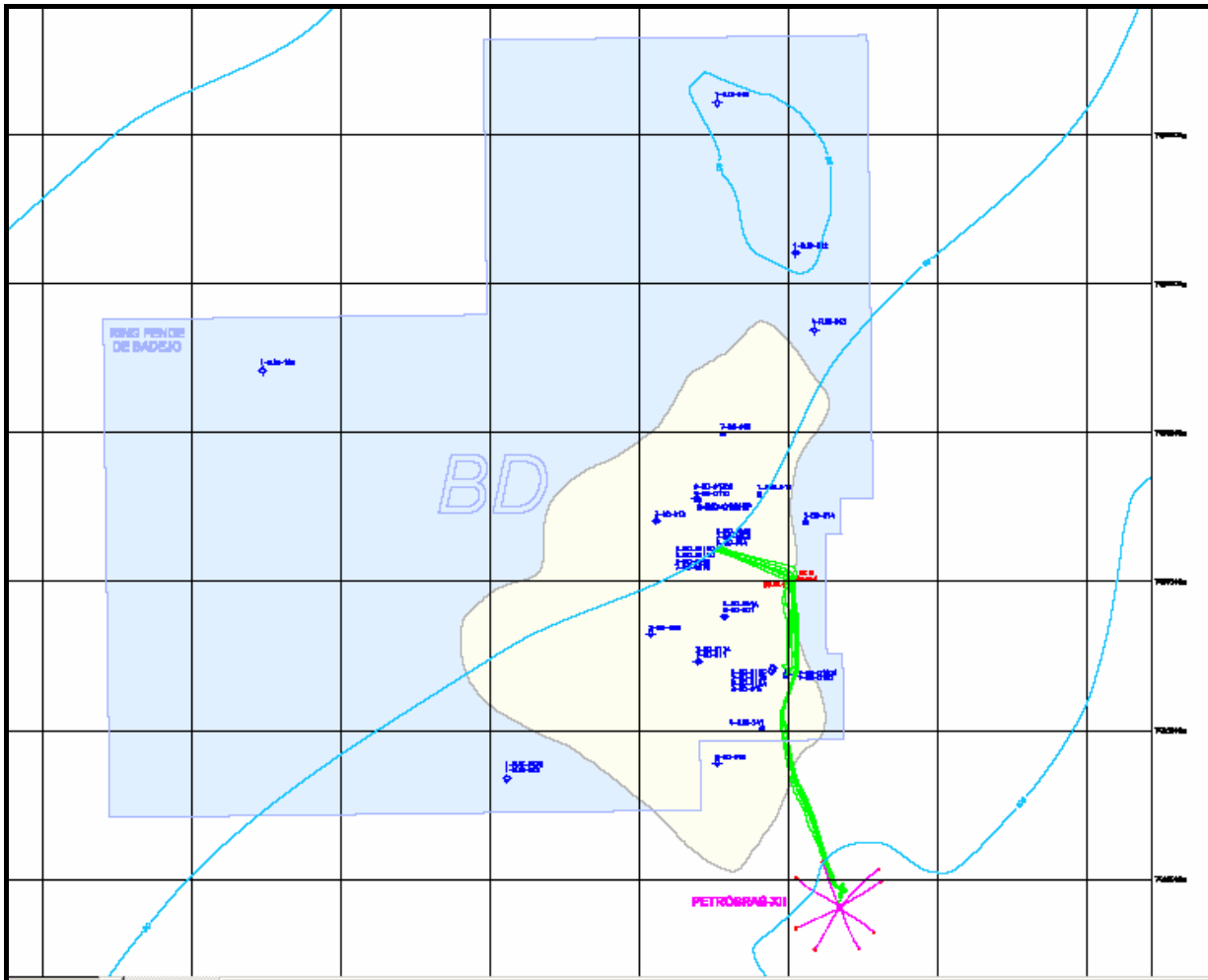


Figura II.8.1.1-2- Ring-Fence do membro Siri do Campo de Badejo

O Teste de Longa Duração no reservatório de Siri será realizado com o poço satélite de produção 9-BD-18-HP-RJS, já perfurado e constante do anexo II do TAC de Perfuração, que será interligado com a unidade de tratamento e processamento através de uma Arvore de Natal Molhada Horizontal (ANMH). Será usado como método de elevação artificial o Bombeio Centrífugo Submerso Submarino (BCSS), não sendo utilizado o método de gás *lift*.

As tabelas II.8.1.1-1 e II.8.1.1-2 adiante apresentam as informações referentes ao FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras e ao poço satélite de produção 9-BD-18-HP-RJS, respectivamente.

Tabela II.8.1.1-1: Coordenadas UTM da unidade de produção FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras

Unidade De Produção	Coordenada Norte (m)	Coordenada Leste (m)	Profundidade da Água (m)
FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras	7.488.380	309.650	91

Observação: Datum Aratu BC.

**Figura II.8.1.1- 3:** FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras

A identificação do poço, com as coordenadas UTM (Datum Aratu BC) da cabeça do poço e as profundidades do poço nas diversas fases encontram-se apresentadas na tabela a seguir.

Tabela II.8.1.1-2: Identificação do poço 9-BD-18HP-RJS.

Características	Valores
Coordenadas UTM da cabeça do poço (Datum;/Aratu BC)	310.992 (E) 7.488.875 (N)
Lâmina d'água (m)	91 m
Diâmetro da fase 1 (pol)	36"
Profundidade final medida da fase 1 (m)	181 m
Inclinação ao final da fase 1 (graus)	0°

Características	Valores
Diâmetro da fase 2 (pol)	26"
Profundidade final medida da fase 2 (m)	476 m
Inclinação ao final da fase 2 (graus)	13°
Diâmetro da fase 3 (pol)	22"
Profundidade final medida da fase 3 (m)	592 m
Inclinação ao final da fase 3 (graus)	25°
Diâmetro da fase 4 (pol)	14 3/4"
Profundidade final medida da fase 4 (m)	1440m
Inclinação ao final da fase 4 (graus)	82°
Diâmetro da fase 5 (pol)	9 1/2"
Profundidade final medida da fase 5 (m)	3432 m
Inclinação ao final da fase 5 (graus)	88,5 °
Surgente para a UEP	Sim
Método de elevação artificial	BCSS

II.8.1.1.1 - DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O processo de produção de óleo e gás a ser realizado na área do poço 9-BD-18HP-RJS envolverá, além do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras, um sistema submarino composto por linhas de fluxo (produção de óleo, serviço, cabo elétrico de potência e umbilicais de controle) e árvore de natal molhada horizontal (ANMH) e BCSS (Bomba Centrífuga Submersa Submarina) submersa instalada na coluna de produção do poço. Também faz parte deste processo a operação de transferência de óleo (*offloading*) para navios aliviadores.

O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras estará ancorado numa lâmina d'água de cerca de 91 metros, possuindo capacidade de processamento nominal de 2.400 m³/dia (15.000 bpd) de líquido (15,6°C e 101,3 KPa abs) e capacidade de tratamento de 1.900 m³/dia de água de produção para descarte. A capacidade de tratamento do gás produzido é de 70.000 Nm³/dia e é submetido ao consumo interno (geradores e caldeiras).

O fluxograma apresentado na figura a seguir exibe o sistema completo de produção de óleo e gás na área do poço 9-BD-18HP-RJS.

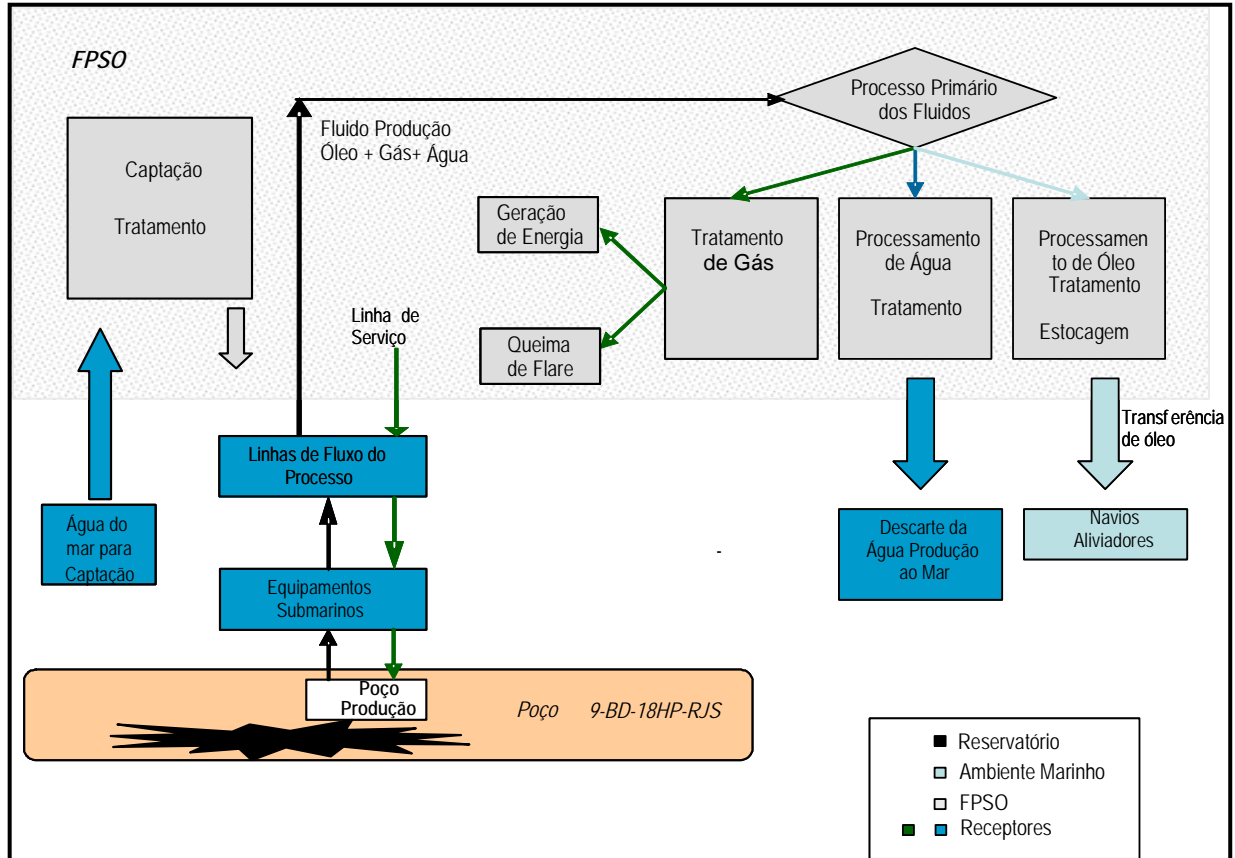


Figura II.8.1.1- 4: Diagrama esquemático do sistema de escoamento e produção de óleo e gás.

O projeto de desenvolvimento desta área foi concebido de forma a maximizar a produção de óleo e gás. Para tal, será instalada BCSS, que permitirá uma vazão diária^a de 2.000 m³/dia.

Os fluidos serão produzidos através da coluna de produção, do reservatório até a árvore de natal molhada horizontal (ANMH), instalada na cabeça do poço, ou seja, no leito marinho. A partir deste ponto, os fluidos escoam pelo sistema submarino de linhas (trechos *flowline* e *riser*) até alcançar a unidade de produção,

^a O poço 9-BD-18HP-RJS, sem o auxílio da BCSS, terá uma vazão de 840 m³/dia;

91 metros acima do leito marinho. A descrição de todo o sistema de dutos submarinos será apresentada mais adiante.

O poço estará interligado diretamente à unidade, conforme ilustrado na figura apresentada a seguir.

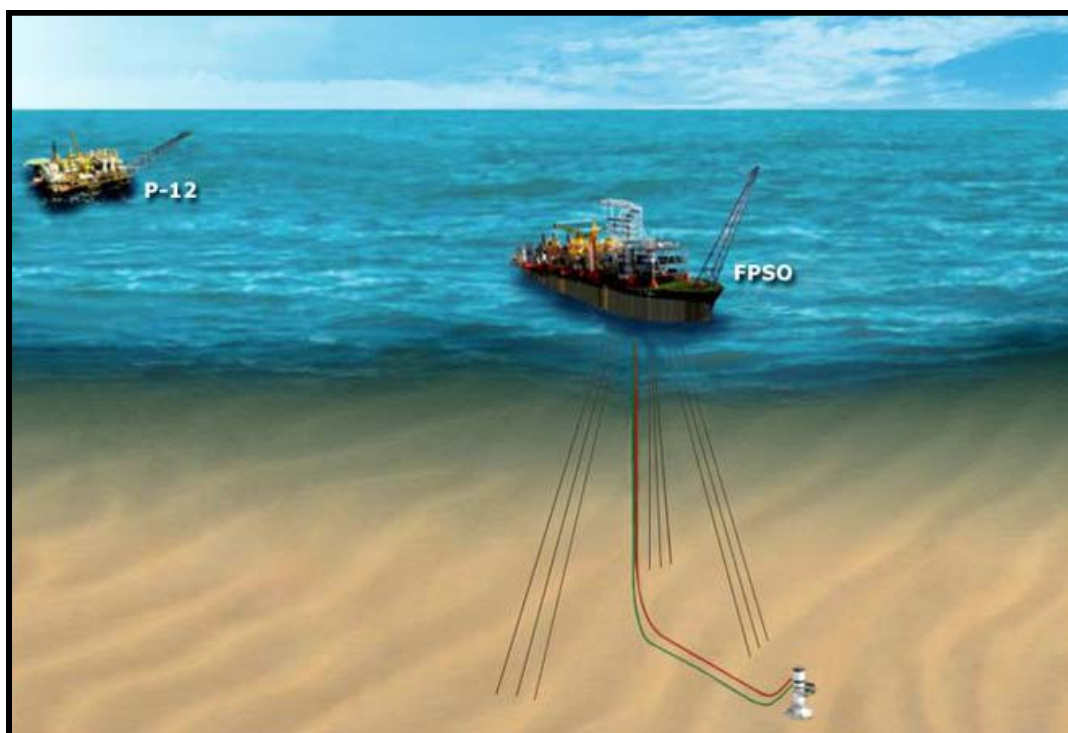


Figura II.8.1.1- 5: Configuração submarina

O poço 9-BD-18HP-RJS será interligado ao FPSO através dos *risers*, sendo ancorados no *riser balcony*. O *riser balcony* é a área do convés do FPSO onde se encontram os coletores de produção, linhas de serviço, além dos sistemas além dos sistemas de conexão das linhas flexíveis (*risers*), localizado à bombordo do FPSO, na elevação da planta de processo. Da mesma maneira que a linha de produção, a linha de serviço, umbilicais de controle e de injeção química e o cabo de potência da BCSS chegam à unidade, através do *riser balcony*.

Os fluidos de formação que chegam ao FPSO para o processamento primário da produção são, na verdade, uma mistura de líquidos (óleo e água) e gás.

Assim, há a necessidade de um sistema de processamento que permita realizar basicamente os seguintes processos citados abaixo^b:

- Separação do óleo, do gás e da água;
- Transferência do óleo para os navios aliviadores;
- Tratamento do gás para consumo interno (geração de energia);
- Queima de gás no sistema de tocha, em caso de emergência ou em casos de despressurizações operacionais;
- Tratamento da água de produção para descarte e
- Captação da água do mar para o sistema de resfriamento.

II.8.1.1.2– DESCRIÇÃO DA UNIDADE MARÍTIMA FPSO PETROJARL CIDADE DE RIO DAS OSTRAS

O desenvolvimento da área do poço 9-BD-18HP-RJS prevê a utilização de uma unidade estacionária de produção (UEP) que conjugará as atividades de produção dos fluidos do reservatório, de processamento primário da produção, de estocagem e transferência de óleo para navios aliviadores, enquanto que o gás natural é consumido pela unidade na geração de energia.

A tabela a seguir apresenta as características do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras.

