

## C. Sistemas de Segurança e Proteção Ambiental

### C.1. Sistema de ancoragem

O sistema de ancoragem do FPSO OSX-1 é do tipo *Turret* que adota um sistema desconectável onde o elemento central é a boia de ancoragem. Este sistema, conhecido por STP (*Submerged Turret Production*), consta de uma boia que recebe as linhas de ancoragem e que é posteriormente acoplada mecanicamente ao FPSO. Em caso de desconexão, a boia é desacoplada da unidade, permanecendo presa ao sistema de ancoragem e liberando o FPSO para navegação.

O sistema de ancoragem se completa com dez linhas de ancoragem compostas de amarras e cabos de aço e igual número de estacas metálicas cravadas no solo marinho. As linhas são distribuídas em três conjuntos sendo um composto por quatro unidades e os demais com três unidades.

#### Estacas

As dimensões aproximadas dos elementos da ancoragem são as seguintes:

#### Estacas de ancoragem

- Comprimento: 33 metros
- Diâmetro: 2,20 m
- Peso seco aproximado: 100 toneladas

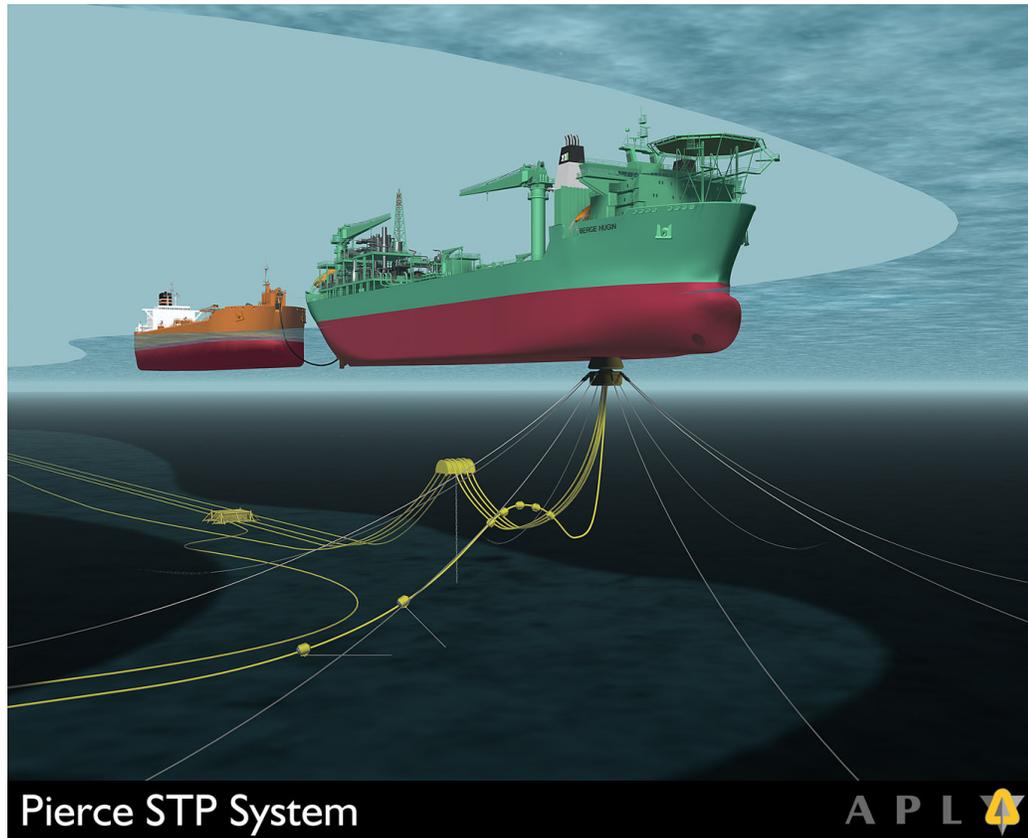
#### Linhas de ancoragem

- Seção de amarras inferior: 160 metros
- Seção de amarras superior: 540 metros
- Seção de Cabo de aço: 240 metros

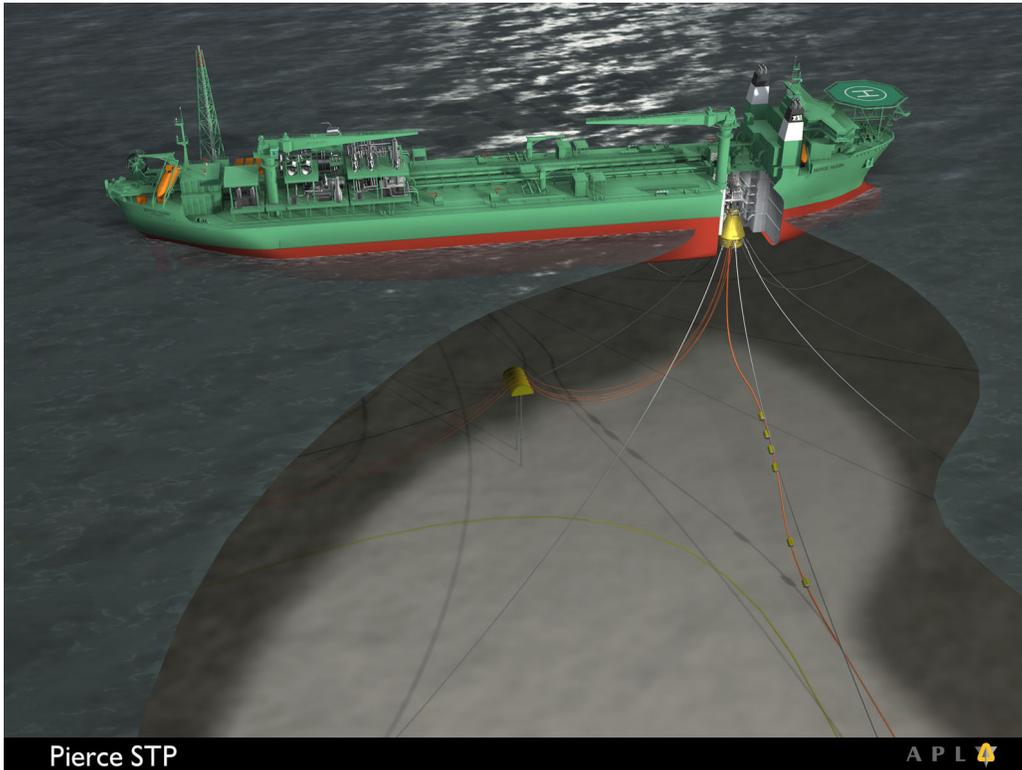
#### Boia STP completa

- Diâmetro: 13,5 metros
- Altura: 18,2 metros
- Peso: 650 toneladas

As Figuras 2.4-5 e 2.4-6 a seguir apresentam, respectivamente, um desenho ilustrativo do sistema de ancoragem incluindo a boia STP. A Figura 2.4-7 apresenta o esquema de ancoragem do FPSO OSX-1.