Tabela II.8.1.1- 3: Características do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Nome	FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras
Ancoragem	<i>Spread Mooring System (Dicas)</i>
Comprimento entre perpendiculares	174,00 metros
Comprimento Total	182,97 metros

^b Os processos desenvolvidos no FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras se encontram descritos em detalhe mais adiante no item II.8.1.1.4.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Boca moldada	32,20 metros
Pontal (Altura até convés principal)	16,10 metros
Calado médio	12,09 metros
Altura do queimador- <i>flare</i>	30 metros acima do <i>deck</i> principal
Capacidade total dos tanques de óleo	34.044 m ³ (214.130 barris)
Guindaste de convés	2 guindastes de 30,0 t @ 25m.
Sistema de geração de energia	3 turbo geradores duplo combustível (gás/diesel) de 2 MW cada. 2 geradores auxiliares a diesel de 0,96 MW cada 1 gerador de emergência de 572 KW
Unidade de Tratamento de Esgotos	Tipo: Hamworthy ST 6A Princípio de tratamento: Lodo ativado com sistema de aeração suspensa. Capacidade:9,36 m ³ /dia, 60 pessoas
Unidade de Tratamento de água de produção	Capacidade de tratamento: 1900 m ³ /d Equipamentos: Resfriador, vaso degaseificador; hidrociclone, flotor
Capacidade de produção	1 poço produtor (produzindo por BCSS) Processamento de óleo: 2400 m ³ /d (15.000 bdp). Capacidade de tratamento e processamento de gás: 70.000 m ³ /d.
Capacidade de alojamento	60 pessoas
Heliponto	Helicóptero Sikorski – S-61. Formato octogonal, sem facilidades para abastecimento e dimensões de 22,2 m x 22,2 m
Salvatagem	2 baleeiras com capacidade para 63 pessoas cada. 2 balsas de resgate com capacidade para 35 pessoas cada. 1 bote para resgate de homem ao mar com capacidade para 6 pessoas.
Caldeiras	03 caldeiras, capacidade de 25 t/h cada, pressão normal de trabalho é de 16 bar. temperatura da água de alimentação: 70°C

Os desenhos do arranjo geral da unidade encontram-se no Anexo II.8.1.3-2 – Arranjo Geral do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras, deste estudo.

- **Casco**

Um dos principais aspectos a ser analisado para a execução de um processo de conversão de um FPSO é a integridade do casco. O FPSO possui fundo singelo, com tanques laterais dedicados à lastro, em bombordo e boreste. Os tanques centrais serão destinados ao armazenamento de óleo. O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras estará dimensionado para atender às necessidades operacionais da Petrobras (carga de convés, estabilidade, capacidade de armazenamento, movimentos etc), atendendo aos requisitos de Regra da Sociedade Classificadora *Det Norske Veritas* - DNV, além de Regulamentos Estatutários Internacionais exigidos pelo País de Registro.

O projeto estrutural e de ancoragem do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras atenderá aos requisitos da Sociedade Classificadora DNV. Foram realizadas verificações de esforços globais e de fadiga no casco considerando a ação de ondas, vento e correnteza típicas da Bacia de Campos.

Foram estabelecidas especificações para todos os materiais estruturais utilizados na reformulação da estrutura do casco, de acordo com os requerimentos das Sociedades de Classificação e regulamentações relevantes. Sendo assim, as estruturas serão, quando necessário, reforçadas, considerando tanto níveis de *stress* locais e globais, quanto à avaliação de fadiga, de modo a garantir a vida útil necessária para a atividade de produção. O convés principal será reforçado nas estruturas da planta de produção, suporte dos *risers*, heliponto, guindaste e área de popa (componentes do sistema *offloading*). A seleção do aço a ser utilizado na estrutura do casco, determinada de acordo com os requerimentos e regulamentações, considerou as conexões estruturais, espessura do material, composição dos fluidos e temperatura mínima projetada.

- **Tanques de Estocagem de Óleo Produzido**

A estocagem de petróleo no FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras pode ser realizada em até 06 (seis) tanques, dispostos ao centro da embarcação, que juntos perfazem uma capacidade total (soma dos volumes de cada tanque) de 34.044 m³, contando ainda, com os tanques de *slop* nº 1 e nº 2.

Os tanques de armazenamento de óleo são mantidos pressurizados com gás inerte e o teor de oxigênio é monitorado de modo a assegurar a inexistência de atmosfera explosiva.

Além dos tanques citados anteriormente, o FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras possui tanques para lastro, preenchidos com água, tanques para óleo diesel e tanques para água potável, cujas capacidades encontram-se definidas na tabela a seguir.

Tabela II.8.1.1- 4: Relação dos tanques do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras

Identificação do tanque	Produto Armazenado	Capacidade	
		m ³	Barris
Nº 1 Central	Óleo	5.291	33.279
Nº 2 Central	Óleo	5.949	37.418
Nº 3 Central	Óleo	5.949	37.418
Nº 4 Central	Óleo	4.957	31.179
Nº 5 Central	Óleo	5.949	37.418
Nº 6 Central	Óleo	5.949	37.418
<i>Slop</i> nº 2 (bombordo)	Água e óleo	289	1.818
<i>Slop</i> nº 1 (central)	Água e óleo	1.912	12.026
Capacidade de armazenamento de óleo	Óleo cru	34.044	214.130
Proa	Água de lastro	1.327	8.346
1 Bombordo	Água de lastro	1.554	9.774

Identificação do tanque	Produto Armazenado	Capacidade	
		m ³	Barris
1 Boreste	Água de lastro	1.554	9.774
2 Bombordo	Água de lastro	2.207	13.882
2 Boreste	Água de lastro	2.207	13.882
3 Bombordo	Água de lastro	1.658	10.428
3 Boreste	Água de lastro	1.658	10.428
4 Bombordo	Água de lastro	3.315	20.581
4 Boreste	Água de lastro	3.315	20.581
5 Bombordo	Água de lastro	2.187	13.756
5 Boreste	Água de lastro	2.187	13.756
6 Bombordo (tanque <i>offspec</i>)	Água de produção fora de especificação	964	6.063
6 Boreste	Água de lastro	964	6.063
7 Bombordo	Água de lastro	154	968
7 Boreste	Água de lastro	154	968
Popa	Água de lastro	383	2.409
DB	Água de lastro	544	3.421
2 tanques	Água de Água Potável	127	798
Tanques de estocagem de óleo diesel	Óleo Diesel	2.727	17.152
01 tanque	Óleo lubrificante	224	1.408
01 tanque	borra	213	1.339

O tanque *offspec* recebe água de produção fora de especificação (TOG acima de 20 mg/l). Esta água segue posteriormente para tratamento no separador centrífugo, cujo efluente limpo será descartado no mar e água oleosa será enviada para o tanque de slop nº 2.

O Tanque de Slop nº 1 recebe para tratamento: águas provenientes do Tanque de Drenagem Aberta (*Skids* do Convés da Planta de Processo), do

Tanque Coletor de Proa (*Skids* do Flare e do mangote de offloading) e do Coletor de Outras Áreas Classificadas (outros *Skids*).

Os tanques de lastro e os tanques de armazenamento do óleo cru passarão, também, por um processo industrial de pintura protetora. Todos os tanques de óleo possuirão sistemas medidores de nível. Um sistema de gás inerte funcionará de forma a prevenir a formação de vácuo e de atmosferas inflamáveis e explosivas nos tanques de estocagem de óleo.

Os tanques de armazenamento de óleo cru e os tanques de lastro terão acessos que permitirão inspeção interna quando estiverem vazios. Os tanques de lastro sofrerão troca de água periódica para prevenir o desenvolvimento de bactérias, evitando assim danos ao sistema de revestimento.

As tubulações dos tanques de armazenamento de óleo cru, lastro e efluentes oleosos são individualizados, a fim de evitar o contato entre os diferentes fluidos.

- **Sistema de Gás Inerte (SGI)**

Durante operações de carregamento de óleo e alívio (*offloading*), um sistema de distribuição e coleta é utilizado para fornecimento de gás inerte e ventilação. Durante a operação de *offloading*, as caldeiras são usadas para fornecer energia às turbobombas (acionadas por turbinas a vapor) dos tanques de carga, e conseqüentemente é gerado gás inerte, o qual é tratado em um vaso (*Scrubber*). O teor de oxigênio é monitorado e registrado na sala de controle, quando é então enviado para os tanques de carga.

Todas as atividades de purga e de liberação de gás podem ser feitas sem que haja interrupção das atividades de carregamento e *offloading*.

- **Sistemas de Lastro**

Enquanto se faz a transferência de petróleo do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras para o navio aliviador, o volume de óleo nos tanques de armazenagem é reduzido, diminuindo-se assim o calado da embarcação. A fim de se manter a estabilidade e o controle de esforços na embarcação, eventualmente, a bomba de lastro é colocada em operação, captando água do mar e bombeando para os tanques de lastro, dependendo da necessidade operacional.

O sistema de lastro é totalmente isolado do sistema de armazenagem do petróleo e seus tanques e bombas são totalmente independentes. Como não há nenhuma possibilidade de contaminação da água de lastro com óleo, o sistema não é considerado uma fonte de efluentes.

- **Riser Balcony**

O *riser balcony* é a área do convés do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras onde se encontram os coletores de produção e linha de serviço, lançadores e recebedores de *pig*, além dos sistemas de conexão das linhas flexíveis (*risers*).

Conforme mencionado anteriormente neste item, a interligação entre o sistema submarino (árvore de natal molhada horizontal - ANMH) e a planta de processo do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras é realizada pelas linhas submarinas que chegam no lado bombordo da embarcação. Além da linha de produção, será conectada uma linha de serviço, os umbilicais hidráulicos e o cabo de potência da BCSS.

- **Planta de Processamento da Produção**

Os recursos dispostos na planta de processamento da produção são necessários para a separação inicial dos fluidos advindos dos poços. Esta área é

dividida em diversos módulos, posicionados de acordo com a seqüência lógica do processamento dos fluidos da formação. Os módulos de processamento assim como os demais módulos auxiliares estarão localizados em áreas abertas do convés, expostas à ventilação natural. A planta de processamento primário dos fluidos produzidos foi projetada considerando-se as propriedades físico-químicas do fluido oriundo dos poços da área do 9-BD-18HP-RJS.

O projeto da planta de processamento permite a separação do óleo, gás e água, bem como o condicionamento e a compressão do gás, tratamento e estabilização do óleo e tratamento da água produzida para descarte dentro dos parâmetros regidos pela legislação ambiental. Um sistema de injeção de produtos químicos (desemulsificantes, anti-espumante, inibidor de incrustação, inibidores de corrosão e polieletrólitos) é necessário para auxiliar as etapas de tratamento dos fluidos bem como também manter a integridades das instalações.

Os sistemas primários associados com as facilidades de processo de produção de óleo e gás no *FPSO* são:

❖ **Separação e Tratamento de Óleo**

O sistema de separação e tratamento de óleo consiste dos seguintes componentes principais.

- Separadores de produção;
- Tratadores Eletrostáticos;
- Pré-Aquecedores e aquecedor de óleo;
- Resfriador de óleo estabilizado.

A planta de processo do *FPSO* terá capacidade de processar 2400 m³/dia de líquido por dia. O dimensionamento da planta considerou os seguintes parâmetros de projeto:

- Número de poços produtores: 1 (um);
- Temperatura do óleo ao chegar ao FPSO: Mínima = 40 °C e máxima = 50 °C;
- Capacidade da Planta de Processamento de óleo: 2.400 m³/dia com *Basic Sediment and Water* (BSW) máximo de 70%;
- Capacidade da planta de tratamento de água de produção: 1.900 m³/dia.

O processamento do líquido será realizado através de 2 trens de produção, sendo um trem com capacidade para 1.000 m³/dia e outro com capacidade para 1.400 m³/dia.

A planta de processo é composta por um conjunto de pré-aquecedores a montante do trem de produção que deve ser capaz de elevar a temperatura de 40°C (mínima de chegada) para 140°C (temperatura necessária à separação). Este sistema é capaz de operar a uma pressão de 10 a 12 Kgf/cm² man.

O petróleo proveniente do poço chega ao FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras e recebe inicialmente a injeção de produtos químicos como desemulsificante, anti-incrustante, anti-espumante e biocida. Em seguida, o petróleo é aquecido pelos pré-aquecedores a fim de adquirir as propriedades adequadas às condições necessárias de processamento.

A bateria de pré-aquecedores é composta de permutadores de calor em série e paralelo na qual o primeiro trocador de calor, resfria a água separada do óleo ao final do processo. Este trocador somente operará quando o BSW inicial do óleo ao chegar à plataforma estiver acima de 10%. Em seguida, a corrente entra no segundo aquecedor, trocando calor com o próprio óleo, já aquecido e que estará deixando os tratadores eletrostáticos.

O terceiro trocador de calor utiliza vapor saturado a 184°C, 1.100 kPa como fluido de aquecimento. É neste trocador que o petróleo atingirá a

temperatura desejada de processamento que deverá ser em torno de 130°C com possibilidade de variações de $\pm 10^{\circ}\text{C}$ para ajustes durante o período de avaliação.

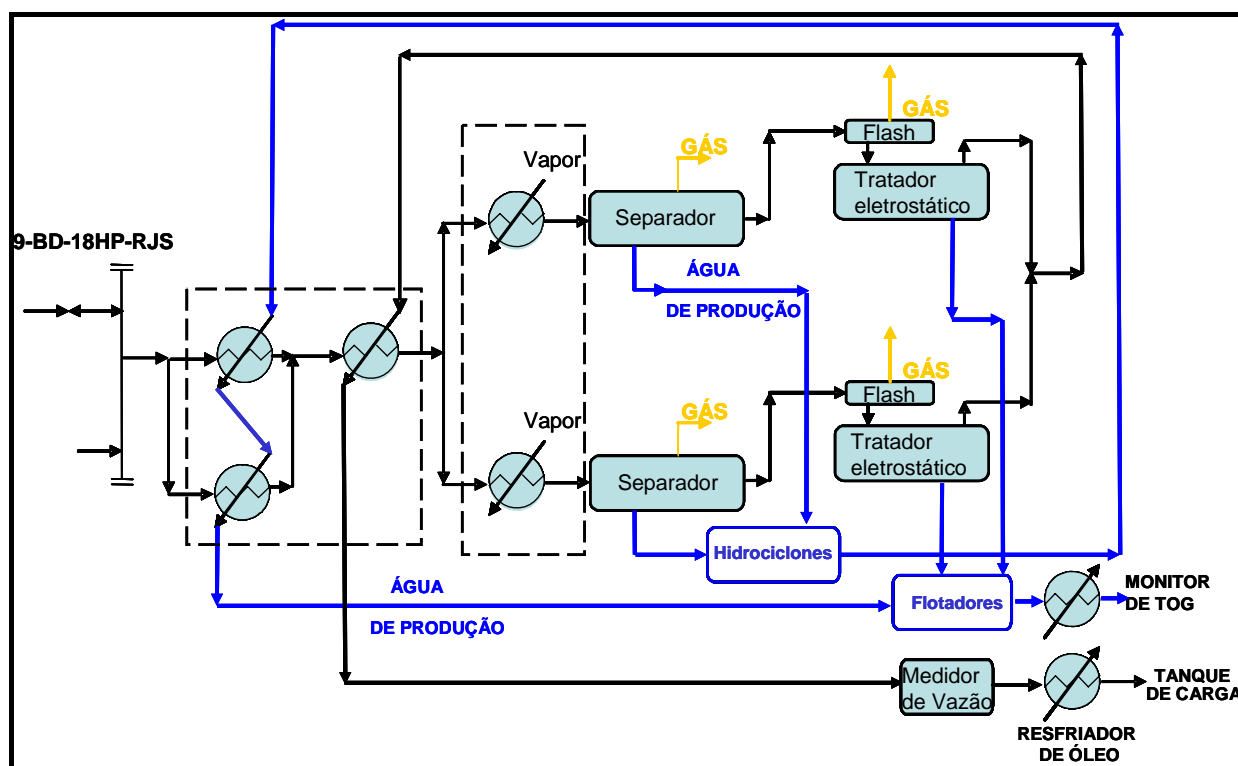


Figura II.8.1.1- 6: Diagrama do processo de separação e tratamento de óleo

O óleo após aquecimento é enviado a um vaso separador gravitacional trifásico horizontal (SG), e em seguida a um tratador eletrostático em série ao SG. Após saída do tratador eletrostático (TO), o óleo é enviado para recuperação de calor pré-aquecendo o óleo que chega ao FPSO.

Os trens de separação são compostos de separadores gravitacionais e tratadores eletrostáticos de 1º estágio, nos quais são separados óleo, água e gás no SG e óleo e água no TO. No tratador eletrostático, o óleo sofre a remoção da última parcela de água, de tal forma que o BSW seja inferior a 1%. O óleo então é resfriado, medido e encaminhado para os tanques de carga para armazenagem.

A tabela adiante apresenta, respectivamente, as temperaturas e pressões de operação e as vazões de líquido e de gás durante o processo de separação e tratamento de óleo.

Tabela II.8.1.1- 5: Condições de Operação

Equipamento	Temperatura de Operação (°C)		Pressão de Operação (kg/cm ²)	Vazão de Líquido (m ³ /d)	Vazão de gás (Nm ³ /d)
	Entrada	Saída			
1° Pré-aquecedor E-104 A/B	40	65	12	2.000	35.000
2° Pré-aquecedor E-105	65	95	11	2.000	35.000
Aquecedor E-101 A/B	95	130	10	2.000	35.000
Separador de produção V-101 A/B	130		10	2.000	20.000
Vaso de <i>flash</i> V-107	130		4,5	2.000	15.000
Tratador eletrostático V-102 A/B	130		4,5	2.000	-

❖ **Tratamento de Gás**

O gás proveniente dos Separadores de Produção é encaminhado para sistema de gás combustível, especificamente ao vaso depurador e é submetido a um condicionamento visando especificá-lo quanto ao ponto de orvalho de hidrocarbonetos, sendo então alinhado para consumo nos geradores e caldeiras.

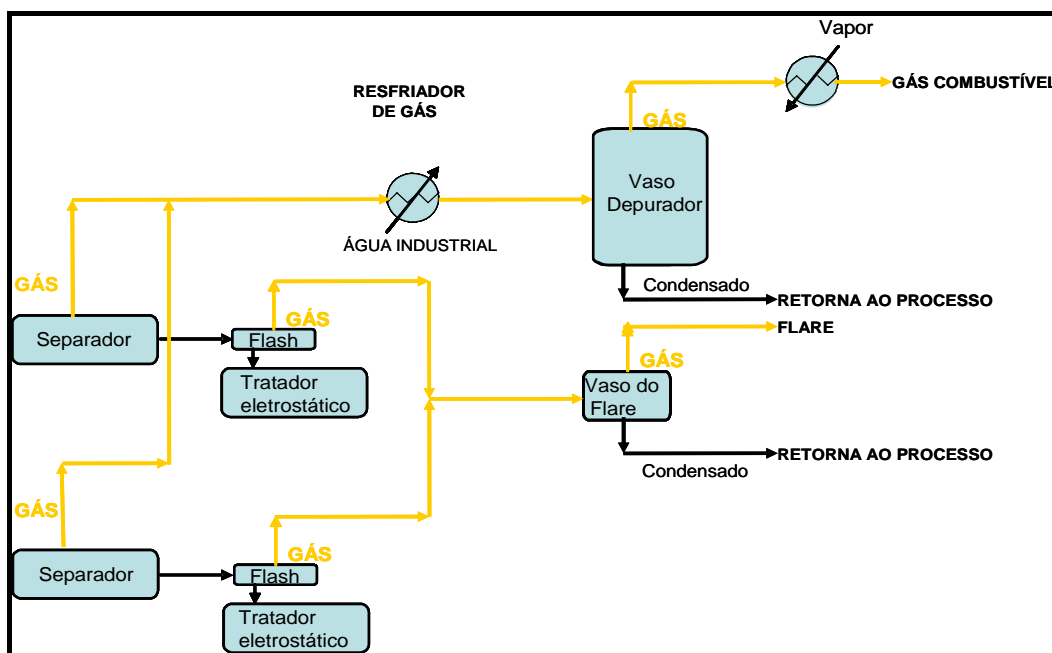


Figura II.8.1.1- 7: Diagrama do processo de tratamento de gás

❖ *Tratamento da Água de Produção*

A água proveniente dos separadores recebe a injeção de polieletrólito e é enviada para enquadramento do Teor de Óleo e Graxa (TOG) nos hidrociclones. Em seguida, a corrente de água será resfriada no trocador de calor da bateria de pré-aquecimento sendo posteriormente direcionada para os flutuadores quando o TOG deverá ser inferior a 20 mg/l. Um último resfriador deverá manter a temperatura máxima em 40 °C. Caso a concentração não seja atingida, a água será redirecionada para o tanque de *offspec* (Tanque nº 6 lateral bombordo).

Durante o processo de produção de hidrocarbonetos é também comum a produção de água junto com o óleo e o gás. A água de produção é descartada no mar após tratamento, que tem como objetivo reduzir o teor de óleos e graxas à níveis inferiores a 20 mg/l, conforme preconizado pela Resolução CONAMA 357/05. De forma a atender à essa Resolução, a unidade de produção dispõe de um sistema de tratamento de água produzida que consiste dos seguintes equipamentos: hidrociclones, flutador, resfriador de água de produção e separador centrífugo.

Fontes primárias de água de produção incluem o separador de produção e o tratador eletrostático. A corrente de água do separador é direcionada para o hidrociclone. O hidrociclone promove então a remoção do óleo remanescente. O diferencial de pressão, aliado aos contornos internos dos revestimentos (*liners*), cria um fluxo centrífugo permitindo a separação gravitacional da água-óleo.

A água oleosa efluente do sistema de processamento primário de óleo entra tangencialmente na involuta do hidrociclone (local indicado pela seta azul da Figura II.8.1.1-8). Neste ponto há transformação de energia potencial (energia de pressão) em energia cinética (velocidade centrífuga). A força centrífuga provoca a migração do óleo, fluido menos denso, para o centro do corpo do hidrociclone onde ele tende a coalescer e formar um cone de dois a três milímetros de óleo. A água, fluido mais denso, é deslocada para a parede do tubo, saindo pela outra extremidade.

O rejeito contendo óleo retorna para o sistema de processamento e a água é direcionada para o flotador, após ser resfriado nos pré-aquecedores. No flotador, os gases mecanicamente induzidos são liberados e fluem ascendentemente através da água. Estas bolhas de gás aderem-se ao óleo dentro da água e combinam com outras bolhas de gás, contribuindo para separar as duas fases líquidas. A qualidade da água tratada proveniente do flotador é monitorada continuamente antes de ser descartada ao mar.

Caso o teor de óleo na água seja superior a 20 mg/l, ou a mesma encontre-se em temperatura superior a 40°C, é desviada automaticamente para o tanque *offspec* para reprocessamento no separador centrífugo e, em seguida, descartada ao mar com monitoramento. Caso não haja enquadramento, é encaminhada para o tanque de *slop* nº1, retornando ao reprocessamento anterior.

A figura adiante apresenta um esquema que auxilia na compreensão do princípio do funcionamento de um hidrociclone, equipamento chave do processo de tratamento da água de produção.

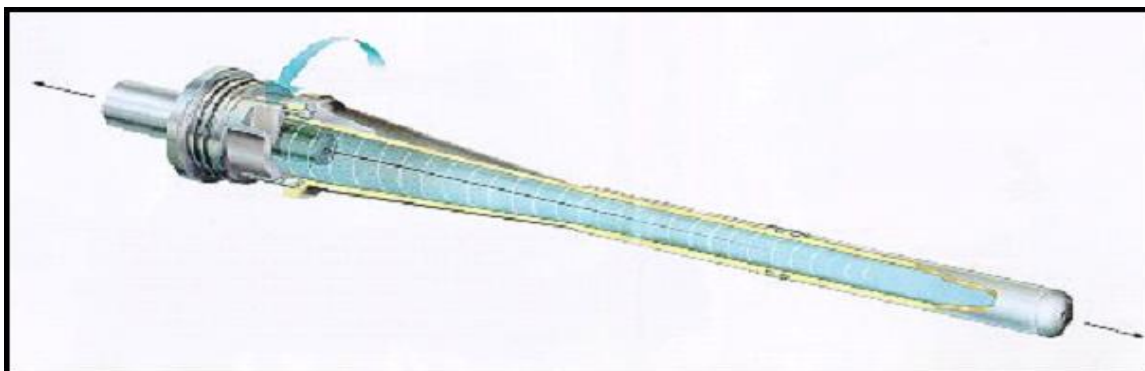


Figura II.8.1.1- 8: Esquema de operação de um hidrociclone. Fonte: Petrobras.

A figura a seguir apresenta um diagrama de blocos do sistema de tratamento da água de produção.

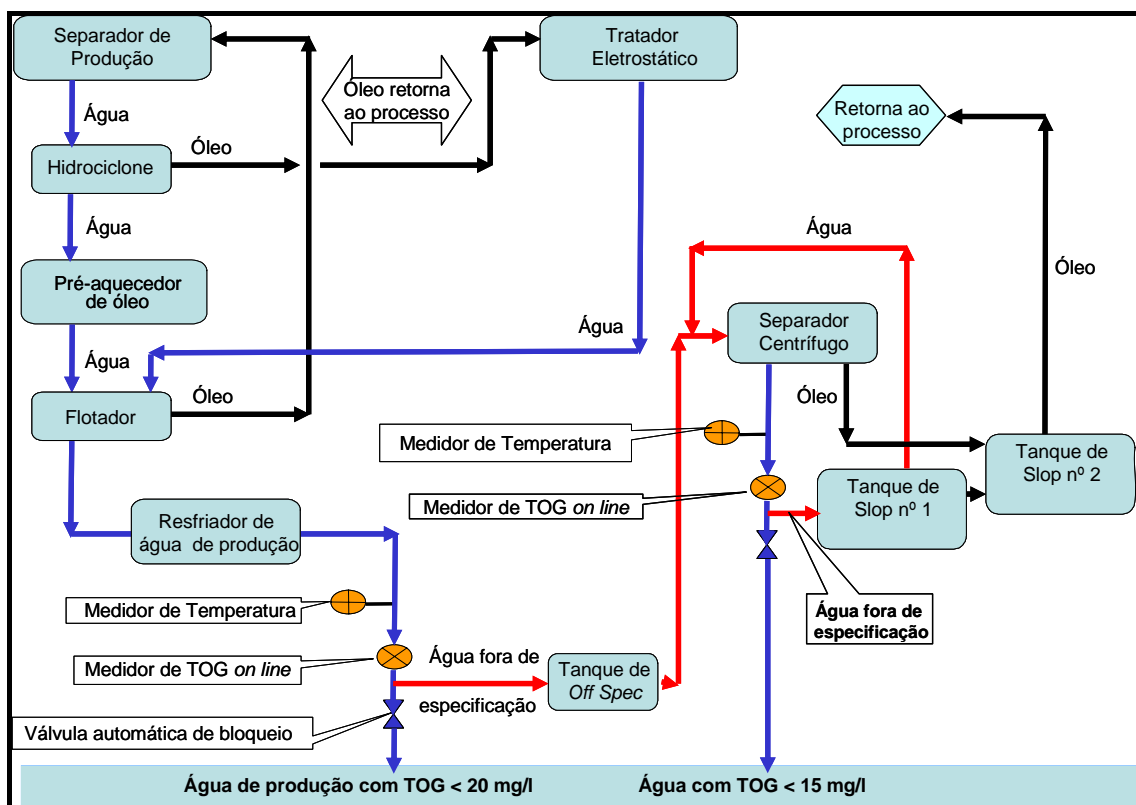


Figura II.8.1.1- 9: Diagrama de blocos do sistema de tratamento de água de produção

❖ Sistema de Fornecimento de Água Industrial

A água industrial utilizada no FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras é proveniente do tratamento (filtração, cloração e osmose reversa). O sistema de captação de água do mar é projetado para atender aos subsistemas de combate à incêndio, resfriamento da água produzida, trocador do sistema fechado de água de resfriamento e circuito de água de aquecimento.

O diagrama esquemático a seguir apresenta o sistema de coleta de água do mar e os sistemas atendidos (figura adiante).

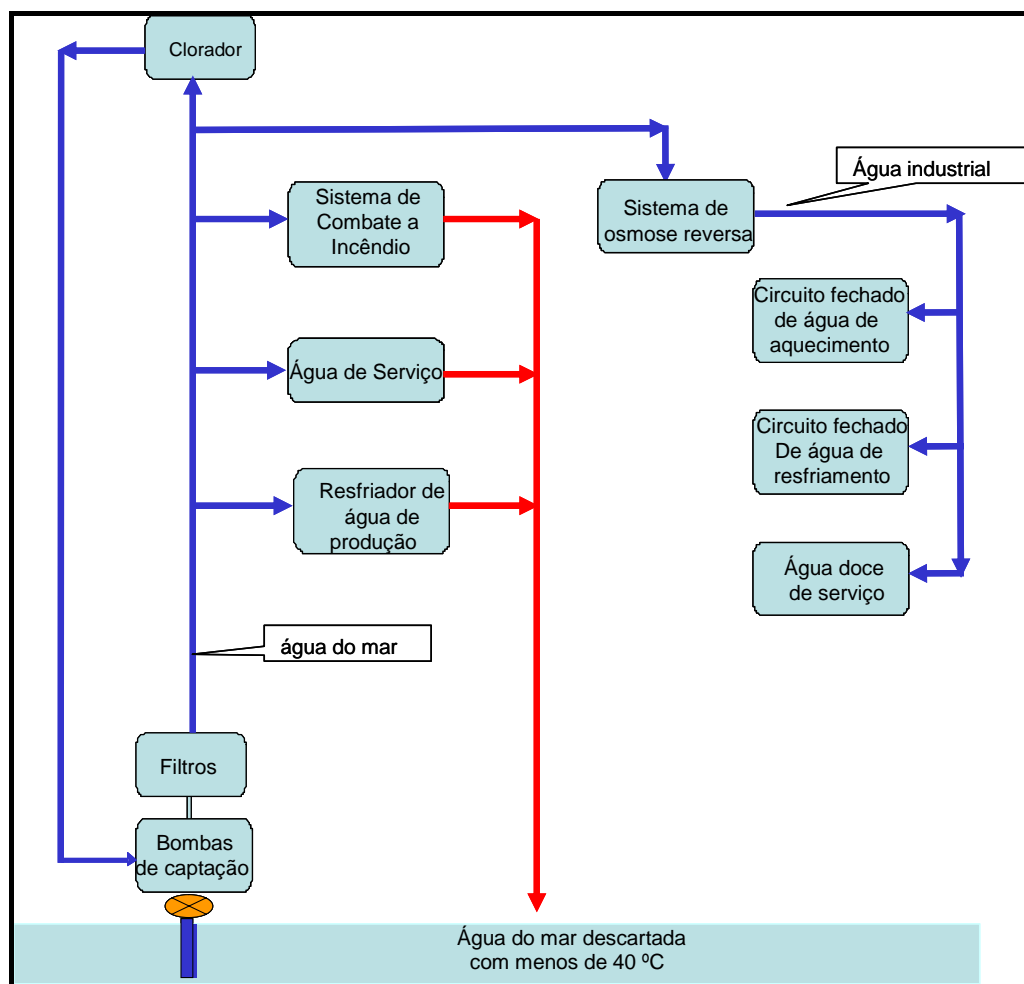


Figura II.8.1.1- 10: Diagrama esquemático do sistema de coleta de água do mar e os sistemas atendidos

❖ Sistema de Tocha e Vent

A queima de gás na tocha do *flare* só ocorrerá durante as depressurizações, da planta de processamento, em situações de emergência ou em caso de falha de equipamentos. O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras será equipado com um sistema, operando para coletar e queimar adequadamente e com segurança o gás residual liberado das válvulas de segurança, válvulas de controle de pressão e válvulas *blowdown* (depressurização rápida).

Está projetado para queima sob condição contínua ou emergência. Este sistema ficará localizado na proa do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras, acima da linha de referência do FPSO a uma altura 30 m acima da linha de referência do FPSO (4 m acima do convés principal). Condição suficiente para garantir que o nível de radiação em pontos específicos do FPSO seja aceitável (em qualquer condição climática e operacional – vazão de gás, alta ou baixa pressão) para as pessoas e equipamentos.