**Figura 2.4-5.** Ilustração do sistema de ancoragem do FPSO OSX-1. (Fonte: APL, 2010)



**Figura 2.4-6.** Ilustração do sistema de ancoragem do FPSO OSX-1. (Fonte: APL, 2010)

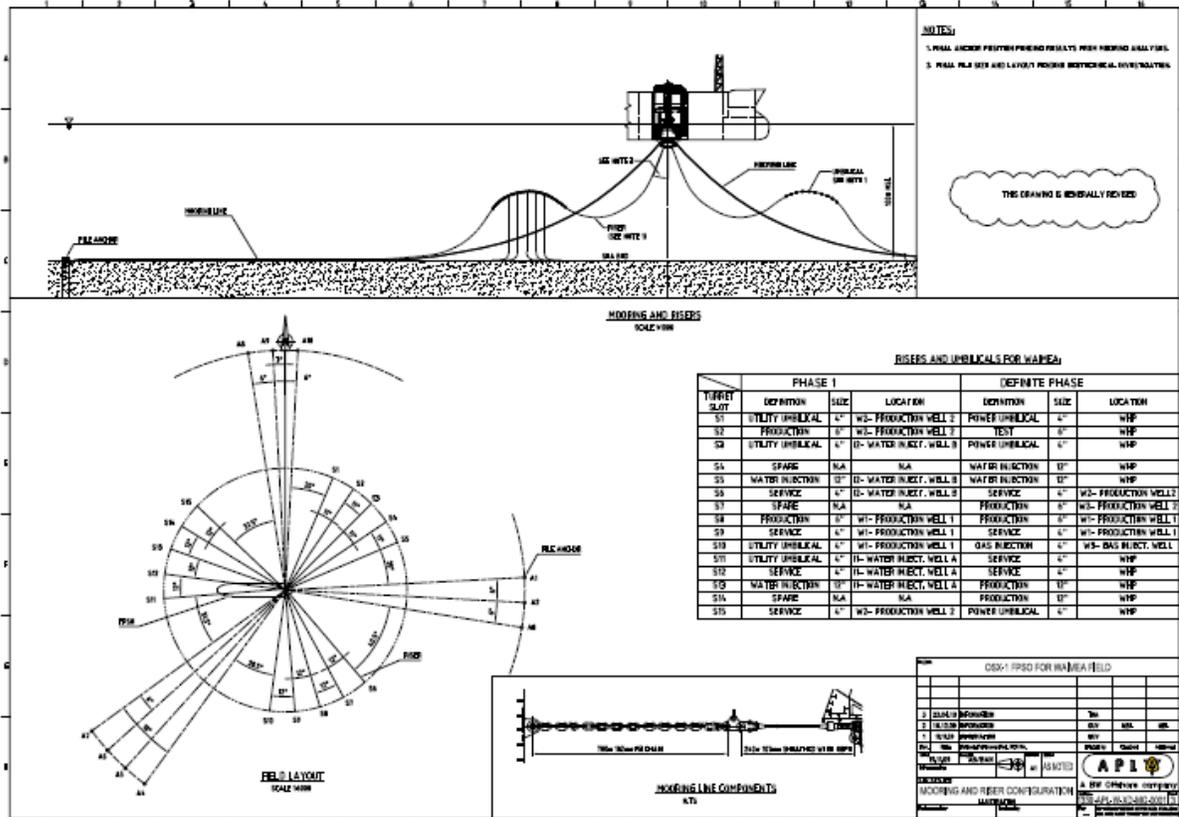


Figura 2.4-7. Esquema do sistema de ancoragem do FPSO OSX-1. (Fonte: OGX)

A ancoragem do FPSO OSX-1 obedecerá ao seguinte plano de instalação:

- Mobilização das embarcações de instalação;
- Transporte do sistema de ancoragem para a locação;
- Vistoria do leito submarino na locação;
- Instalação das estacas de ancoragem;
- Instalação das linhas de ancoragem;
- Posicionamento e submersão da boia STP;
- Interligação das linhas de ancoragem com a boia STP;
- Recuperação dos equipamentos de instalação e apoio;
- Acoplamento da boia de ancoragem ao FPSO.

A atividade de ancoragem utilizará basicamente as seguintes embarcações:

- Uma embarcação principal para instalação de todo o sistema de ancoragem – MIV (*Main Installation Vessel*). O MIV possui as seguintes características principais como pode ser visto no Quadro 2.4-16, a seguir:

**Quadro 2.4-16.** Características básicas da embarcação MIV.

| CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DA EMBARCAÇÃO MIV |                    |
|---|--------------------|
| Classe                                    | 2                  |
| Dimensões                                 | 105,9m x 21,0m     |
| Capacidade do guindaste                   | 140 ton            |
| Espaço de convés                          | 1100m <sup>2</sup> |

- Um rebocador de manuseio de âncora do tipo AHTS classe 2 com pelo menos 200 toneladas de *bollard pull* que será utilizado na instalação das amarras de ancoragem, além de auxiliar o MIV durante todas as atividades de instalação do sistema de ancoragem.
- Um rebocador que fará as tarefas de reboque da boia STP do local de mobilização dos equipamentos até a locação.

#### a) Descrição da operação

Todo o procedimento descrito a seguir está relacionado à instalação de 10 (dez) estacas no fundo do mar para fixação de uma boia do tipo *Submerged Turret Production* (STP), através de linhas de ancoragem em catenária, constituídas de 02 (duas) seções de amarras e uma seção de cabo de aço. As estacas são cravadas antes da chegada da boia STP à locação. Transportados pelo MIV as estacas são cravadas na seguinte seqüência de ações, que podem ser divididas em fase I, II e III.

#### ◆ Fase I

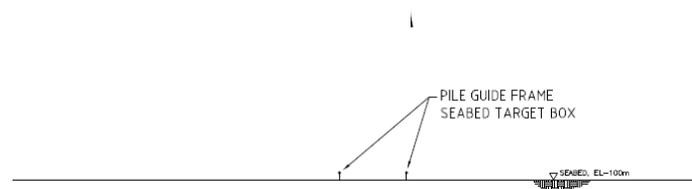
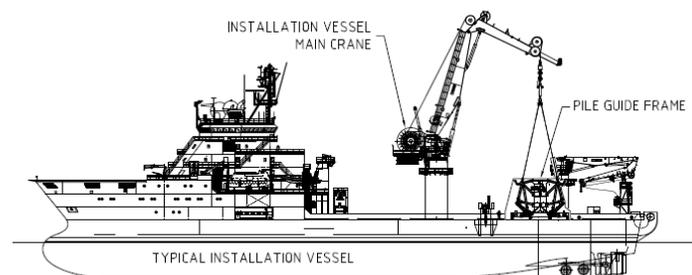
- Posicionamento do MIV nas coordenadas definidas;
- Descida e posicionamento da estrutura guia para a cravação.
- Descida da estaca metálica;
- Descida e posicionamento do bate-estacas hidráulico sobre a estaca.

- Cravação da estaca;
- Recolhimento do bate-estacas;
- Alinhamento da primeira seção de amarras na direção da posição da boia.
- Re-locação / recolhimento do guia de cravação.

Observações:

- As operações são monitoradas por ROVs;
- A estaca é descida e cravada com a primeira seção de amarras já conectada.
- A seqüência é repetida para cravação das demais estacas.

Os procedimentos executados na fase I são apresentados em forma esquemática nas Figuras 2.4-8 a 2.4-12.



**Figura 2.4-8.** Posicionamento do MIV.

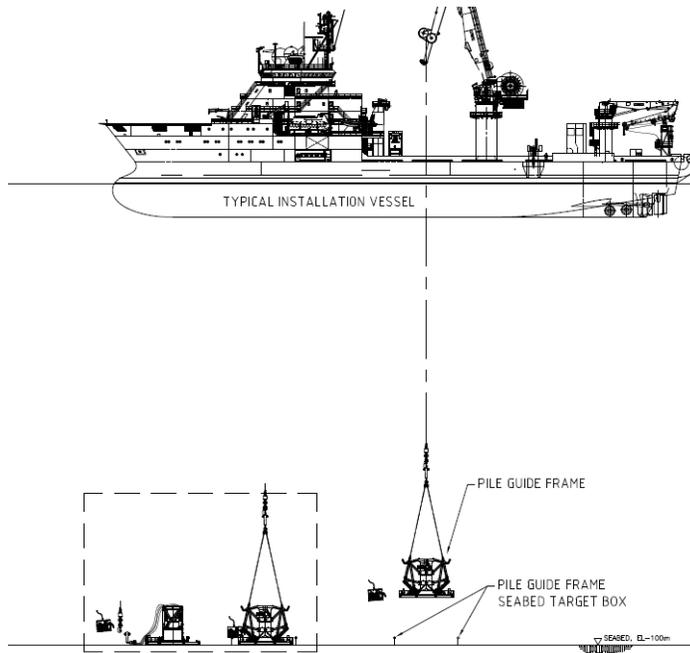


Figura 2.4-9. Descida da estrutura guia.