O sistema possuirá um vaso para retenção de condensados e uma rede coletora que conduz os gases a uma única torre vertical, localizada na proa do navio, onde os queimadores estão instalados. A figura adiante traz uma representação esquemática do sistema de flare.

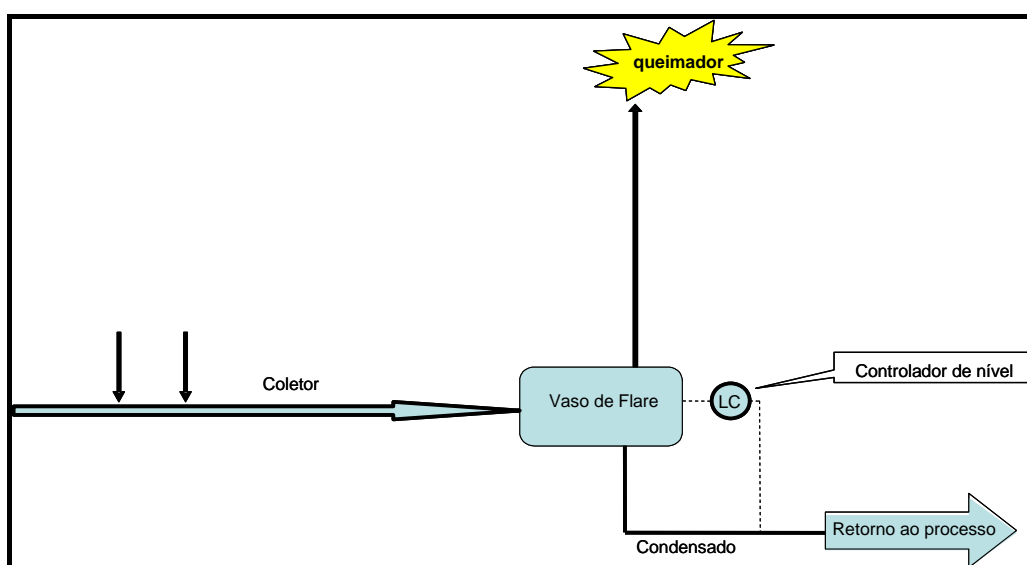


Figura II.8.1.1- 11: Fluxograma esquemático do Sistema do Flare

Em operação normal o sistema funciona com uma vazão de apenas 125 m³/h, suficiente para manter os pilotos do *flare* acesos e para purga dos coletores. No caso de parada da planta de processo, o gás existente nas linhas será despressurizado para ser queimado na tocha do *flare*. Este procedimento inicia-se com a vazão de 35.000 m³/dia, reduzindo-se drasticamente até zero.

Está previsto um sistema alternativo somente para a manutenção do sistema piloto do flare através da utilização de cilindros de gás (GLP ou propano). O procedimento de utilização destes somente ocorrerá quando não houver produção de gás suficiente para o sistema piloto do flare.

❖ **Sistema de Geração de Energia**

O sistema de geração de energia do FPSO consiste de três turbo geradores bi-combustível (gás / diesel), dois geradores auxiliares a diesel e um gerador a diesel de emergência. Os três turbogeradores bi-combustível gás / diesel possuem capacidade de 2030 kW e 60 Hz cada e estão localizados no convés superior do FPSO.

Os dois geradores auxiliares a diesel estão localizados na sala de máquinas e possuem 960 kW cada e servirão de reserva para utilidades do convés principal / casa de máquinas e cargas essenciais da planta. O gerador de emergência possui 572 kW e está localizado no convés superior, é operado a diesel e fornece energia para os sistemas críticos que necessitam estar operacionais durante as situações de emergência.

Os turbogeradores estão previstos para operar preferencialmente com gás combustível. Contudo, na partida da unidade de produção, será necessário o uso de diesel até a estabilização da produção de gás. A energia necessária para atender a planta de processo, utilidades e convés principal / casa de máquinas – será proveniente dos turbogeradores, sendo que há um turbogerador como reserva.

❖ **Sistema de Transferência de Óleo**

A transferência do óleo para os navios aliviadores é feita através de mangotes flutuantes com 12 polegadas de diâmetro e 250 metros de comprimento. Para a transferência serão utilizadas quatro bombas acionadas por turbinas a vapor, sendo três reservas. As bombas centrífugas possuem vazão de bombeio de aproximadamente 1.000 m³/h cada de forma a permitir que as operações de transferência de óleo (*offloading*) sejam executadas em um período de até 36 horas.

O mangote de transferência possui dupla carcaça, classe # 300, com sensor de rompimento da carcaça interna, recolhíveis e armazenados em carretéis. Ao final da operação de transferência de óleo, o mangote passa por um processo de lavagem para remoção do óleo interior. Esse processo consiste no bombeio de água salgada pelo mangote num regime de fluxo turbulento, no sentido do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras para o navio aliviador.

A água empregada no bombeio é proveniente do *tanque* nº 6 de boroeste. A água bombeada para limpeza do mangote é enviada para o *slop tank* do navio aliviador e o mangote, recolhido ao FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras. Os navios aliviadores têm capacidade prevista de 60.000 TPB (Tonelagem de Peso Bruto) e operarão atracados *in tandem* com o FPSO e contarão com sistemas de detecção de vazamentos. O sistema de amarração será convencional com cabo *hawser*.

❖ **Guindastes**

A embarcação apresenta instalados 02 guindastes localizados a boreste, cobrindo toda a área do convés principal. Sua capacidade dos guindastes foi definida em função do equipamento mais pesado, 30 ton cada.

❖ **Acomodações**

As acomodações se localizam na popa da embarcação, possuindo capacidade para 60 pessoas em 32 camarotes, sendo 6 simples e 24 duplos e 02 triplos. As acomodações são distribuídas por 06 (seis) conveses, conforme mostra a tabela adiante.

Tabela II.8.1.1- 6: Distribuição das acomodações no FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras

Local	Descrição
Convés nº1	Locais de serviços, Sala de controle central (CCR), escritórios resposta à emergência.
Convés nº2	12 Camarotes duplos e 02 camarotes triplos.
Convés nº3	04 camarotes duplos e 03 camarotes simples. Enfermaria.
Convés nº4	04 camarotes duplos, 01 camarote do capitão e 01 camarote fiscal Petrobras. Sala de rádio. Recepção. Cinema. Sala de vídeo conferência
Convés nº5	Lavanderia. Passadiço.
Main Deck (Convés principal)	01 camarote simples. 04 camarotes duplos. Academia. Refeitório.

❖ **Água Potável**

O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras possui uma unidade de osmose reversa instalada, com capacidade de produzir 40 m³ de água por dia, o que é suficiente para suprir as necessidades, não demandando a importação de água do continente, via rebocadores.

II.8.1.1.3- SISTEMA DE DUTOS SUBMARINOS PARA ESCOAMENTO E TRANSFERÊNCIA DA PRODUÇÃO

Para a caracterização dos processos e sistemas que atuam nas atividades de desenvolvimento da área do poço 9-BD-18HP-RJS foram destacados como instalações submarinas os seguintes componentes estruturais:

- Dutos de coleta da produção – são os dutos de produção, dutos de serviço (acesso ao anular) e umbilicais de controle e potência;
- Árvore de Natal Molhada Horizontal (ANMH).

Os itens a seguir apresentam uma descrição detalhada destas instalações submarinas. O arranjo submarino da área do poço 9-BD-18HP-RJS com a disposição das instalações supracitadas está apresentado em detalhes na figura a seguir.

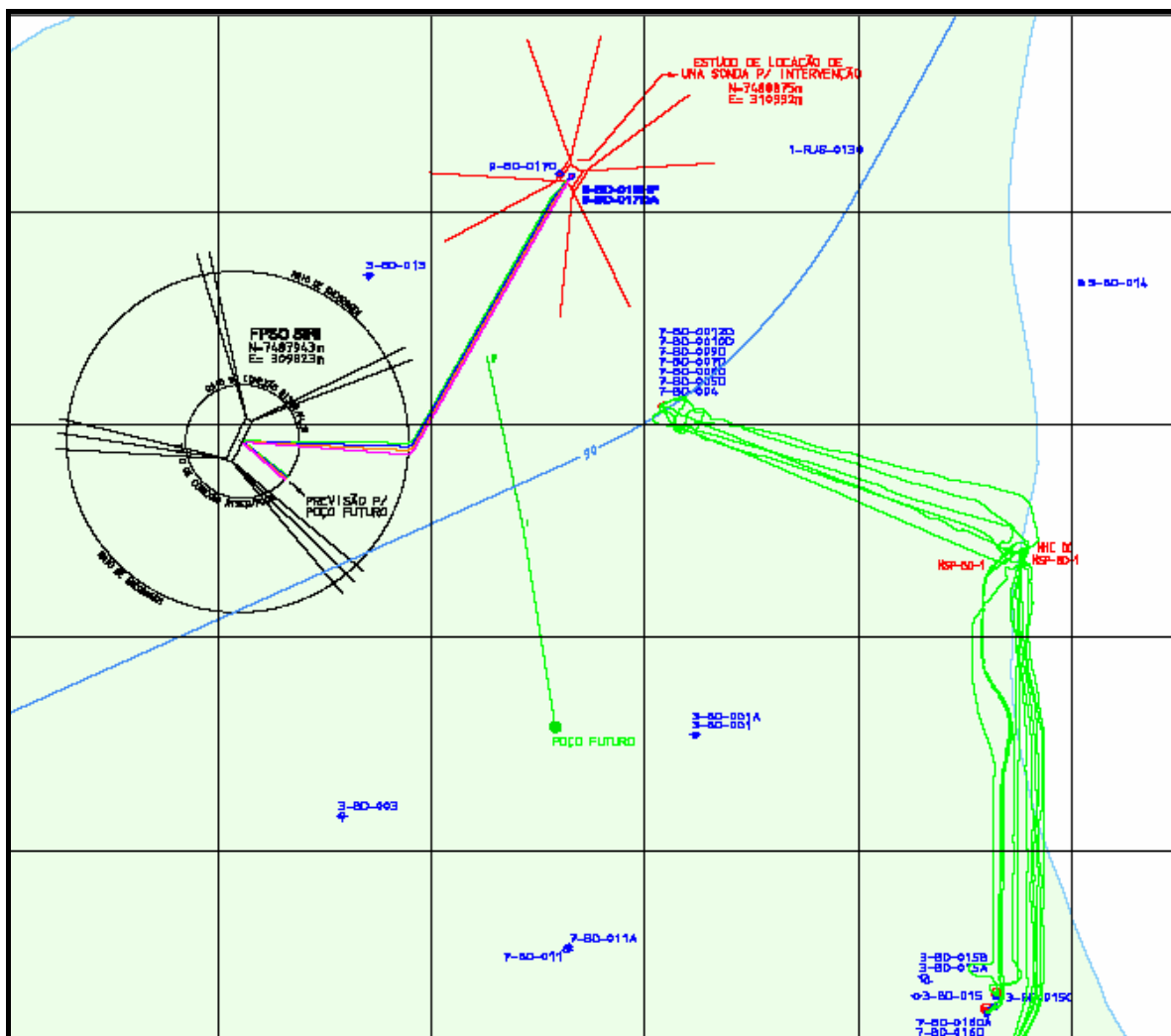


Figura II.8.1.1- 12: Arranjo submarino

- **Dutos de Coleta da Produção**

A Petrobras em conjunto com os fornecedores realizou análises dinâmicas globais, de tensão e compressão nas camadas metálicas, instalação e fadiga, nos dutos flexíveis e umbilicais de controle e potência. É importante ressaltar que todas as análises foram realizadas considerando sempre as condições operacionais normais e as mais severas, tanto durante a operação como durante a instalação.

Os resultados preliminares destas análises, projeto dos enrijecedores de curvatura, análise de estabilidade no fundo e as análises da instalação permitem concluir que todos os dutos flexíveis, umbilicais de controle e potência serão interligados ao FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras em configuração LAZY-S.

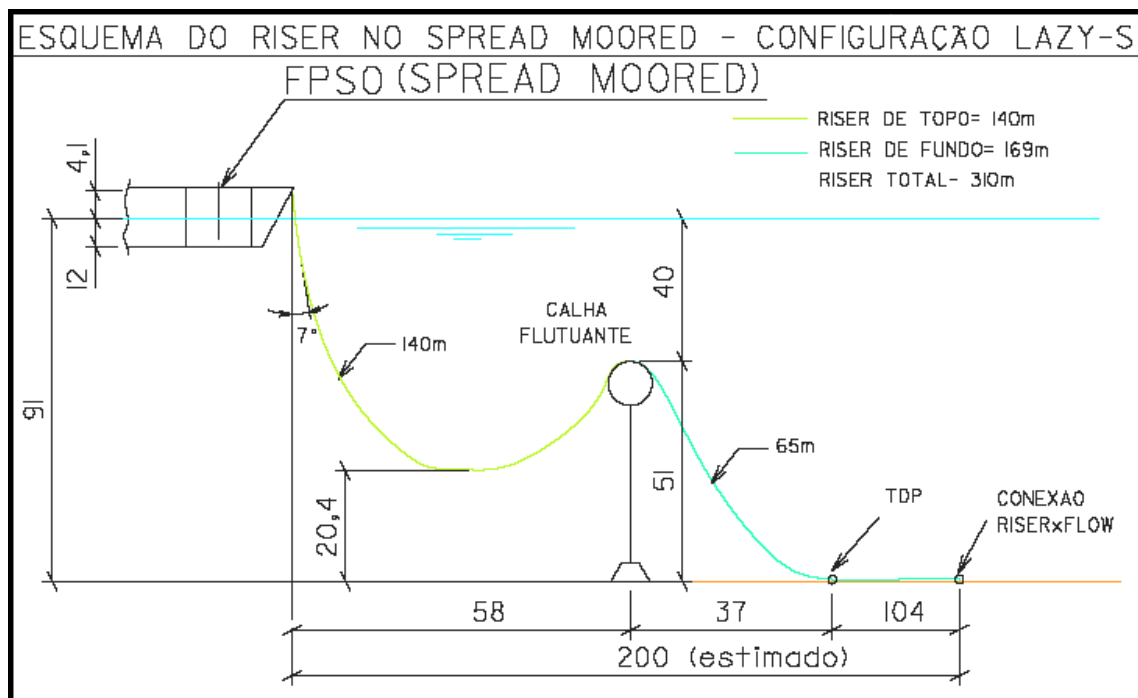


Figura II.8.1.1- 13: Configuração da catenária para a fase TLD do poço 9-BD-18HP-RJS

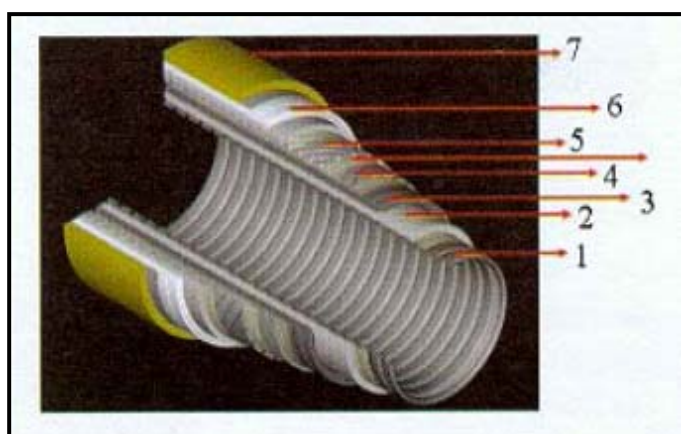
O TLD será desenvolvido através de 01 poço de produção. O poço 9-BD-18HP-RJS será interligado através de um conjunto (*bundle*) composto de um

duto de produção, um duto de serviço (acesso ao espaço anular do poço), um umbilical eletro-hidráulico de controle e o umbilical de potência. Portanto, o FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras será projetado para receber 04 *risers*, sendo 1 duto de produção, 01 duto de serviço e 01 umbilical de potência para acionamento da BCSS. O FPSO estará equipado também para receber as linhas (dutos) de um segundo poço satélite.

Para o sistema de coleta de produção, todos os dutos serão flexíveis e fabricados em diâmetros internos de 8". Basicamente serão de dois tipos:

- *Flowlines* ou Estáticos (que ficam assentados no fundo do mar);
- *Risers* ou Dinâmicos (que ficam suspensos e fazem a conexão dos *flowlines* com o FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras).

Esses dutos são fabricados em camadas de diferentes materiais e dimensões para atender os requisitos de cada aplicação. Cada uma dessas camadas contribui para resistir à combinação de esforços durante a instalação e operação, tais como pressão hidrostática externa, pressão interna do fluido, compressão radial dos sistemas de instalação, tração e compressão na região do *Touch Down Point* -TDP. A figura adiante ilustra de forma esquemática a estrutura de um duto flexível.



Legenda

1. carcaça interna
2. camada plástica interna
3. armadura metálica de pressão
4. armaduras metálicas de tensão
5. camada de fita adesiva
6. camada de fita isolante
7. camada plástica externa

Figura II.8.1.1- 14: Estrutura de um Duto Flexível. Fonte: Wellstream.

Todos estes dutos terão ainda proteção contra incidência de radiação UV e contra o crescimento de microorganismos (por exemplo, bactérias redutoras de sulfato – BRS) em seus interiores. As condições de operação dos dutos do sistema de coleta estão apresentadas a seguir.

Tabela II.8.1.1-7: Características dos dutos do Sistema de Coleta (produção e serviço).

Dutos do sistema de coleta	Vazão máxima (m ³ /dia)	Temperatura de operação (°C)	Pressão de operação (psi)
Produção (ID 8" – trechos <i>riser</i> e <i>flowline</i>)	2.000	45 – 80	2.000
Serviço (ID 4" – trechos <i>riser</i> e <i>flowline</i>)	120	04 – 40	2.000

Os *risers* serão guiados, verticalizados e conectados no *riser balcony* do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras através das bocas de sino e do *I-tube* inferior localizados no costado de bombordo da embarcação.

Para esta condição (configuração LAZY-S), a distância horizontal entre a emenda *risers / flowlines* e a vertical de conexão dos *risers* no FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras será de 200 metros. Já o ponto de contato dos *risers* com o fundo oceânico estará a 95 metros distante horizontalmente do FPSO.

- **Duto de Produção**

A tabela adiante apresenta o comprimento do duto de produção a ser utilizado.

Tabela II.8.1.1- 8: Comprimento do duto de produção do 9-BD-18HP-RJS.

Poço Produtor	Duto de Produção Comprimento dos <i>Risers</i> : 315m		
	Diâmetro Interno (“)	<i>Flowlines</i> (m)	Total (m) <i>Riser + Flowline</i>
9-BD-18HP-RJS	8	1.550	1.860

- **Linha de Serviço**

A tabela a seguir apresenta os comprimentos dos dutos para a serem utilizados na área do poço 9-BD-18HP-RJS.

Tabela II.8.1.1- 9: Comprimentos dos dutos de serviços.

Poço Produtor	Dutos de Serviço Comprimento dos <i>Risers</i> : 315m		
	Diâmetro Interno (“)	<i>Flowlines</i> (m)	Total (m) <i>Riser + Flowline</i>
9-BD-18HP-RJS	4	1.585	1.895

As linhas de acesso ao anular serão utilizadas para limpeza quando se fizer necessário.

- **Umbilicais de Controle**

O umbilical de controle (UEH – Umbilical eletro-hidráulico) consiste de um conjunto de 9 mangueiras termoplásticas de 3/8”, 3 mangueiras HCR (*High Collapse Resistance*) de 1/2” e três pares de cabos elétricos de 2,5 mm² de seção, integrados em um único encapsulamento.

Sua função é transmitir pressão hidráulica (para operação das válvulas da ANMH). Além disso, possibilita a injeção de produtos químicos (inibidor de incrustação ou desmulsificante e inibidor de hidrato – etanol) e a

transmissão de sinais elétricos necessários para monitorar as pressões e temperaturas nos poços de produção e de injeção e em sua respectiva ANMH.

Tabela II.8.1.1- 10: Funções de controle e comprimentos dos Umbilicais Eletro-Hidráulicos

Poço Produtor	Funções de Controle	Comprimento (m)	
		Trecho: <i>Riser</i>	Trecho: <i>Flowline</i>
9-BD-18HP-RJS	9H+3HCR+6EC	310	1570

A figura adiante apresenta o corte da seção transversal de um umbilical eletro-hidráulico típico para controle de poços de produção.



Figura II.8.1.1-15: Vista da seção transversal de um umbilical eletro-hidráulico. Fonte: Petrobras.

- ***Umbilical de Potência***

O umbilical de potência típico consiste de um conjunto de cabos elétricos, integrados em um único cabo para transmitir e receber sinais elétricos necessários para operar e monitorar os motores de acionamento da BCSS do poço 9-BD-18HP-RJS.

- **Árvore de Natal Molhada Horizontal (ANMH)**

A figura a seguir apresenta um esquema representativo de uma ANM horizontal.

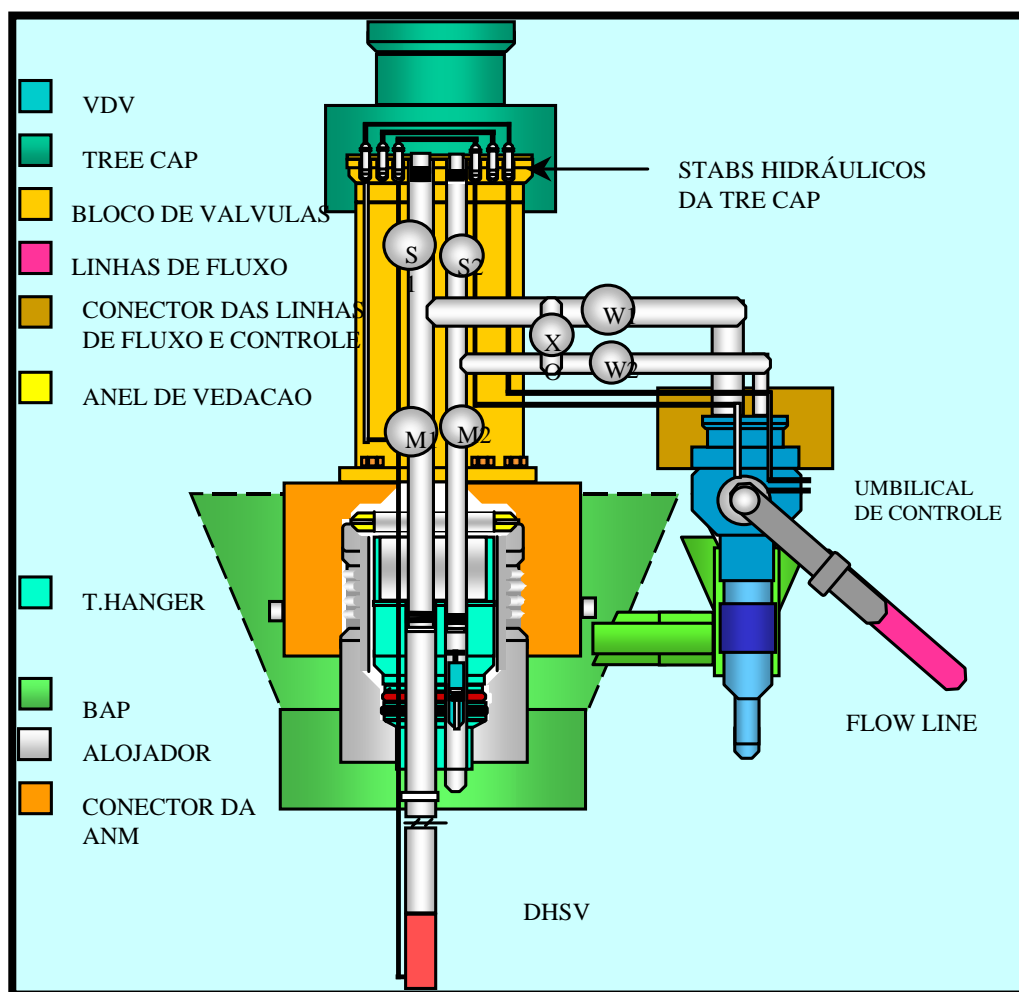


Figura II.8.1.1-16: Esquema representativo de uma ANM Horizontal

Esta é uma Árvore de Natal Molhada Horizontal, Cameron, Tipo *Spool Tree*, do Tipo DA-GL (*Diver Assisted- Guide Line*), linha de produção de 4" e linha de serviço de 2", 5000 psi com Metalurgia Especial, projetada para instalação com Bomba Elétrica Centrífuga Sub-Submersa (BCSS) em poços com lâmina d'água de até 300m.

Este tipo de ANMH é uma extensão da cabeça de poço, com a disposição “horizontal” externamente ao corpo principal (*spool*), das válvulas, o que contribui para que o equipamento seja compacto.

O perfil interno do alojador da árvore permite a instalação e recuperação do suspensor de coluna sem necessidade de retirada da ANMH, ou desconexão das linhas de fluxo.

A ANMH possui quatro postes removíveis em sua estrutura para guia do BOP (*Blow Out Preventer*) e outros equipamentos que façam interface com a mesma.

A conexão da ANMH com as linhas de fluxo, *bundle* hidráulico e linhas elétricas para PDG (*Permanent Downhole Gauge*) e TPT (Transmissor de Temperatura e pressão) deve ser feita por mergulhador após a instalação da ANMH.

Após a conexão do *bundle* (conjunto de mangueiras e cabos) hidráulico a ANMH com a Capa (*tree cap*) instalada pode ser controlada diretamente da plataforma de Produção.

O bloco de válvulas de produção é composto por três válvulas atuadas hidráulicamente sendo duas de 4 1/16” 5000 psi e uma de 2 1/16” 5000psi, designadas M1 (*Master* de produção), *Wing* (*Wing* de produção) e XO (*Crossover*) respectivamente, com um sistema de compensação, do tipo fechado (isolamento água/óleo) composto de um acumulador hidráulico de bexiga interna. Terá duas linhas de injeção química sendo uma (IQM) montada a montante da W1, para injeção na linha de produção e outra (IQJ) montada a jusante da W1, ambas as linhas isoladas por válvulas gaveta de ½ “ acionada por ROV. O bloco é flangeado horizontalmente a saída lateral de produção no *spool*.

As válvulas M2 (*Master* da linha de serviço) e W2 (*Wing* da linha de serviço) apresentam as mesmas características das válvulas M1 e W1, respectivamente, sendo que a sua operação será normalmente fechada, com sua

utilização somente em casos de intervenção pela plataforma. As demais válvulas das árvores – S1, S2, AI - são válvulas utilizadas somente para a intervenção com sonda no poço, e, portanto só podem ser acionadas pela sonda que estiver realizando operações de acesso ao interior do poço.

A parte inferior da ANMH é provida de um conector hidráulico de 18 3/4” para perfil do tipo H4, com utilização de anel VX, para uma pressão de trabalho de 5000psi conforme Norma API 17D. O travamento é feito por “Dogs” acionados por anel. Possui cilindros hidráulicos que permitem a atuação uniforme do conector.

Para o caso de falha do sistema hidráulico existem 4 hastes de destravamento ligadas ao anel atuador do conector que podem ser acessadas por uma ferramenta de destravamento mecânico, fornecendo assim a possibilidade de destravamento do mesmo sem o uso da pressão hidráulica.

Dois conjuntos de *stabs* múltiplos fêmea são montados na estrutura da ANMH para interfacear com conjuntos de *stabs* múltiplos macho da Capa da ANMH ou das Ferramentas de instalação.

A ANMH possui ainda um painel para ROV com receptáculos padronizados para válvulas que possibilitam o acesso a diversas funções hidráulicas.

II.8.1.1.4 SISTEMAS DE DETECÇÃO, CONTENÇÃO E BLOQUEIO DE VAZAMENTOS

Para garantia da segurança, todas as linhas de escoamento de óleo possuem transmissores que permitem o monitoramento e o registro constante das suas pressões de operação. Há sensores que geram alarmes em caso de queda ou aumento da pressão nas linhas. Todas as informações de segurança são centralizadas na sala de controle do FPSO.

O sistema de coleta e escoamento possui ainda Válvulas de Fechamento de Emergência (ESDVs), que fecham automaticamente, caso sejam registrados parâmetros fora dos limites de operação. Em caso de pressão muito baixa, por exemplo, as ESDVs são fechadas pela atuação das chaves de pressão muito baixa (PSLL). Desta forma, em caso de vazamentos, o fluxo é imediatamente interrompido.

O poço produtor de óleo, conforme informado anteriormente, é composto por linha de produção, linha de serviço e umbilical. A linha de produção é por onde escoo o óleo produzido para o FPSO. O umbilical é a responsável pelo comando eletro-hidráulico das válvulas da Arvore de Natal Molhada Horizontal (ANMH). A ANMH é o equipamento de cabeça de poço onde residem as válvulas que permitem as manobras operacionais.

Essas são acionadas remotamente via o umbilical, permitindo assim o controle operacional do poço. Em caso de pressão muito baixa, também se fecham automaticamente as válvulas da árvore de natal do poço 9-BD-18HP-RJS. Desta forma, em caso de vazamentos, o fluxo é imediatamente interrompido.

II.8.1.1.5- DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES DE LANÇAMENTOS DE DUTOS, MANIFOLDS E OUTRAS INSTALAÇÕES SUBMARINAS

II.8.1.1.5-1 Instalação do Sistema de Coleta da Produção

A operação compreende a interligação do poço produtor de óleo 9-BD-18HP-RJS à Unidade Estacionária de Produção (UEP) FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras.

A Árvore de Natal Molhada Horizontal (ANMH) deste poço será interligada diretamente ao FPSO. Neste caso a ANMH é do tipo *diver assisted*, necessita de mergulho para conexão e desconexão dos dutos, a qual será operada pelo FPSO, através de linhas de controle (umbilical eletro-hidráulico) ou por ROV (veículo de operação remota). A ANM é um equipamento constituído por

conjuntos de conectores e válvulas, instalado em cima da cabeça do poço e usado para controlar o fluxo dos fluidos produzidos ou injetados no mesmo.

Para viabilizar as operações de conexão/desconexão na ANMH, através de mergulho, é necessário que os dutos e as conexões estejam limpos e despressurizados.

Para minimizar o esforço do mergulhador na atividade de conexão/desconexão, os dutos são lançados de modo a haver uma sobra. O duto é lançado de forma curva na região próxima a conexão/desconexão, de tal forma que o mergulhador possa realizar a operação, com a utilização do guincho da Embarcação de Suporte a Mergulho (*DSV-Diving Support Vessel*) e balões para suspender o duto. As embarcações DSVs que poderão operar na realização desta interligação são: DSV – *Acergy Harrier* ou *Toisa Sentinel*.

Após a realização dos procedimentos de carregamento de trechos de dutos e inspeção do traçado, os dutos de produção, serviço, umbilical de potência e umbilical de controle serão montados nos flanges de conexão e posicionados no *deck* da embarcação de lançamento - LSV (*Laying Support Vessel*). Em seguida serão realizados testes de estanqueidade com água do mar nos dutos de produção e serviço, e com fluido hidráulico HW 525 no umbilical de controle, para verificação da integridade dos mesmos. Através destes flanges, que descerão ao mar com a ajuda do guincho da LSV, as duas extremidades dos dutos serão conectados, uma à ANMH do poço 9-BD-18HP-RJS e a outra ao FPSO. Os últimos testes de estanqueidade serão realizados com todos os dutos já interligados.

Visando mitigar os riscos de interação dos dutos a serem lançados, antes do início de qualquer instalação de dutos de fluxo de processo será feito um levantamento através de ROV (*Remote Operated Vehicle*) do trajeto onde serão lançados os dutos.

A figura adiante apresentada ilustra o modelo de ROV a ser utilizado. Este modelo de ROV é capaz de auxiliar operações de interligação, intervenção e

monitoramento submarinos numa lâmina d'água de até 2.000 metros, podendo erguer e transportar cargas de até 05 toneladas.



Figura II.8.1.1-17: Foto ilustra o ROV antes de lançamento (à esquerda) e em operação (à direita). Fonte: www.rov.org.