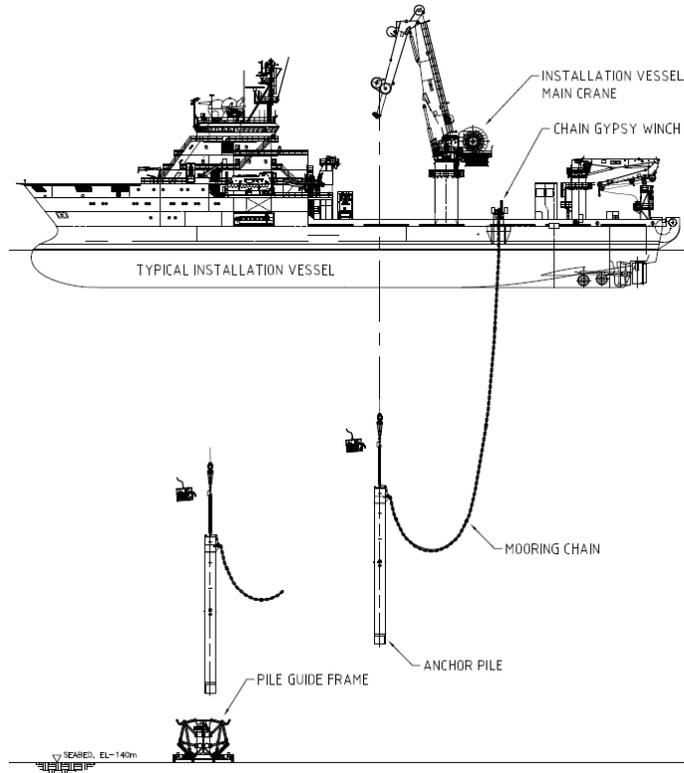
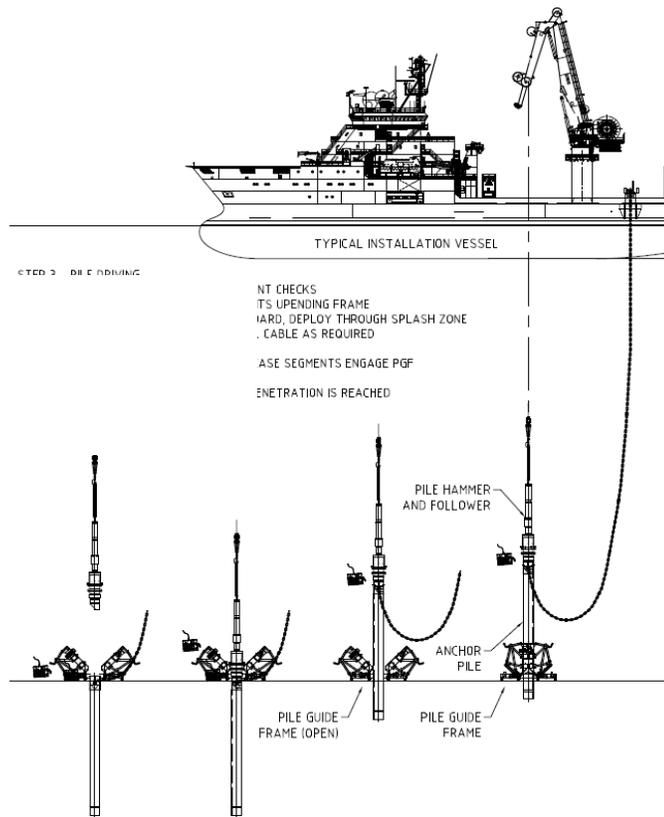
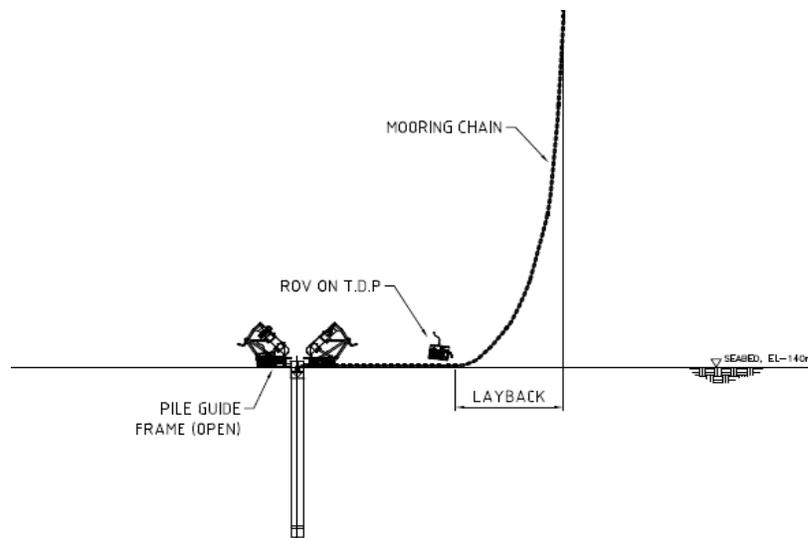


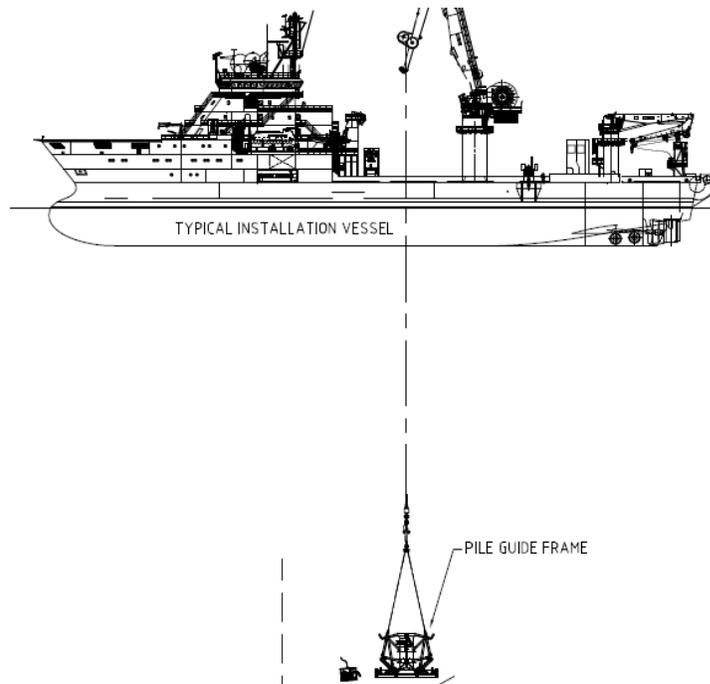
Figura 2.4-10. Descida da estaca metálica.



**Figura 2.4-11.** Descida do bate-estacas, posicionamento, cravação da estaca e retirada do bate-estacas.



**Figura 2.4-12.** Alinhamento da primeira seção de amarras na direção da posição da boia.



**Figura 2.4-13.** Recolhimento do guia de cravação.

#### ◆ Fase II

Instalação da segunda seção de cada amarra é realizada na seguinte seqüência de ações:

- Recolhimento da extremidade livre da primeira seção de amarras do fundo do mar;
- Conexão das duas seções de amarras;
- Ajuste de comprimento da segunda seção de amarra;
- Descida e alinhamento no leito marinho da segunda seção de amarras.

Observação: a seqüência é repetida para cada linha de ancoragem.

Nesta fase, a boia STP é rebocada do local de mobilização, posicionada nas coordenadas da locação e submergida até 40m a partir do fundo do mar.

#### ◆ Fase III

Nesta fase, a instalação da seção de cabo de aço é realizada na seguinte seqüência:

- Recolhimento da extremidade livre da segunda seção de amarras;
- Conexão entre a segunda seção de amarra com a seção de cabo de aço;
- Descida até o solo marinho da segunda seção de amarras;
- Conexão da extremidade livre da seção de cabo de aço com a boia STP.

Observação: a seqüência é repetida para cada linha de ancoragem.

Completada a ancoragem da boia, esta fica submersa a aproximadamente 20 metros da superfície até a chegada do FPSO à locação.

A ancoragem é concluída com o acoplamento da boia ao FPSO. Essa operação é realizada com o posicionamento da Unidade sobre a boia, recolhimento e tracionamento a uma eslinga conectada à boia STP por guincho instalado no FPSO. Esse movimento posiciona a boia na cavidade de acoplamento na embarcação. Nesse ponto a boia é travada e passa a fazer parte solidária do sistema.

As Fases II e III são exemplificadas esquematicamente nas Figuras 2.4-14 a 2.4-17 a seguir:

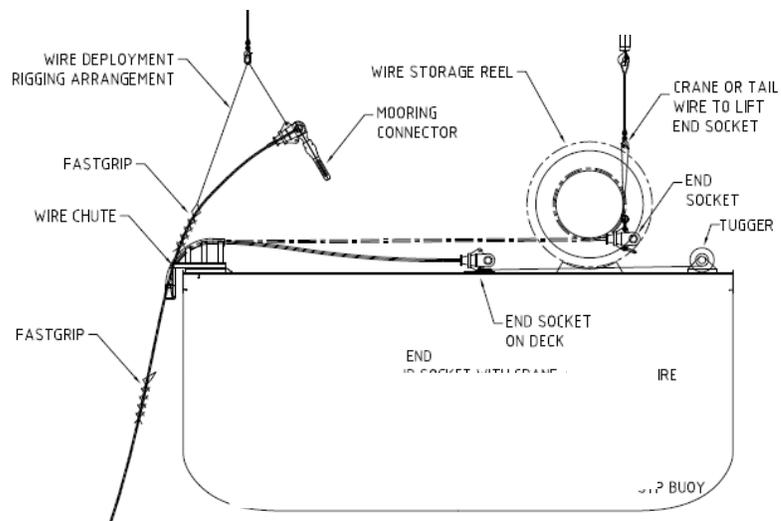
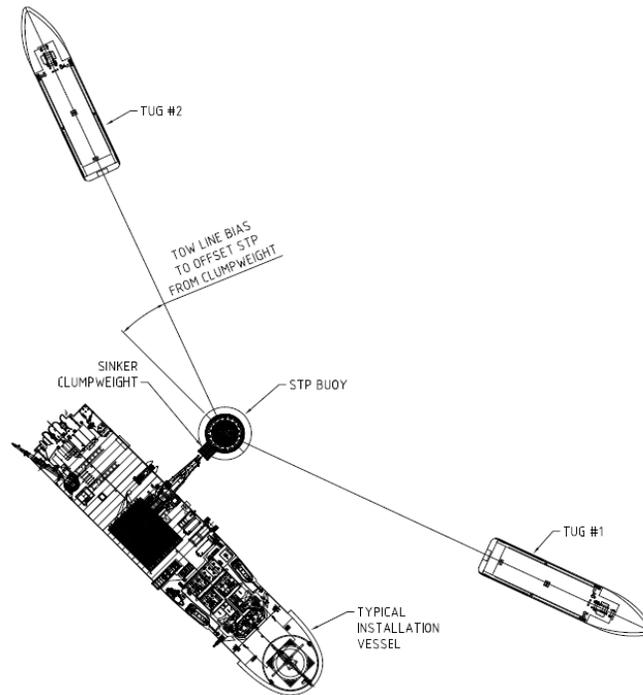
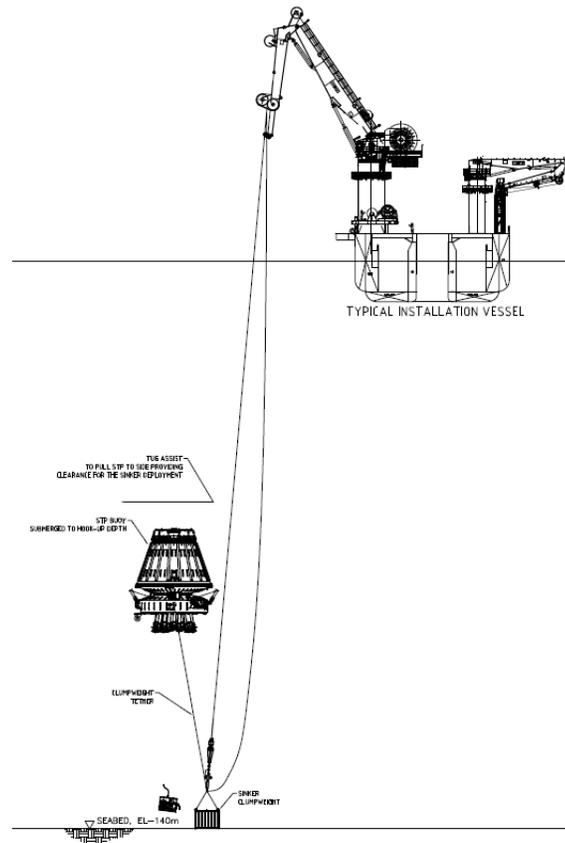


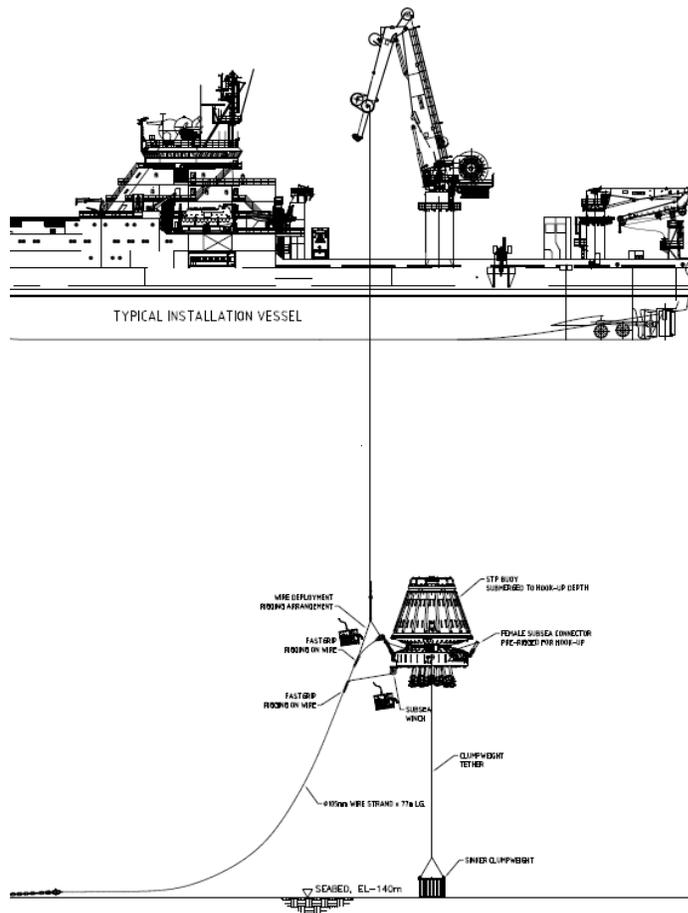
Figura 2.4-14. Conexão das amarras.



**Figura 2.4-15.** Posicionamento da boia no local de ancoragem.



**Figura 2.4-16.** Submersão da boia STP para fixação das amarras.



**Figura 2.4-17.** Conexão da extremidade livre da seção de cabo de aço com a boia STP.

## C.2. Sistemas de manutenção

A manutenção dos equipamentos será realizada durante toda jornada diária de operação da Unidade e compreende uma série variada de atividades. Realizada com a finalidade de conservar, preservar ou restituir uma instalação, sistema ou equipamento, às condições que lhe permitam realizar sua função, conforme condições especificadas em Projeto, a manutenção no FPSO OSX-1 será realizada nos seguintes níveis:

#### a) Manutenção Corretiva

Manutenção realizada após a falha do equipamento decorrente de desgaste ou deterioração do mesmo, necessária para recolocar uma instalação, sistema ou equipamento em condições de executar suas funções requeridas.

#### b) Manutenção Preventiva

São assim chamadas as intervenções de manutenção realizadas visando minimizar a necessidade de manutenção corretiva, ou seja, corrigir defeitos antes de ocorrer a falha.

#### c) Manutenção Preventiva Periódica ou Sistemática

São as intervenções de manutenção preventiva realizadas em intervalos de tempo pré-determinados e constantes, sendo baseadas em experiência empírica, catálogos ou manuais de fabricante, ou ainda no histórico de vida do equipamento ou sistema.

#### d) Manutenção Preditiva

São as intervenções de manutenção preventiva que ocorrem baseadas na análise dos parâmetros de operação (pressão, vazão, temperatura, vibração), os quais predizem o melhor momento para intervir no equipamento ou sistema. São tarefas de manutenção que visam acompanhar a operação da instalação, sistema ou equipamento por monitoramento, medições ou controle estatístico para tentar prever ou prever a proximidade da ocorrência de uma falha. Incluem-se como manutenção preditiva as tarefas de ferrografia, termografia, análise de óleo lubrificante, monitoramento de vibração, dentre outras. A intervenção efetuada em decorrência do conhecimento do estado operacional, obtido através de manutenção preditiva, denomina-se Manutenção Preventiva sob Condição.