Para o lançamento dos dutos será utilizada uma embarcação especial. As possíveis embarcações que poderão executar o lançamento são: LSV (*Laying Support Vessel*) – *Lochnagar*, *Kommandor 3000*, *Acergy Condor* ou *Sunrise 2000*. Estas embarcações, sob contrato de longa duração com a Petrobras, são equipadas com sistema de posicionamento dinâmico, além de sistemas de tensionadores lineares especialmente projetados para suportar as cargas induzidas durante o lançamento dos dutos.

O descritivo destas embarcações foi encaminhado ao ELPN/IBAMA como parte integrante do Projeto de Controle da Poluição para Embarcações tipo LSV, aprovado através do Ofício ELPN/IBAMA nº 847/04 o qual encaminha o Parecer Técnico ELPN/IBAMA nº205/04, de 26/11/2004. O descritivo da embarcação LSV Kommandor 3000 foi aprovado por meio do Ofício IBAMA/DILIQ/ ELPN nº 499/05, que encaminha o Parecer Técnico nº 122/05 de 09/11/2005.

- **Descrição das Atividades**

- ◆ **Carregamento em Vitória**

A embarcação de lançamento terá uma base de apoio localizada na cidade de Vitória, (BAVIT), que servirá para o carregamento dos dutos flexíveis. Estes dutos serão entregues ao navio com todos os certificados de fabricação e teste da integridade de suas estruturas, devidamente comprovados por uma entidade certificadora.

A configuração dos dutos a serem carregados, será verificada para confirmar a polaridade correta no lançamento, montagem dos acessórios, flanges de manuseios bem como o comprimento final dos tramos.

Em Vitória serão conferidos todos os materiais necessários ao lançamento dos dutos, tais como os equipamentos auxiliares, a ferramenta de descida e a base de teste que serão recebidas a bordo do navio durante o carregamento. Para execução desta atividade está previsto duração de 01 dia.

Após o carregamento, o LSV encaminhará os dutos ao local de lançamento, a área do poço 9-BD-18HP-RJS.

- ◆ **Navegação para a área do poço 9-BD-18HP-RJS**

Serão ainda realizadas as seguintes atividades durante o traslado para a área do poço 9-BD-18HP-RJS:

- Preparação dos colares de suspensão com os insertos adequados que serão necessários para o lançamento dos dutos de fluxo e umbilical;
- Preparação dos acumuladores dos tensionadores dos sistemas de lançamento para a aplicação das forças de aperto especificadas para o lançamento dos dutos;
- Preparação do *track* de lançamento a ser seguido.

Para execução destas atividades está prevista a duração de 02 dias.

◆ **Trabalhos Preliminares**

Na chegada do navio em campo as seguintes atividades serão realizadas:

- O sistema de posicionamento dinâmico do navio será verificado através de uma série de testes funcionais.
- Verificação das coordenadas, profundidade e orientação de saída dos dutos das estruturas submarinas (ANMH e BCSS) e demais objetos submarinos envolvidos na operação.
- Inspeção da rota projetada para o lançamento dos dutos de acordo com a rota planejada, verificando a presença de obstáculos ao lançamento dos dutos, assim como a proximidade do poço.

Para execução destas atividades está prevista a duração de 01 dia.

De forma a preservar a integridade das estruturas dos dutos a serem lançados, são estabelecidas condições limites das operações de instalação, referentes a vento, mar e correnteza, que deverão ser verificadas antes do início da operação de lançamento. A conexão (*pull-in*) dos dutos flexíveis será, como regra geral, com conexão de primeira extremidade na ANMH do poço e segunda extremidade no FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras.

◆ **Lançamento em Direção ao FPSO**

Para o lançamento serão verificadas as coordenadas do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras e do poço 9-BD-18HP-RJS a ser interligado. De posse destes dados, dá-se início a operação de lançamento seguindo a rota planejada e executando as conexões intermediárias entre os dutos quando necessário. Durante o lançamento serão monitoradas as cargas de

tração, os ângulos de saída do duto do navio (ângulo do topo da catenária) e as condições meteorológicas.

Devido à limitação fabril de comprimento de cada trecho dos dutos são necessários conectores especiais de extremidades para união de um tramo a outro, a fim de complementar o comprimento total do duto para interligação do FPSO ao poço. Estas conexões intermediárias dos dutos flexíveis serão testadas a bordo do LSV com nitrogênio para comprovar a integridade das mesmas.

As conexões intermediárias dos umbilicais serão sujeitas a um teste de pressão para comprovar a integridade das mesmas. As conexões intermediárias dos umbilicais serão sujeitas a um teste de pressão para comprovar a integridade das mesmas. Para execução desta atividade está previsto duração de 02 dias.

O LSV lançará os dutos de produção, serviço, umbilical de potência e umbilical de controle do poço 9-BD-18HP-RJS, conforme a rota vistoriada, posicionando uma das extremidades próximo à ANMH para futura conexão com mergulho e a outra extremidade segue em direção ao FPSO para conexão (*Pull in*) com este.

◆ **Conexão de Dutos no Poço 9-BD-18HP-RJS**

Esta atividade será realizada por mergulhador, podendo ser realizada por ROV. Consiste na conexão das extremidades dos dutos de produção, serviço, umbilical de potência e umbilical de controle do poço 9-BD-18HP-RJS.

◆ **Conexão do Riser para o FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras (*Pull-in*)**

Esta operação refere-se à conexão dos dutos ao FPSO. No término do lançamento, a extremidade final do trecho *riser* do duto flexível será preparada para conexão ao FPSO. O navio LSV aproxima-se do FPSO em preparação para transferência do riser. Será transferido o cabo principal (cabo de *Pull-in*) do FPSO para a embarcação através de um cabo mensageiro.

Após o cabo principal ser conectado ao *riser* a bordo da embarcação, este irá começar a liberação do *riser* dentro d'água. Realiza-se a descida do *riser* até gradualmente executar a transferência da carga da embarcação para o cabo principal do guincho de *pull-in* do FPSO. Após a transferência do *riser* para o cabo do FPSO, o cabo da embarcação será desconectado e recolhido até a superfície. As operações de *pull-in* são finalizadas com o içamento dos *risers* de todos os dutos flexíveis pelo guincho do FPSO. Para execução desta atividade está previsto 01 dia.

◆ **Trabalhos Complementares**

Após o *pull-in* dos *risers* ao FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras, serão realizadas as interligações do cabo elétrico do umbilical de controle e uma inspeção para confirmar a posição final do duto no fundo do mar, bem como a configuração final da catenária do duto no FPSO. Para execução desta atividade estão previstos 03 dias.

◆ **Testes de Estanqueidade dos Dutos**

O projeto de interligação do poço 9-BD-18HP-RJS ao FPSO prevê a realização de testes para constatação da integridade e estanqueidade dos dutos de fluxo de processo (produção, serviço e umbilicais de controle / potência).

Todos os dutos, a serem utilizados na interligação, já foram testados hidrosticamente na BAVIT. Durante a atividade de lançamento serão realizados testes nas conexões intermediárias a bordo do LSV. O teste final dos dutos será realizado a partir do FPSO, conforme descrito a seguir (Teste Final dos Dutos).

◆ **Testes realizados a bordo do LSV**

Os testes de vedação de conexões flangeadas montadas no navio de lançamento serão feitos imediatamente após a sua montagem e com a conexão ainda a bordo da LSV, podendo ser:

. *Testes Pneumáticos*

Realizados preferencialmente com nitrogênio em todas as conexões intermediárias dos dutos de produção e serviço. Caso haja vazamento de Nitrogênio no teste, a conexão será refeita com troca dos anéis de vedação e de teste, acarretando novo teste pneumático de vedação.

. *Testes Hidrostáticos (com água do mar)*

Caso não seja possível realizar o teste das conexões com nitrogênio, deverá ser feito teste hidrostático com água do mar, e neste caso a verificação da estanqueidade se dará pela observação visual da conexão, não havendo a necessidade de se aguardar a estabilização da pressão. Caso haja vazamento as conexões serão refeitas.

. *Testes das linhas de Controle*

Estas linhas são testadas a bordo do LSV com o próprio fluido de controle, fluido hidráulico específico *Marston Bentley Oceanic* HW 525. Em caso de vazamento, verificado visualmente, a conexão será trocada, e o eventual derrame decorrente deste pequeno vazamento ficará contido no *deck* da embarcação. É importante destacar que o fluido hidráulico, quando da produção dos poços, transmitirá a pressão necessária para manter as válvulas de controle do poço abertas, o que significa que eventuais vazamentos nas conexões dos dutos de controle farão a pressão hidráulica diminuir, com conseqüente fechamento destas válvulas e interrupção da produção do poço, o que reforça todo o cuidado para garantir a estanqueidade das conexões destes dutos. Cabe mencionar que a observação visual, de modo geral, somente é aplicável aos testes que envolvam os conectores, pois o tubo flexível está enrolado na cesta ou no tambor e mesmo que seja detectado um vazamento em algum ponto do tubo flexível, a análise do vazamento é muito complexa.

◆ **Teste Final dos Dutos a partir do FPSO**

Os testes finais para assegurar a estanqueidade e integridade dos dutos e de suas conexões flangeadas consistirão de testes hidrostáticos, utilizando como fluido: (i) água do mar, nos dutos de escoamento (de produção e de serviço); e (ii) fluido hidráulico HW 525, nas linhas de controle (umbilicais). Os

duto de produção e serviço serão testados hidrosticamente com água salgada a partir da plataforma. As mangueiras de controle de 3/8" e as mangueiras de 1/2" serão testadas com fluido hidráulico *Marston Bentley Oceanic* HW 525. Os últimos testes de estanqueidade serão realizados com todos os dutos já conectados.

Para os dutos de produção e serviço, a detecção do local do vazamento não é feita com a utilização de corante traçador. O procedimento de detecção do local do vazamento é realizado seguindo-se as etapas abaixo:

- Durante o Teste de Estanqueidade, em caso de vazamento, é observada queda de pressão no Registrador instalado no FPSO.
- Mantendo-se o duto pressurizado, por tentativa, o ROV percorre o duto buscando sinais de vazamento (borbulhamento e jatos de água), principalmente nas conexões;
- Na hipótese de localização do vazamento, as conexões serão refeitas com auxílio de mergulhador (em profundidades de águas rasas, caso desta Anuência);
- É realizado um novo teste de estanqueidade;
- Na hipótese de constatação de queda de pressão e não localização do vazamento, o duto é recolhido para inspeção, manutenção e posterior lançamento.

Conforme descrito acima, o teste de estanqueidade de dutos flexíveis (dutos de produção e serviço) é realizado sem a necessidade do uso de corante traçador.

Quando houver necessidade do uso do corante traçador, a descrição do Teste de Estanqueidade, contemplando este recurso, será apresentado. Normalmente, o uso do corante traçador se aplica ao Teste de Dutos Rígidos.

• Procedimentos do Teste Hidrostático

O teste hidrostático é realizado em 4 etapas, conforme detalhado a seguir, sendo o controle de pressão verificado no FPSO, por meio de equipamentos denominados Cartas Registradoras de Pressão, que mostram os registros de pressão de forma contínua. Ressalta-se que em dutos de óleo e gás, o teste hidrostático somente poderá ser iniciado, após a estabilização.

Etapa 1 - PRESSURIZAÇÃO

O duto será pressurizado de acordo com as seguintes condições:

- A taxa de pressurização para o teste hidrostático deverá ser de 18 Mpa/h (2.610 PSI/h);
- A pressão de teste hidrostático (PTH) deverá ser igual a 1,50 x PMP (Pressão Máxima de Projeto) para tubos flexíveis novos e 1,10 x PMP para tubos flexíveis usados;
- A duração do teste hidrostático é de no mínimo 4 horas após a estabilização.

Etapa 2 - ESTABILIZAÇÃO

O tempo de estabilização da pressão para teste hidrostático é igual a 1 hora.

Etapa 3 - MANUTENÇÃO DA PRESSÃO.

O tempo de manutenção da pressão para teste hidrostático é igual a 4 horas.

Etapa 4 - DESPRESSURIZAÇÃO

A taxa de despressurização deverá ser de 108 Mpa/h (15.664 psi/h). Para as linhas de controle, a taxa de pressurização (assim como de despressurização) será de 60 MPa/h não ultrapassando 105% e nem sendo menor que 95% da pressão de projeto. A manutenção da pressão se dará em 30 (integridade / dano relevante) ou 60 minutos (reterminação / estanqueidade). Para o teste de decaimento de pressão, cada mangueira hidráulica é interligada à fonte de suprimento de pressão hidráulica. Um transdutor de pressão conectado a um registrador de carta é instalado no terminal da outra extremidade livre da mangueira a ser testada. A mangueira é cheia com o fluido de teste hidrostático e

aliviada do ar trapeado sendo iniciado em seguida o registro do teste na carta. O decaimento inicial não deve ser mais que 1/3 da pressão de teste hidrostático especificada. O volume de fluido hidráulico durante os testes de estanqueidade das linhas de controle é de 2 m³. Durante os testes finais de estanqueidade das linhas de controle, a detecção visual de vazamentos é possibilitada pelo corante fluorene (presente na formulação do fluido hidráulico), utilizado em concentração máxima de 50ppm. Após a execução dos testes, são registradas e anexadas nos relatórios de serviço, por pessoal qualificado, as seguintes informações:

- data e hora;
- locação, condição e detalhes do teste;
- pessoal responsável pelo teste;
- detalhes do meio de enchimento;
- todos equipamentos e detalhes de certificação;
- cartas registradoras de pressão mostrando os registros contínuos de pressão;
- leitura de pressão periódica a cada 30 minutos para teste hidrostático e 10 minutos para teste pneumático.
- leitura de temperatura ambiente periódica a cada 30 minutos para teste hidrostático e 10 minutos para teste pneumático. Este item somente é válido para testes com duração acima de 4 horas.
- observação visual.

Estes procedimentos para a realização dos testes de estanqueidade já foram amplamente discutidos e apresentados pela Petrobras/UN-BC desde Fevereiro de 2003 nas documentações para solicitação de anuência referentes ao TAC de produção.

- Fluido hidráulico HW 525

O HW 525 é um fluido hidráulico a base de água, formulado especificamente para uso em modernos sistemas de controle de produção submerso, conferindo um alto grau de proteção contra o desgaste, corrosão e degradação microbológica. Estes fluidos têm sido desenvolvidos em permanente consulta aos fabricantes dos componentes e hoje é utilizado mundialmente, contribuindo na obtenção de um sistema de produção seguro e confiável. A baixa

viscosidade do fluido permita boa capacidade de resposta, mesmo a longas distâncias, sendo os mesmos designados para prover condições ótimas de operação.

Este fluido contém uma série de aditivos para inibir desgaste, corrosão e degradação microbiológica, além de ter alta tolerância a contaminação acidental por água do mar. Sendo suprido já pronto para uso, o fluido HW 525 elimina os problemas freqüentemente encontrados em fluidos que demandam diluição, misturas imprecisas ou inadequadas, utilização de água de baixa qualidade e até mesmo contaminação durante o preparo. São biodegradáveis e, portanto, não apresentam problemas ambientais de longo prazo caso um vazamento ocorra; além de serem filtrados para alcançar o nível de pureza desejado.

- **Operações de Transferência**

- ◆ **Escoamento da Produção de Óleo – Offloading**

O escoamento do óleo produzido será através de navios aliviadores *in tandem* com o FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras, isto é, alinhando popa ou proa do FPSO com a proa do aliviador conforme ilustrado na figura a seguir.



Figura II.8.1.1-18: Exemplo de operação de transferência de óleo *in tandem*.

Os navios aliviadores (petroleiros) poderão ser providos com sistema de posicionamento dinâmico (DP) ou através de ancoragem no sistema convencional. A utilização de aliviadores tipo DP é recomendada uma vez que reduzem consideravelmente os riscos de sua colisão com os *risers* ou o costado do FPSO.

A operação de transferência de carga (ou *offloading*) será feita periodicamente, com maior probabilidade pelo lado da proa do FPSO em função da ação dos ventos, ficando o aliviador a uma distância de cerca de 150 metros do FPSO. As ações dos ventos predominantes, vindo de norte e nordeste, e das correntes, indo para sul e sudoeste, contribuirão para manter o afastamento do aliviador em relação ao FPSO tornando a operação segura.