Todos os serviços de manutenção industrial da Unidade serão gerenciados através do Sistema Informatizado de Manutenção (CMMS) MÁXIMO DA IBM. O gerenciamento consta de programação e controle das atividades de manutenção preditiva, preventiva e corretiva dos equipamentos e sistemas, através da emissão de Ordens de Trabalho, Registro de serviços

realizados, Relatórios Gerenciais, Indicadores de manutenção. O Maximo terá interface com o ERP PROTHEUS

### C.3. Sistemas de segurança

O FPSO OSX-1 foi construído segundo as determinações regulatórias estabelecidas pela autoridade marítima internacional (IMO) e suas convenções internacionais, como a SOLAS, que estabelece critérios de salvaguardas de vidas humanas no mar e MARPOL, que estabelece diretrizes de controle de poluição. Adicionalmente, critérios de segurança do *Norwegian Continental Shelf* (NCS), códigos e normas da classificadora *Det Norsk Veritas* e códigos da Agência Americana de Proteção contra Incêndio (NFPA) como as abaixo listadas:

- DNV-OS-D301 - proteção contra incêndio;
- DNV-OS-E201 - sistemas de processamento de óleo e gás;
- DNV-OS-D201 - instalações elétricas;
- DNV-OS-D202 - sistemas de telecomunicações e instrumentação;
- IEC 60079-10 - Instalações elétricas em áreas classificadas;
- IEC 60079-13 - Segurança em sistemas instrumentados para a indústria;
- IEC 61508 - Sistemas elétrico-eletrônicos programáveis;
- IEC 61511 - Sistema de fornecimento interrupto de energia (UPS);
- ISO 13702 - Mitigação de explosão e incêndio em instalações *offshore*;
- NFPA 10 - Padrões para extintores de incêndio portáteis;
- NFPA 11 - Padrões para líquido gerador de espuma de baixa, média e alta expansão.
- NFPA 13 - Padrões de instalação de sprinklers;
- NFPA 750 - Sistema de proteção de nuvem;
- NORSK S-003 - Segurança ambiental;
- NORSK Z-013 - Análise de risco e emergência;

Além destas normas e padrões, os seguintes projetos foram desenvolvidos:

- NEX-1-ROG-S-TA-0001 – Programa de Saúde, Meio Ambiente e Segurança;
- NEX-1-ROG-S-FD-0001 – Plano de Saúde, Meio Ambiente e Segurança;

- NEX-1-ROG-S-CA-0021 – Disponibilidade e vulnerabilidade do sistema de combate a incêndio com água;
- NEX-1-ROG-S-CA-0023 – Disponibilidade e vulnerabilidade do sistema de ESD e *blowdown*;
- NEX-1-ROG-I-FD-0004 – Conceito do ESD;
- NEX-1-ROG-S-CA-0002 – Simulação de incêndio;
- NEX-1-ROG-I-FD-0005 – Conceito de incêndio e gás;
- NEX-1-ROG-S-SA-0006 – Análise de quedas de material;
- NEX-1-ROG-S-FD-0002 - Estratégia de proteção contra incêndio, evacuação e escape.

#### a) Sistema de proteção contra explosão e incêndio

O início da elaboração da estratégia de proteção contra explosão e incêndio do FPSO OSX-1 deu-se inicialmente com a elaboração de uma análise de riscos (HAZID). Por esta metodologia, todos os possíveis riscos de explosão e incêndio foram levantados e critérios de tolerância foram estabelecidos de forma a reduzi-los. Os resultados da análise de riscos permitiram estabelecer prioridades na elaboração dos sistemas de proteção, que identificaram os seguintes sistemas como os mais relevantes.

#### b) Sistemas de detecção de CH<sub>4</sub>

O sistema de detecção de gás está incluído no sistema de segurança da unidade. Este sistema consiste de detectores de gás instalados em vários locais do FPSO, monitorado pelo sistema de F&G. Em todos os locais possíveis de ocorrência de presença de gás, tais como, entrada de ventilação para salas de máquinas e centro de controles são equipados com detectores.

Para a área de acomodações, os detectores estão localizados na sala de controle central e nas entradas de ar. A resposta ao alarme de detecção de gás será em função da planilha de causa e efeitos do FPSO. A ativação do detector de gás terá como resultado um imediato alarme sonoro e visual na sala de controle.

O sistema está projetado para:

- Detectar gás combustível de vazamentos o mais cedo possível.

- Detectar acumulação de gás combustível perto de potenciais fontes de ignição.
- Possibilitar que ações possam ser tomadas antecipando operações para reduzir vazamentos e eliminar fontes de ignição.
- Monitoramento constante dos detectores quanto a sua integridade e comunicação com a rede.

O sistema de proteção contra incêndio conta com os seguintes itens mostrados nos Quadros 2.4-17 à 2.4-19:

**Quadro 2.4-17.** Sistemas remotos de controle.

| SISTEMAS REMOTOS DE CONTROLE |  |  |
|------------------------------|--|--|
| QUANTIDADE                   | DESCRIÇÃO  | LOCALIZAÇÃO  |
| 2                            | Sistema remoto das bombas de incêndio  | Estação de controle de incêndio, deck de navegação |
| 2                            | Sistema remoto das bombas de incêndio e de bombas de incêndio acionadas pelo sistema de emergência | Estação de controle de incêndio                    |
| 1                            | Sistema remoto de ventilação ou sistema de bloqueio para ventilação da área de ACC                 | Estação de controle de incêndio                    |
| 1                            | Sistema remoto de ventilação ou sistema de bloqueio para ventilação da área de E/R                 | Estação de controle de incêndio                    |
| 1                            | Sistema remoto de ventilação ou sistema de bloqueio para outras áreas                              | Estação de controle de incêndio                    |
| 1                            | Sistema remoto para bombas de óleo diesel e lubrificante   | Estação de controle de incêndio                    |
| 1                            | Sistema remoto das bombas de incêndio  | Castelo da proa                                    |

Fonte: OGX

**Quadro 2.4-18.** Detectores de incêndio, indicadores e alarmes. (continua...)

| DETECTORES DE INCÊNDIO, INDICADORES E ALARMES |  |  |
|---|--|--|
| QUANTIDADE                                    | DESCRIÇÃO  | LOCALIZAÇÃO  |
| 63  | Intercom operados manualmente  | Convés superior à vante e nas acomodações, convés A, B, C e D. Convés de navegação, helideck, dentre outras áreas do FPSO. |
| 1   | Painéis de controle para detecção e alarme (Main)                    | Acomodações do convés A  |
| 2   | Sub-Painel de alarme de fogo   | Acomodações do convés de navegação e estação de controle de incêndio   |
| 1   | Painel de controle para o sistema de combate a incêndio (WATER MIST) | Estação de controle de incêndio  |
| 12  | Espaço monitorado por detector de calor                              | Acomodações do convés superior (1), convés A(5), convés B(1), convés C(1), convés E/C A(3), convés E/R 2ND(1)              |

**Quadro 2.4-18.** Detectores de incêndio, indicadores e alarmes. (continuação)

| DETECTORES DE INCÊNDIO, INDICADORES E ALARMES |  |  |
|---|--|--|
| QUANTIDADE                                    | DESCRIÇÃO  | LOCALIZAÇÃO  |
| 252   | Espaço monitorado por detector de gás                                | Acomodações do convés superior (25), convés A (15), convés B(22), convés C(31), convés D(31), convés de navegação (17), convés W/H TOP (8), convés S/G(8), convés da sala do mestre de cabotagem (11), convés a vante superior (8), sala de bombas (1), convés E/C A(4), convés F/C C(4), Invólucro de motores(11), convés E/R 2ND (21), convés 3RD(15), piso (20) |
| 10  | Espaço monitorado por detector de chama                              | Acomodações do Convés superior à vante (1), Convés E/C C (2), Convés E/R 2ND (2), Convés 3RD (2), Piso (3)   |
| 45  | Detectores de gás  | Acomodações do convés superior, a vante do convés superior, decks A, B, C e D, dentre outras áreas críticas e operacionais do FPSO.  |
| 1   | Alarme geral   | Estação de controle de incêndio  |
| 5   | Botão do sistema de ESD (emergency shut down)                        | Convés D (E/C) e helideck  |
| 2   | Bomba de incêndio  | Convés D (E/R)   |
| 2   | Bomba de emergência de incêndio (1500 m <sup>3</sup> /h x 140 m.c.a) | Escritório do mestre de cabotagem  |
| 17  | Luzes sinalizadoras  | Convés A, B (E/C), segundo e terceiro conveses e piso.   |
| 22  | Buzinas elétricas  | Conveses A e B (E/C), acomodações do convés superior, convés superior, segundo e terceiro conveses.  |
| 8   | Buzinas pneumáticas  | Convés E/C B (1), Convés E/R 2ND (1), Convés 3RD(1), piso (4), acomodações do convés superior (1)  |
| 15  | Detector de chama  | Convés superior (15)   |
| 24  | Detector de gás área aberta (RECEIVER)                               | Convés superior (24)   |
| 24  | Detector de gás área aberta (TRANSMITTER)                            | Convés superior (24)   |
| 10  | Botoeira de shutdown   | Convés superior (10)   |
| 10  | Botoeira de emergência   | Convés superior (10)   |