A transferência de óleo entre os tanques de carga do FPSO e o navio aliviador ocorrerá através de bombas dedicadas, submersas no interior de cada tanque. O óleo é bombeado através de uma estação de medição e segue para o aliviador através de uma mangueira flexível (mangote) de 12" de diâmetro e comprimento de 250 metros, pressão de trabalho de 300 psi, com reforço especial nas duas extremidades e equipados com flanges.

O procedimento operacional consiste das manobras de amarração, conexão, *offloading* (transferência), desconexão e desamarração sendo que todas as operações são devidamente acompanhadas pelo oficial de náutica, auxiliado por marinheiros de convés a fim de detectar vazamentos no mar.

As operações de amarração e desamarração, por segurança operacional, serão efetuadas à luz do dia e com boa visibilidade, com início previsto para até 5 (cinco) horas antes do por do sol. Entretanto, desde que previamente acordada entre os responsáveis pelas manobras no Aliviador e no FPSO, poderão ocorrer manobras noturnas de desamarração.

São consideradas como seguras as manobras de amarração até os seguintes limites médios de condições ambientais: ventos - 20 nós, ondas - 3,5 metros e correntes - 2 nós. Finalmente, sob forte chuva e ou tempestade de

relâmpago, as operações de transferência serão interrompidas e as demais manobras adiadas ou completadas com muita cautela. A tabela a seguir apresenta algumas características da operação de transferência de óleo.

Tabela II.8.1.1-11: Características da Operação de Transferência de Óleo (*offloading*).

Parâmetros de Operação	Valor
Distância entre o aliviador e o FPSO	150 metros
Taxa de transferência	1.000 m ³ /h tempo máximo de 36 horas
Freqüência máxima esperada	40 operações por ano

Os mangotes são estivados e enrolados em um carretel, localizado na proa do navio, conforme a seguir.



Figura II.8.1.1-19: Ilustração do sistema de mangotes de *offloading* instalado na proa do FPSO.

O mangote de *offloading* é equipado em uma extremidade com válvula automática que só pode ser aberta para permitir o fluxo depois de estar corretamente conectada ao flange fixo, localizado no lado do navio aliviador. Um acoplamento de desengate rápido de alta confiabilidade é instalado nesta

extremidade da mangueira para permitir a sua rápida liberação em caso de emergência.

Para garantir a segurança da operação existe também um sistema de detecção de vazamentos que se baseia na comparação instantânea das vazões medidas na saída do FPSO e na chegada do aliviador. Em caso de variações entre os valores a operação é interrompida imediatamente.

Para assegurar que quaisquer problemas eventuais sejam prontamente identificados, interrompendo-se a transferência de petróleo, a operação é acompanhada permanentemente por uma pessoa em cada estação.

Ao final do *offloading*, o mangote é recolhido e mantido no FPSO até a próxima operação e o aliviador encaminha o óleo para os terminais de recebimento em terra.

Antes da operação de transferência do óleo produzido, serão efetuados testes de estanqueidade no mangote a ser utilizado. A transferência é realizada com o sistema de gás inerte ligado mantendo a pressão de trabalho e teor de O₂ nos tanques em níveis normais de operação e segurança. Encerrada a operação, dá-se início à limpeza do mangote. Tanto o teste de estanqueidade como o de limpeza do mangote, serão feitos com água oriunda do tanque nº 6 boreste, sendo o fluxo direcionado para o tanque *slop* do navio aliviador.

II.8.1.1.6 - DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DE SEGURANÇA

II.8.1.1.6.1 Sistema de Ancoragem

O sistema de ancoragem propicia os meios para a amarração segura e confiável do FPSO durante o tempo de operação da unidade na área do poço 9-BD-18HP-RJS. Este sistema é projetado e testado para opera em condições ambientais extremas (combinação de ventos, ondas e correnteza) sem causar danos aos equipamentos submarinos.

O FPSO será ancorado na área do poço 9-BD-18HP-RJS por meio de 12 linhas de ancoragem na concepção Catenária, compostas por amarras conectadas a 12 (doze) pontos de ancoragem do tipo âncoras de arraste convencional, cravadas no solo marinho. A conexão das linhas no FPSO se dará através de um conjunto de polias e mordentes instalados na proa e popa do mesmo.

A Tabela a seguir apresenta a composição do sistema de ancoragem.

Tabela II.8.1.1-12: Sistema de ancoragem do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras

Componente	Descrição	Carga De Ruptura
Âncora de arraste (tipo) Peso	14 t STEVPRIS MK5 5,6 t lastro / fab. Vryhof 14.000 kg	490 t
Amarra (tramo único)	Qualidade OS4 NVK4RIG, 900 m x Ø 95 mm	9.010 kN

O processo de fixação do ponto de ancoragem consiste na descida da âncora até a profundidade da locação, a uma distância aproximada de 30 (trinta metros) de distância a vante da sua posição de cravação definitiva, com a amarra conectada e esta ao cabo de trabalho (*work wire*) do barco de manuseio lançador da linha de ancoragem. A âncora é arrastada pelo barco, na mesma direção do azimute da linha de ancoragem e com o sentido voltado para o local onde ficará o FPSO, atritando com o solo marinho até cravar. Após a cravação da âncora, o barco de manuseio traciona a linha de ancoragem até a tensão máxima determinada pelo projeto. A tensão na linha de ancoragem e posição da âncora em relação às coordenadas de projeto são os parâmetros calculados com base na força horizontal (*bollard pull*) aplicada pelo AHTS (*Anchor Handling Tug Supply*) e na composição do sistema de lançamento das linhas de ancoragem, os quais serão monitorados para validar a operação de pré-lançamento das âncoras.

A operação de ancoragem divide-se em 2 fases:

Fase (1) pré-lançamento da linha de ancoragem: Compreende a instalação dos seguintes componentes para cada linha de ancoragem: âncora de arraste, amarra, manilhas e penderes de cabo de aço (utilização temporária para diminuir o peso da linha de ancoragem no abandono) e bóia de abandono. Esta fase é realizada antes da chegada do FPSO na locação.

Fase (2) hook-up e tensionamento das linhas de ancoragem: O *hook-up* tem início após a chegada do FPSO na locação e consiste na conexão do topo da amarra pré-lançada ao seu respectivo mordente a bordo do FPSO. Após o *hook-up* as linhas de ancoragem são tensionadas pelos guinchos do FPSO e, alcançando a tensão de projeto, as amarras são travadas em componentes denominados *chain stopper*.

O sistema de ancoragem providencia meios seguros e de confiança de amarração do FPSO durante a permanência da embarcação na locação. Este sistema é designado e testado para funcionar em todas as condições de mar sem causar danos aos equipamentos submarinos.

- ***Descrição da fase (1) (pré-lançamento do ponto de ancoragem)***

Esta fase se realizará com a utilização de embarcações de manuseio de componentes de ancoragem, designadas AHTS, e uma embarcação de suporte, designada RSV (*Remote Survey Vessel*), para operação de ROV. Nesta operação poderão ser utilizadas as embarcações AHTS Far Sailor, AHTS Far Santana e a AHTS Far Senior.

Ao chegar na locação, os barcos de manuseio são posicionados nas coordenadas de lançamento das âncoras, os componentes da linha de ancoragem são montados (amarras, elos de conexão e cabos de trabalho dos barcos de manuseio), sendo em seguida descida a âncora a trinta metros de distância a vante das coordenadas de projeto.

Posicionada a âncora, o barco de manuseio pega o cabo de trabalho deitando a amarra de fundo no leito marinho. Posteriormente o barco de manuseio desloca-se na mesma direção do azimute da linha de ancoragem em sentido voltado para o local onde a unidade será instalada futuramente. A âncora corre aproximadamente trinta metros até cravar no leito marinho. Após a cravação é efetuado o teste de carga tracionando-se a linha de ancoragem até o valor máximo determinado em projeto. São monitorados os parâmetros de tração máxima na linha de ancoragem e posição de cravamento da âncora.

Caso os parâmetros não estejam conformes e dentro da tolerância aceitável a âncora é descravada para nova tentativa. Passando no teste de tração e estando a âncora na posição requerida pelo projeto, o pendente é montado com manilhas no elo final da amarra e o sistema é abandonado com bóias demarcatórias, ou no leito marinho sem o uso de bóias ou pendentes.

- ***Descrição da fase (2): hook-up das linhas de ancoragem ao FPSO PETROJARL Cidade de Rio Das Ostras e tensionamento***

Esta etapa de instalação do sistema de produção se iniciará com a chegada da unidade de produção à sua locação, consistindo na recuperação das amarras da linha de ancoragem abandonadas na locação e conexão dessas amarras ao seu respectivo mordente a bordo do FPSO.

Nesta etapa, serão disponibilizados pelo menos 06 rebocadores, os quais deverão atuar nas atividades de reboque, posicionamento e travamento do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras dentro do quadro de bóias visando limitar a deriva da unidade, conexão dos sistemas pré-lançados com a unidade de produção, tensionamento das linhas de ancoragem até a tensão de projeto e travamento das linhas nos mordentes (*chain stoppers*) do FPSO.

Quando o FPSO, ao término do reboque, alcançar as proximidades da sua localização final, este passará então a ser conduzido pelos rebocadores designados no procedimento, visando o início da fase (2) da operação de ancoragem. O conjunto se aproximará lentamente da localização final, numa

direção que seja favorável considerando as condições ambientais presentes, principalmente levando em consideração as variáveis ventos e corrente. Após o posicionamento e travamento da unidade por meio dos barcos AHTS, serão repassados do FPSO a uma das embarcações (AHTS-1) designada no procedimento, um cabo mensageiro e um trecho de amarra provisória.

Simultaneamente, outra embarcação (AHTS-2) pescará a bóia de marcação ou o sistema abandonado no leito marinho e conseqüentemente, a ponta da amarra de topo do sistema de ancoragem lançado na fase (1). Em seguida, a AHTS-2 transferirá a ponta da amarra de topo à embarcação AHTS-1, para que esta seja conectada à amarra provisória. A embarcação AHTS-1 conectará o topo da amarra, recuperada e repassada pelo AHTS-2, com a amarra provisória recebida do FPSO. O guincho principal do FPSO recolherá a amarra provisória e parte da amarra de topo até atingir o ponto de travamento no mordente (*chain stopper*) que corresponde ao valor da tensão de projeto da linha de ancoragem.

Caso necessário, para diminuir o peso da amarra e facilitar o tensionamento pelo guincho do FPSO, uma das AHTS poderá pescar parte da amarra com garatêia suspendendo-a com seu guincho e aliviando a tensão no guincho da unidade de produção. Uma embarcação de suporte com ROV (RSV) participará apoiando todas as operações de recuperação e instalação.

As descrições das embarcações *AHTS Far Sailor*, *AHTS Far Santana* e *AHTS Far Senior* encontram-se no item II.2, Sub-Item L da Caracterização da Atividade do EIA/RIMA deste estudo.

II.8.1.1.6-2 Sistemas de Segurança, Manutenção e Abandono e Resgate

- **Sistemas de Segurança**

O sistema de Segurança e Controle do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras foi desenvolvido com base no API RP 14C (7ª edição, Março de 2001), o qual foi utilizado para determinar os requerimentos mínimos de segurança para os sistemas de superfície da unidade. O sistema de segurança e controle consiste dos seguintes sistemas integrados:

- ◆ Sistema de incêndio e gás;
- ◆ Sistema Emergencial de Bloqueio (ESD);
- ◆ Sistema Lógico (*Logic Solver System*);
- ◆ Interface da Operação (*HMI interface*).

Fazem parte do Sistema Instrumentado de Segurança (SIS) os equipamentos transmissores, sensores e interruptores manuais, o sistema lógico, as válvulas solenóides de bloqueio, o starter motor e a interface operacional. Todos os elementos do SIS são completamente dissociados, tanto do ponto de vista físico como elétrico, dos elementos utilizados no Sistema de Controle de Processamento (SCP).

O sistema foi desenvolvido à prova de falhas e de maneira que o SCP não reinicie automaticamente qualquer equipamento quando o iniciador de bloqueio retorne ao modo normal ou a energia seja restaurada. A energia do SIS é proveniente de duas fontes independentes de energia, sendo uma sobressalente.

O sistema de gás e incêndio (SGI) atende a todo o FPSO e foi desenvolvido obedecendo à critérios da certificadora DNV. De uma maneira geral, o sistema de incêndio e gás compreende no monitoramento de todas as áreas onde misturas explosivas e/ou inflamáveis possam ocorrer.

A detecção desses eventos irá, então, iniciar o alerta dos tripulantes através do sistema de público de informação e iniciar uma série de ações visando

minimizar as conseqüências do evento. Ações de controle encontradas no sistema de gás e incêndio têm interface direta com o sistema de ESD e permitem a evacuação dos tripulantes com segurança. O SGI consiste de:

1. Detecção automática de fogo ou presença de mistura combustível;
2. Iniciação de alarmes visuais e sonoros para aviso de perigo a todos os tripulantes;
3. Ativação do sistema de dilúvio na área afetada e em áreas adjacentes;
4. Ativação do sistema de bloqueio automático para fechar os poços e plantas de processo e utilidades, caso necessário;
5. Inundação de áreas afetadas com CO₂ de maneira a extinguir o fogo;
6. Ativação manual do bloqueio e sistema de proteção de incêndio, caso necessário;
7. Permitir imediata e exclusiva operação;
8. Efetua extensos diagnósticos de fornecimento de energia e circuitos elétricos devido a perda de energia ou falhas;
9. Alarma imediatamente no painel de controle quando da detecção de incêndio;
10. Painel central de SGI para o FPSO localizado na sala de controle, que contempla toda a área de processo e recebe informações consolidadas dos sub-painéis localizados em outras áreas do FPSO;
11. Sub-painel localizado na E-House;
12. Sub-painel que atende as acomodações localizados na sala de controle;
13. Estação operadora de interface, localizada na sala de controle;
14. Dispositivos de detecção de calor, fumaça, gases combustíveis;
15. Dispositivos sensíveis à radiação ultravioleta (UVIR);
16. Alarmes visuais e sonoros.

- **Sistemas de Emergencial de Bloqueio**

O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras possui um fluxograma de ações a serem tomadas caso ocorram sinistros e consiste de 4 níveis de bloqueio. Os agentes motivadores que determinam o status do FPSO e, conseqüentemente, a escolha de um dentre os quatro níveis de emergência são claramente apresentados no fluxograma. Os níveis de bloqueio são os abaixo apresentados, em ordem crescente de prioridade:

- ◆ *Nível 1* - Bloqueio e abandono do FPSO;
- ◆ *Nível 2* - Bloqueio de algumas ou todas as áreas;
- ◆ *Nível 3* - Bloqueio de processo;
- ◆ *Nível 4* - Bloqueio da unidade;

O sistema emergencial de bloqueio tem como função intervir em um dado processo ou em um equipamento específico do processo durante uma ocorrência insegura. Esse sistema é acionado sempre que ocorra uma situação que possa resultar na emissão de materiais tóxicos, inflamáveis ou explosivos. Os componentes do sistema emergencial de bloqueio são identificados e documentados de forma a diferenciá-los de outros sistemas, e podem proporcionar o seguinte:

- ◆ Bloqueio automático de equipamentos para proteção da tripulação e facilidades;
- ◆ Redundância de softwares e hardwares;
- ◆ Autoteste;
- ◆ Permite fácil manutenção, reparo e identificação de falhas;

O sistema permite ser acionado manualmente através de botoeiras localizadas na sala de controle, área de processo, área de compressores, heliponto e área de botes salva-vidas.

- **Sistemas de Combate à Incêndio**

O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras é protegido por sistemas de incêndio convenientemente localizados em diversas áreas da unidade. Os sistemas localizados no convés principal são do tipo dilúvio, automaticamente ativados por fusíveis ou manualmente na sala de controle.

O heliponto, e a área de *offloading* são protegidos por sistema de extintores de espuma. O maquinário existente no FPSO, bem como espaços entre os equipamentos são equipados com extintores fixos de CO₂.

O sistema de combate a incêndio compreende 2 bombas (bombas hidráulicas com motores a diesel), sendo cada uma com condições de atender a 100% da demanda requerida na FPSO, localizadas na popa e na proa, ambas na elevação do *main deck*.

São apresentados na tabela adiante os equipamentos referentes à combate a incêndio no FPSO:

Tabela II.8.1.1-13: Equipamentos utilizados no sistema de combate à incêndio.

Equipamento	Observações
Bomba de incêndio #1	750 m ³ /h com 126 mca e 11 bar na elevação do <i>deck</i> de processo
Bomba de incêndio #2	750 m ³ /h com 126 mca e 11 bar na elevação do <i>deck</i> de processo
Bomba Jockey	50 m ³ /h com 120 mca de <i>head</i>
Equipamento de CO ₂	Distribuídos na sala de máquinas, sala de bombas etc.

- **Rede *Plug-Fusível***

Este sistema consiste em manter uma rede de tubo inox, de diâmetro de 3/8", pressurizado com ar, e com a presença de sensores ao longo de toda sua extensão. Uma vez rompidos estes fusíveis, pela presença de fogo, ocorre a atuação, na sequência, do pressostato presente na linha de ar comprimido que atende aos *plugs* fusíveis. Este envia um sinal digital que abrirá a válvula de dilúvio (ADV) para o local correspondente à ocorrência. Imediatamente tem-se a partida das bombas contra-incêndio, alimentando com água a rede de dilúvio correspondente. A área de abrangência deste sistema é a planta de processo e área de produtos químicos e *Flare*.

- **Anel De Incêndio**

Este sistema é mantido pressurizado pela bomba *jockey* e tem a sua abrangência ao longo de toda a embarcação. O acionamento se dá de forma manual pelo operador da área ou pelo automatismo definido pela lógica do PLC principal, após ocorrência da atuação de fusíveis / sensores de fogo ou gás.

A água para combate à incêndio da área de *topside* e do casco serão provenientes de um sistema dedicado que terão duas bombas de incêndio independentes, dimensionadas para atender a 100% do pior cenário de incêndio. Caso haja perda de energia, as bombas continuarão a operar, pois são acionadas por motores a diesel independentes.

O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras possui, também, estações com hidrantes e mangueiras de incêndio, que além de atenderem à pontos existentes na embarcação, deverão atender ao heliponto e os módulos da área de *topside*.

O sistema de combate à incêndio possuirá, também um sistema de dilúvio, cujo objetivo é aspergir água sobre equipamentos de processo de forma a resfriá-los e reduzir o risco de aumento do incêndio. Este sistema deverá ser imediatamente acionado sempre que percebido foco de incêndio na área e está previsto para atender às seguintes áreas:

- ◆ Separadores, tratador eletrostático, tanque de dreno fechado;
- ◆ Separadores e trocadores de calor;
- ◆ *Risers e manifolds de superfície;*
- ◆ Tanques de produtos químicos e bombas.

- **Sistema de Espuma**

O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras contará com um sistema de espuma nas áreas do heliponto e da área dos tanques.

A unidade é dotada de dois sistemas de LGE, sendo um para alimentar os canhões do heliponto e outro que abrange a área do convés principal e acomodações. O sistema é acionado pela sala de controle, caso necessário, através de uma abertura que interliga o anel de incêndio com o LGE no interior do vaso, que se encontra pressurizado. O princípio de funcionamento do sistema se baseia no tubo *venturi* (tubo de arraste), que alimenta o canhão que fora acionado.

- **Sistema de CO₂ de Combate à Incêndio**

Sistemas de CO₂ serão disponibilizados para combate à incêndio na sala de máquinas, de bombas e gerador de emergência. Estas áreas serão dotadas de alarmes para evacuar as pessoas do local antes do acionamento do sistema de CO₂.

Através botoeiras distribuídas pelos diversos pontos da embarcação, em caso de necessidade, este sistema pode ser acionado por operadores ou automaticamente, através de sensores de fumaça ou gás, e ainda pelo circuito de TV. O seu acionamento gera um alarme na estação ECOS, além do alarme de emergência em toda unidade.

O sistema de segurança da unidade FPSO é composto de vários sistemas e subsistemas, compostos por unidades fixas e móveis de detecção e combate à incêndio, onde se destacam:

◆ *Extintores Portáteis de Incêndio*

Extintores de incêndio serão disponibilizados de acordo com a legislação brasileira pertinente.

• **Sistemas de Manutenção**

A unidade FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras possuirá um padrão documentado contendo diversos procedimentos referentes a todas as atividades de manutenção preventiva, preditiva e corretiva dos equipamentos que compõem a unidade.

• **Recursos de Abandono, Fuga e Resgate**

Os recursos de abandono, fuga e resgate têm o propósito de prover condições seguras de escape para todos os tripulantes do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras.

Fazem parte dos recursos de abandono o helicóptero, as baleeiras e os botes salva-vidas. O FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras conta com duas baleeiras com capacidade para 63 pessoas cada e um bote salva vidas com capacidade para 35 pessoas e um bote de resgate de homem ao mar com capacidade para resgate de 6 pessoas.

II.8.1.1.6-3 Sistemas de Comunicação

Em termos de segurança, a principal função do sistema de comunicação de emergência é comunicar aos serviços de resgate a decisão de abandonar o FPSO ou requerer resgate de pessoas feridas. Estão previstos dois Sistemas de Comunicação a bordo do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras:

• **Sistema de Intercomunicação, Avisos e Alarmes**

O sistema é constituído de transdutores sonoro (cornetas, alto-falantes, etc.) instalados em todas as áreas da unidade *offshore*, permitindo a

emissão de Chamadas e Avisos em alta-voz, acompanhados, quando necessário, por alarmes de emergência específicos (Emergência e Abandono da Unidade). Esse Sistema é mantido por uma fonte ininterrupta de energia (UPS- *Uninterrupted Power Supply*). O funcionamento desses dois alarmes é gerenciado remotamente pelo Sistema ECOS (Estação Central de Supervisão e Operação) da unidade que, através de conexão com o Sistema de Intercomunicação em pauta, automaticamente aciona o sinal de alarme respectivo. Nas áreas ruidosas, as chamadas e os alarmes são acompanhados de sinalização visual através do uso de lâmpadas de estado na cor Branca/Cristal. Os avisos de emergência têm prioridade máxima durante o soar de um tom de alarme. Quando emitidos a bordo, o nível sonoro do tom de alarme em curso é emudecido automaticamente. Os cabos da rede desse sistema são resistentes a fogo, não contribuindo para a sua propagação.

- **Sistema de Radiocomunicações e Sistema GMDSS:**

Sistemas constituídos de transceptores para radiocomunicação em diversas faixas de frequências (HF, VHF e UHF). São utilizados para contato radiofônico com estações costeiras e com embarcações de apoio no mar. O Sistema GMDSS (Sistema para Salvaguarda da Vida Humana no Mar) é utilizado nos casos de acidentes na unidade, sempre que há necessidade de auxílio externo. Ambos os sistemas são mantidos por fontes independentes e sistema de baterias exclusivos, estando conectados a fontes ininterruptas de energia (UPS - *Uninterrupted Power Supply*).

No caso de uma emergência a bordo do FPSO PETROJARL Cidade de Rio das Ostras, devem ser contatados os serviços de resgate e os escritórios da PETROBRAS em Macaé. Essas ações devem ser conduzidas a partir da sala de rádio, baseadas nas instruções fornecidas pelo Gerente da Plataforma. Esse processo de comunicação deve ser conduzido via telefone e rádio VHF, devendo incluir notificações à base de apoio, serviços de transporte aéreo, barcos de apoio, além de outras unidades operando na área.

Os principais sistemas de comunicação externas são os seguintes:

- **Comunicações externas:**
 - ◆ Inmarsat- C(GMDSS);
 - ◆ Inmarsat Mini-M (voz e *facsimile*);
 - ◆ HF/SSB-SMM Network (Serviço móvel Marinho) que permita comunicação com a unidade de apoio e EMBRATEL;
 - ◆ VSAT (voz e *facsimile* via PABX e registro);
 - ◆ Rádio UHF digital;
 - ◆ Rádio marítimo VHF (GMDSS);
 - ◆ Rádio marítimo MF/HF (GMDSS);
 - ◆ Rádio aeronáutico (VHF/AM)

- **Comunicações internas:**
 - ◆ Estação de rádio UHF localizada na sala de controle de rádio;
 - ◆ Rádio UHF portátil intrinsecamente seguro.

II.8.1.1.6-4 Sistemas de Medição e Monitoramento

A medição de fluidos seguirá o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural da ANP (Portaria Conjunta N.1 de 2000 – ANP/INMETRO). Para as medições fiscais de óleo, serão utilizados medidores do tipo ultra-sônico, com incerteza de medição inferior a 0,2%. Para as medições de apropriação de óleo, medidores do tipo deslocamento positivo, turbina ou mássico, com incerteza de medição inferior a 0,6%. Para as medições fiscais de gás, medidores do tipo placa de orifício ou ultra-sônico, com incerteza de medição total inferior a 1,5%. Para medições de apropriação de gás, medidores do tipo placa de orifício ou ultrasônico, com incerteza de medição total inferior a 2%. Para medições operacionais de gás, medidores do tipo placa de orifício ou ultra-sônico, com incerteza de medição total inferior a 3%. Para medição de água, medidores tipo magnético com incerteza de medição inferior a 1%.

II.8.1.1.6-5 Sistemas de Geração de Energia de Emergência

O sistema de geração de energia consiste de um gerador a diesel de 572 KW, localizado no convés superior, em uma sala específica e com ventilação adequada, sendo que o suprimento de combustível é realizado por um tanque de diesel, localizado em uma sala anexa a do gerador de emergência. O sistema, que opera independentemente do sistema principal atende aos seguintes equipamentos:

- Painel de luz de emergência, localizados no *deck* superior;
- Carregadores de bateria para os geradores de emergência;
- Carregador de bateria para bomba de incêndio primária;
- Luzes do heliponto;
- Equipamentos de navegação (*Nav Equipment*);
- ACC e *deck*;
- Sala de máquinas;
- Área do ACC;
- Painel de controle de energia.

II.8.1.1.6-6 Tratamento e Descarte de Fluidos

◆ Água de Produção

Conforme apresentado no item II.8.1 o tratamento de água de produção passará pelos hidrociclones e flotores. Cada estágio de tratamento propicia a retirada de óleo, que retorna ao processo.

Caso a água de produção esteja com teor de óleo acima de 20 mg/l ou com a temperatura superior a 40 °C, a mesma é encaminhada para o tanque de *off spec*. Após atingir o nível de operação do tanque, a água é bombeada para o separador centrífugo, sendo monitorados na saída do efluente o teor de óleo e temperatura para descarte.

Caso não haja enquadramento do teor de óleo em 15 mg/l, o efluente é redirecionado para o tanque de *slop* nº 1. A partir deste ponto, a água

do tanque de *slop* nº 1 retorna ao separador centrífugo, repetindo esta última etapa até que o teor máximo de óleo e temperatura se enquadrem para o descarte da água de produção no mar.

◆ Drenagem

O sistema de drenagem é composto de drenagem aberta e drenagem fechada.

A drenagem fechada é a drenagem proveniente dos equipamentos que manuseiam hidrocarbonetos, sem contato com a atmosfera. Este tipo de drenagem atende aos coletores relacionados à coleta de hidrocarbonetos líquidos de todos os vasos do processo de produção de óleo e gás, quando da necessidade de manutenção destes equipamentos. Assim, estes são despressurizados e os resíduos oleosos encaminhados para o tanque de drenagem fechada. Este sistema é composto dos coletores de drenos fechados, vaso de dreno fechado e bomba do sistema de dreno fechado. O óleo retirado deste dreno é reincorporado à planta de processamento. O vaso de drenagem fechada dispõe de bacias de contenção com o objetivo de conter qualquer vazamento.

A drenagem aberta é dividida entre drenagem aberta de áreas não classificadas e classificadas. Enquanto esta última é a drenagem proveniente de pisos e bacias de contenção (*skids*) de áreas que possam oferecer risco de contato com atmosferas explosivas ou vazamento de gás, as áreas não classificadas (áreas seguras) não propiciam ao líquido o contato com atmosferas explosivas ou gás e são provenientes de água da chuva e dilúvio.

Os líquidos da drenagem da planta de processo serão direcionados para o Tanque de Drenagem Aberta, que separa líquido do gás e está localizado à boreste e abaixo do módulo de processo. O gás é ventilado para local seguro, enquanto líquido oleoso segue para o Tanque de *Slop* nº1, sendo o óleo, após separação é vertido para o Tanque de *Slop* nº 2; o óleo armazenado no mesmo é bombeado para a planta de processo. Do Tanque de *Slop* nº1 a água oleosa é

encaminhada para o separador centrífugo e posteriormente monitorada quando, então é descartada ao mar. Caso contrário, o efluente retorna para o Tanque de Slop nº 1, sendo esta operação mantida até que o medidor de TOG *on-line* indique teores de óleo na água descartada abaixo de 15 mg/l.

Para a drenagem de áreas seguras (áreas não classificadas), as águas são direcionadas para o tanque nº 6 de boreste, cujo efluente é encaminhado diretamente para o monitoramento e descarte. Caso o efluente esteja fora das especificações, ou seja acima de 15 mg/l e/ou 40 °C, o mesmo é direcionado para o Tanque de Slop nº 1.

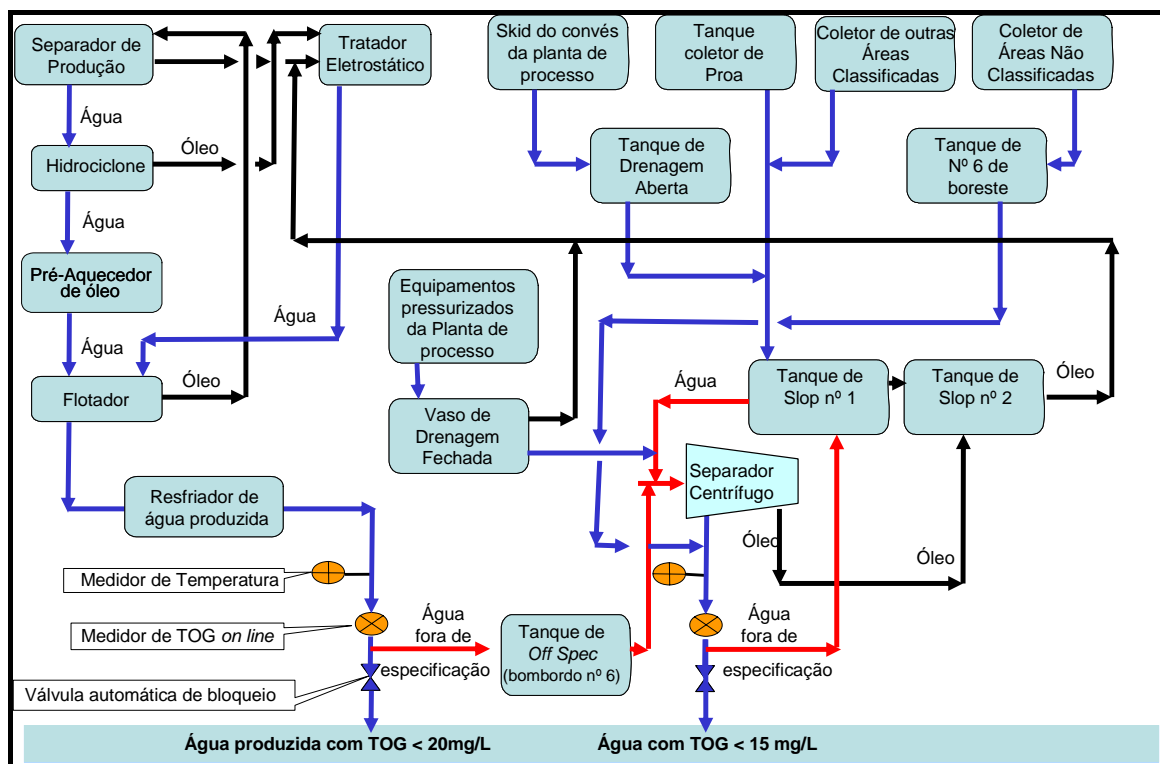


Figura II.8.1.1- 20: Esquema de drenagem aberta de área classificada e não classificada e tratamento da água de produção fora de especificação do FPSO