Fonte: OGX

**Quadro 2.4-19.** Bombas e válvulas.

| BOMBAS E VÁLVULAS |   |   |
|-------------------|---|---|
| QUANTIDADE        | DESCRIÇÃO   | LOCALIZAÇÃO   |
| 2                 | Conexão Internacional                                       | Acomodações do convés A (2)   |
| 3                 | Válvula principal de incêndio                               | Convés superior (1), Acomodações do convés A (1), convés E/C A (1)  |
| 36                | Hidrantes   | Convés superior (1), acomodações do convés superior (2), conveses A (5), B (2), C (2) e D (2), convés de navegação (2), convés W/H TOP (2) helideck (3), castelo a vante (1), outras áreas críticas do FPSO (14). |
| 22                | Caixa de hidrante   | Acomodações do convés superior (2), conveses A (5), B (2), C (2) e D (2), convés de navegação (2), helideck (3), castelo a vante (1), outras áreas críticas do FPSO (3).  |
| 15                | Carretel  | Convés E/R 2ND (3), 3RD (3), Piso (3), Invólucro de motores (2), outras áreas críticas do FPSO (4)  |
| 5                 | Canhão de espuma  | Helideck (3) e convés C (E/C) (2)   |
| 1                 | Sistema de aspersão de água                                 | Acomodações do convés D   |
| 3                 | Tanque de líquido gerador de espuma                         | Sala de espuma na popa, proa e no deck  |
| 13                | Carretel  | Convés superior (13)  |
| 3                 | Válvula de dilúvio  | Convés superior (3)   |
| 4/4               | Válvula principal de incêndio / Válvula principal de espuma | Convés superior (4) / Convés superior (4)   |

Fonte: OGX

**Quadro 2.4-20.** Dampers de "SHUT-OFF".

| DAMPERS DE "SHUT-OFF" |                                      |  |
|-----------------------|--------------------------------------|--|
| QUANTIDADE            | DESCRIÇÃO                            | LOCALIZAÇÃO  |
| 149                   | Sistemas de fechamento de ventilação | Castelo da proa, acomodações do convés A, e E/C acomodações do convés B, convés de navegação.      |
| 6                     | Sistemas de fechamento remoto        | Estação de controle de incêndio (2) e acomodações do convés de navegação (2) e convés E/R 3RD (2). |
| 1                     | Gerador de gás inerte                | Convés A (E/C)   |

Fonte: OGX

**Quadro 2.4-21.** Equipamentos de combate ao incêndio. (continua...)

| EQUIPAMENTOS DE COMBATE AO INCÊNDIO |                                 |                                     |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| QUANTIDADE                          | DESCRIÇÃO                       | LOCALIZAÇÃO                         |
| 1                                   | Painel de emergência            | Sala do gerador de emergência       |
| 2                                   | Gerador de emergência (bateria) | Acomodações do convés de navegação. |

**Quadro 2.4-21.** Equipamentos de combate ao incêndio. (continuação)

| EQUIPAMENTOS DE COMBATE AO INCÊNDIO |   |   |
|-------------------------------------|---|---|
| QUANTIDADE                          | DESCRIÇÃO   | LOCALIZAÇÃO   |
| 1                                   | Gerador de emergência   | Sala do gerador de emergência   |
| 6                                   | Plano de combate a incêndio e segurança   | Convés de acomodações A (2), D(2), navegação (2)  |
| 17                                  | Extintores de CO2   | Acomodações convés superior (2), acomodações do convés A (2), convés de navegação (7), convés E/R 2ND (5) e helideck (1).   |
| 59                                  | Extintores de pó químico  | Convés superior a vante (6), acomodações do convés superior (5), conveses A (6), B (3), C (6) e D (5). Convés de navegação (2), sala do leme (1), plano do STP (3), convés E/R 2ND (4), convés 3RD (6), piso (6), casulo dos tanques de combustível (2), acomodação do helideck (2), sala de máquina do terceiro piso (1) |
| 26                                  | Extintores de espuma  | Acomodações do convés superior (2), conveses A (1), B (2), C (1) e D (2), convés E/R 2ND (3), 3RD (3), piso (3), casulo dos tanques de combustível (1), sala de bombas (1), ala de máquina do primeiro piso (1), sala de máquina do segundo piso (6)  |
| 1                                   | Proteção contra incêndio em área de cocção  | Cozinha (1)   |
| 37                                  | Sistema de combate a incêndio de aplicação local. Detectores de chamas para a liberação automática e manual | Convés E/R 2ND(2), convés 3RD(32), helideck (3)   |
| 29                                  | Proteção com aspersor de água   | Salas de oxigênio (1) e acetileno (1) no convés A, convés D (22) e piso E/R (5).  |
| 112                                 | Proteção com aspersor de espuma   | Acomodações do convés superior (16), segundo convés (43), terceiro convés (33), piso E/R (9), invólucro de máquinas (11)  |
| 6                                   | Conjuntos de equipamentos de combate a incêndios localizados em armários de apoio.                          | Sala de controle de incêndio (2), sala de espuma (2), e acomodações do convés A (2).  |
| 1                                   | Conjunto de equipamentos de combate a incêndio em helicóptero   | Acomodações do convés superior (1)  |
| 1                                   | Cartucho de reposição para os extintores portáteis  | Sala de controle de incêndio (1)  |
| 10                                  | Extintor de incêndio pó químico (12KG)  | Convés superior (10)  |

Fonte: OGX

### c) Sistema de salvatagem

Os equipamentos de salvatagem estão descritos no Quadro 2.4-22, a seguir:

**Quadro 2.4-22.** Equipamentos de salvatagem.

| EQUIPAMENTOS DE SALVATAGEM |  |   |
|----------------------------|--|---|
| QUANTIDADE                 | DESCRIÇÃO  | LOCALIZAÇÃO   |
| 6                          | Lanternas de mão   | Acomodações no convés D (2), convés de navegação (3) e segundo convés (E/R) (1)                                 |
| 1                          | Armário de emergências médicas   | Acomodações do convés de navegação.   |
| 8                          | Aparato de respiração de emergência para escape (EEBD)   | Acomodações do convés A (2), convés de navegação (2), segundo convés (E/R) (2), terceiro convés (1) e piso (1). |
| 3                          | Maca   | Enfermaria (3)  |
| 1                          | Lançadores de linha  | Acomodações do convés de navegação  |
| 1                          | Lançadores de sinalizadores (12 unidades)  | Acomodações do convés de navegação  |
| 125                        | Roupa de imersão com colete salva vidas  | 1 ou 2 por camarote e baleeiras   |
| 4                          | Escada quebra-peito ou escada similar certificada  | Convés superior e acomodações do convés A.  |
| 254                        | Colete salva-vidas   | Acomodações do convés das baleeiras, convés de navegação, estação de abandono, camarotes.                       |
| 5                          | Boias salva-vidas  | Convés do castelo de proa (3), Acomodações do convés A (2).   |
| 5                          | Boias salva-vidas com sinalizadores  | Convés superior (1), convés superior a vante (2), acomodações do convés A (2).                                  |
| 4                          | Boia salva-vidas com luz e fumígeno  | Acomodações do convés de navegação (4).   |
| 2                          | Boia salva vidas com retinida  | Acomodações do convés A (2)   |
| 8                          | Balsa salva vidas. Duas com capacidade para 20 pessoas, quatro com capacidade para 25 pessoas e duas com capacidade para 35 pessoas. | A vante do deck superior (6), Acomodações do deck A (2)   |
| 4                          | Turco para balsa   | Acomodações do convés A (2) e Convés superior (2)   |
| 4                          | Baleeiras com capacidade para 40 pessoas cada um.  | Acomodações do convés D   |
| 1                          | Botes de resgate com capacidade para seis pessoas.   | Acomodações do convés A   |
| 1                          | Compressor de ar para aparatos de respiração   | Estação de controle de incêndio   |
| 1                          | Ponto de encontro  | Acomodações do convés D e área das baleeiras  |
| 3                          | Manual SOLAS   | Acomodações do convés A (1), Acomodações do convés C (2)  |
| 10                         | Lanterna   | Convés superior (10)  |

Fonte: OGX

O FPSO OSX-1 foi totalmente concebido, projetado e construído para ser uma unidade integrada de produção. Tanto a embarcação como a planta de processo foram construídos tendo como origem um único projeto de forma que os sistemas de monitoramento, controle e de segurança são totalmente integrados.

Para atender as exigências de controle dos processos operacionais e de segurança, o Sistema Integrado de Controle e Segurança (SICS) é baseado em uma arquitetura modular que consiste dos seguintes subsistemas:

#### d) Subsistemas de Segurança

##### ◆ ESD - Sistema de Parada em Emergência

Visa proteção da Unidade, dos tripulantes e do meio ambiente em situações de emergência promovendo a parada em condição segura de toda Unidade ou de sistemas selecionados;

##### ◆ F&G – Sistema Detecção e Alarme de Fogo e Gás

Atua na detecção automática de gás, chama, fumaça, calor, alarmes manuais e também no acionamento, monitoramento e controle dos dispositivos de combate a incêndio tais como: água de combate a incêndio, espuma, dilúvio, spray de água, gases de combate a incêndio e abafadores. O sistema atua de forma prioritária em relação aos demais.

##### ◆ PSD – Sistema de Parada do Processo

Atua em nível superior ao PCS e visa manter os riscos do processo em níveis aceitáveis. O Loop de PSD detecta ameaças e atua de modo a colocar os sistemas de processos em condição segura.

## e) Sistema de Automação

### ◆ PCS – Sistema de Controle de Processo

Atua no controle de variáveis do processo em condições normais e medição de fluidos movimentados pela Unidade.

- Sistemas controlados e monitorados;
- Módulo de Ancoragem (*Turret*);
- Módulo de Injeção de Produtos Químicos;
- Módulo de Separação e Tratamento;
- Módulo de Compressão;
- Módulos de Tratamento de Gás
- Módulos de Aquecimento e Resfriamento
- Módulo de Geração;
- Módulo de Movimentação de Gás.

## f) Interfaces com demais módulos

### ◆ Sistema de Informações para Gerenciamento

### ✓ IMS – Sistema de Informações para Gerenciamento

Seleciona informações disponíveis na sala de controle central e as resume em forma de relatórios para acompanhamento e avaliação. Entre os relatórios possíveis estão:

- Resumo de Alarmes e Eventos;
- Relatórios de Paradas em Emergência Automáticas;
- Relatórios de Acompanhamento de Variáveis.
- Verificações de Válvulas;
- Monitoramento de Instrumentos;
- Interface de Medição;

- Históricos.

#### ✓ RDS – Sistema de Diagnóstico Remoto

Esse sistema permite:

- Suporte remoto
- Mudança remota de configuração
- Download de histórico de eventos;
- Download de arquivos de configuração;
- Monitoramento de status;
- Monitoramento de redes;
- Verificação de logs de falhas;
- Diagnósticos de Turbinas.

O ICSS monitora toda a instalação conforme a matriz causa-efeito. Isso permite ao operador atuar de modo seguro tomando as ações necessárias quando da necessidade de intervenção humana. A interface homem-máquina é centralizada na sala de controle central. A unidade monitora automaticamente os efluentes de modo a evitar a contaminação do meio ambiente por óleos e graxas.

#### C.4. Medição e monitoramento

O sistema de medição de fluidos do FPSO OSX-1 e de transferência de custódia atende às exigências da ANP quanto ao esquema de pontos de medição e de precisão das medições. Os pontos considerados como medição fiscal de óleo serão:

1. Medidor na linha de descarga das bombas de transferência de óleo cru. São três bombas e um ponto de medição para cada bomba. O medidor utilizado é do tipo pressão diferencial com orifício sênior e porta placa.
2. Cada tramo de medição deve ser composto do medidor de vazão, correção de pressão e temperatura, analisador de BSW, válvulas de isolamento antes e depois, condicionador de fluxo, computador de vazão e provedor.

3. *Offloading* - A incerteza de medição para esse sistema é de 1,5%. O sistema de medição fiscal de petróleo será projetado, instalado e calibrado para operar dentro da classe de exatidão 0,3 conforme OIML R117.

#### a) Medição de Gás

O FPSO OSX-1 é dotado de um sistema de medição de gás, porém, vale ressaltar que durante o TLD e o Projeto de Desenvolvimento de Produção o volume de gás produzido será utilizado apenas como gás combustível. Contudo, apresenta-se a seguir a descrição de todos os pontos considerados para medição fiscal de gás.

Os pontos considerados como medição fiscal de gás foram:

1. Gás oriundo da compressão principal para o header de Exportação de gás. O tipo de medidor utilizado é o transmissor de pressão diferencial com placa de orifício como elemento. Essa medição conta com correção de pressão e temperatura e condicionador de fluxo. Vale ressaltar que durante o TLD e o Projeto de Desenvolvimento este medidor não será utilizado.
2. Gás de queima (*flare*) – O gás que será alinhado para o *Flare* de alta pressão e baixa pressão deve ser considerado como medição fiscal. O tipo de medidor utilizado é o ultra-sônico com compensação de pressão e temperatura.
3. Gás Combustível – O gás combustível consumido pelas turbinas geradoras de energia elétrica, caldeiras geradoras de vapor, chama de desenvolvimento do queimador (*flare*), torre de desaeração e da unidade de flotação devem ser considerados como medição fiscal. O medidor utilizado é o ultra-sônico.
4. Injeção de *Gás Lift* nos poços. Vale ressaltar que durante o TLD e o Projeto de Desenvolvimento de Produção este medidor não será utilizado.

Os seguintes sistemas do processo de tratamento no FPSO OSX-1 terão equipamentos de medição como mostrado no Quadro 2.4-23 a seguir:

**Quadro 2.4-23.** Sistemas de processo de tratamento medido.

| EQUIPAMENTO  | FLUIDO MEDIDO   |
|--|-----------------|
| Bombas de transferência de óleo  | Óleo e BSW      |
| Bombas de transferência da planta de processo para os tanques de carga | Óleo e BSW      |
| Separador de produção 1º e 2º estágios                                 | Óleo, BSW e gás |
| Consumidores de gás  | Gás             |
| Flare  | Gás             |
| Separador água e óleo  | Água            |
| Hidrociclones  | Água            |
| Coalescedor eletrostático  | Água e gás      |

### C.5. Sistema de Geração de Energia de Emergência

O sistema de geração de emergência do FPSO OSX-1 é composto por um gerador Caterpillar a diesel com potência de 1500 KW. Este equipamento é destinado a manter ativos os seguintes sistemas essenciais de segurança e emergência do FPSO OSX-1:

- Bomba de abastecimento de diesel (número 2 Ess. G/E);
- Sistema de ventilação de aquecimento, ventilação e ar condicionado;
- Carregamento do sistema ininterrupto de fornecimento de energia (UPS – *Uninterrupted Power Supply*);
- Sistema de luzes de emergência;
- Bombas do *bilge* de E/R;
- Bombas de óleo lubrificante e ventiladores de resfriamento das turbinas e geradores que precisam ficar ativos após um *shut down*;
- Um dos três guindastes;
- Sistemas de purga;
- Sistemas de combate a incêndio (água e espuma);
- Sistemas críticos de segurança do *helideck*;
- Sistemas de comunicação (rádio, sistema de PA, comunicação via rádio, e sistema de intercom);
- Sistema de controle de processos;
- Sistema de fechamento de válvulas do tipo PSV (*Pressure Safety Valve*);
- Sistema de fechamento de emergência ESD (*Emergency Shut Down*);

- Áreas destinadas aos pontos de encontro e enfermaria;
- Bombas de transferência de diesel.

O sistema de emergência do FPSO OSX-1 foi desenvolvido de forma a acionar o gerador de emergência assim que for detectada perda de energia nos geradores principais de energia. No entanto, caso seja indicado níveis críticos de gás na sala do gerador de emergência, na tomada de ar do gerador ou mesmo na sala do painel de controle, o gerador será desligado.

#### a) Sistema ininterrupto de fornecimento de energia (UPS)

Conforme descrito anteriormente no item 2.4.B.1 k – Sistema de Geração de Energia, o sistema de segurança do FPSO OSX-1 prevê que seja instado um sistema ininterrupto de fornecimento de energia para os sistemas de *topside*. Este sistema conta com duas unidades chamadas de UPS (*Uninterrupted Power Supply*), além de conjunto de baterias. Este sistema é alimentado pelo painel de 690 V e tem como função operacionalizar os sistemas críticos de segurança que não podem sofrer interrupção em sua alimentação quando da queda da geração principal e posterior entrada ou falta da geração de emergência, tais como:

- Detecção de gás e incêndio;
- Combate a incêndio;
- Parada de emergência;
- Iluminação de emergência;
- Luzes de auxílio a navegação;
- Luzes de obstáculo aéreo;
- Telecomunicações e intercomunicadores;
- Alarme manual e automático visual e sonoro;
- Painel de controle/partida do gerador de emergência;
- Painel de controle/partida da bomba de incêndio;
- Equipamentos que compõem o sistema de controle; intertravamento e proteção
- Equipamentos que compõem a sala de controle e ICSS;
- Auxiliares dos turbogeradores
- Iluminação heliporto.

## C.6. Sistema de coleta, tratamento e descarte / destinação de fluidos

### a) Sistema de Tratamento de Esgotos

Os esgotos gerados a bordo do FPSO OSX-1 podem ser divididos entre águas cinzas e negras. Enquanto este último é composto de efluentes dos vasos sanitários, o primeiro é composto das águas que atendem os lavatórios e chuveiros. O sistema de tratamento é composto por um tanque de aeração, um tanque de decantação e um tanque de desinfecção. A matéria orgânica entra no tanque de aeração e é decomposta aerobicamente por bactérias, cujo processo é acelerado com aspersão de oxigênio por meio de difusores. Em seguida o esgoto é enviado para o tanque de decantação onde ocorre a sedimentação do lodo gerado e com os resíduos do tanque de sedimentação redirecionados ao tanque de aeração. O efluente líquido gerado é encaminhado ao tanque de desinfecção onde sofre a adição do desinfetante por meio de uma bomba dosadora. Após a desinfecção do efluente sanitário o descarte é feito para o mar.

É importante mencionar que a unidade de tratamento de esgotos possui duas tomadas de amostras: uma a montante e outra a jusante do tratamento. Amostras do efluente tratado serão tomadas a cada três meses para análise dos seguintes parâmetros, conforme solicitado pela Nota Técnica 08/08 da CGPEG/IBAMA:

- Na entrada e na saída do sistema de tratamento: DQO e DBO;
- Na saída do sistema de tratamento: TOG, coliformes totais, pH, cloro livre e compostos organoclorados;

É importante mencionar que tão logo o Certificado de Prevenção de Poluição por Esgotos seja disponibilizado, o mesmo será apresentado à CGPEG/IBAMA.

### b) Águas e Resíduos de Cozinha

Os resíduos de cozinha são triturados em um triturador UWD-2-SI da SON MARINE com capacidade para triturar resíduos em diâmetro inferior a 25 mm, conforme determinado pela MARPOL, Anexo IV. É importante mencionar que o FPSO OSX-1 possui peças sobressalentes para efetuar, caso necessário, o reparo do triturador. O triturador, assim como demais equipamentos, estão inclusos no sistema de manutenção do FPSO OSX-1.

### c) Resíduos Sólidos

Todos os resíduos sólidos gerados ao longo da atividade a bordo do FPSO OSX-1 serão segregados corretamente obedecendo ao procedimento de gerenciamento de resíduos da OGX. Depois de segregados, os resíduos serão armazenados em big-bags, caçambas ou tambores e transportados, devidamente identificados, pelas embarcações de apoio para a base logística da OGX- a Briclog. Os resíduos são encaminhados para destino final para junto a empresas devidamente licenciadas.

### d) Água Produzida

#### ◆ Sistema de tratamento de água produzida

O processo de recuperação de hidrocarbonetos dos reservatórios de petróleo demanda a separação da água do óleo e do gás. Esta água associada, e não desejada, necessita ser tratada e descartada ao mar obedecendo aos parâmetros de níveis de metais pesados e óleo, determinados, respectivamente, pelas Resoluções CONAMA 357/2005 e 393/2007. Para tal, o FPSO OSX-1 dispõe de um sistema de tratamento de água produzida, que consiste dos seguintes equipamentos: bombas de transferência de água produzida, hidrociclones, vaso desgaseificador, flotador e resfriador.

A água produzida separada no coalescedor eletrostático, do separador de teste e do separador de produção de primeiro estágio é direcionada para o vaso coletor de água produzida, degaseificador, seguindo então, bombeado para o hidrociclone.

Neste equipamento, a “água oleosa é introduzida sob pressão tangencialmente no trecho de maior diâmetro do hidrociclone, sendo direcionada internamente em fluxo espiral em direção ao trecho de menor diâmetro. Este fluxo é acelerado pelo contínuo decréscimo de diâmetro, criando uma força centrífuga que força os componentes mais pesados (água e sólidos) contra as paredes. Devido ao formato cônico do hidrociclone e ao diferencial de pressão existente entre as paredes e o centro, ocorre, na parte central do equipamento, um fluxo axial reverso. Esta fase líquida central contendo óleo em maior proporção é redirecionada ao separador de segundo estágio e a água, encaminhada para o vaso flotador de água produzida” (Thomas, 2001, p.p 264-265).

Neste vaso, qualquer gás remanescente ainda em solução na água é retirado e encaminhado para o sistema de queima de gás de baixa pressão. A água passa, então, por um medidor *on line* de teor de óleo na água, pois a água produzida é descartada somente quando o limite médio de descarte diário esteja abaixo de 29 ppm, com pico máximo diário de 42 ppm conforme preconiza a resolução CONAMA 393/2007. Caso seja detectado teor de óleo acima deste limite, um alarme sonoro e visual é acionado, o sistema de descarte é interrompido e a água é encaminhada aos tanques de *slop*. O FPSO possui um tanque de *slop* sujo e um limpo, cada um com capacidade para reter até 2.919,9 m<sup>3</sup> de água oleosa.

Inicialmente a água é encaminhada ao tanque de óleo sujo onde a separação água-óleo ocorre por gravidade e é intensificada devido ao tempo de residência. A água isenta do óleo que fica na superfície, é direcionada ao tanque de *slop* limpo, que também possuirá sistema de aferição de TOG antes de permitir o descarte da água no mar.

Vale ressaltar, que de acordo com a curva de produção apresentada no presente estudo, não está sendo prevista a produção de água durante a fase do Teste de Longa Duração. Contudo, se houver água produzida durante o período, a mesma será tratada conforme descrito.

A Figura 2.4-18 apresenta o diagrama de blocos simplificado do sistema de tratamento da água produzida. O Quadro 2.4-24 apresenta as identificações e os volumes dos vasos que compõem o sistema de tratamento de água de produção.

**Quadro 2.4-24.** Identificação e volume dos vasos do sistema de tratamento de água de produção.

| EQUIPAMENTO    | TAG        | VOLUME                |
|----------------|------------|-----------------------|
| Hidrociclone A | 44-CE-001A | 205m <sup>3</sup> /h  |
| Hidrociclone B | 44-CE-001B | 205 m <sup>3</sup> /h |
| Degaseificador | 44-VA-001  | 60000 bbl             |

Fonte: OGX



Figura 2.4-18. Diagrama esquemático do tratamento de água produzida.  
Fonte: OGX (A3)

Figura 2.4-18. Diagrama esquemático do tratamento de água produzida.

Fonte: OGX (A3)

#### ◆ Sistema de drenagem de convés e de águas oleosas

O sistema de drenagem do FPSO OSX-1 pode ser dividido em drenagem fechada e aberta. O sistema de drenagem aberta atende às áreas classificadas e áreas não-classificadas. Enquanto este último recebe contribuições das áreas abertas para a atmosfera que não entram em contato com gases, o primeiro recebe contribuições de áreas onde é provável a presença de gases inflamáveis.

Já o sistema de drenagem fechada é aquele que coleta todo e qualquer resíduo oleoso proveniente de sistemas fechados de caldeiras, motores, vasos ou demais sistemas mecânicos que eventualmente permitam qualquer tipo de vazamento contido.

O sistema de drenagem fechada encaminha os resíduos oleosos para o vaso de drenagem fechada. Deste vaso, os gases são encaminhados ao *flare* de baixa pressão enquanto o resíduo oleoso retorna ao processo através do separador de produção de segundo estágio. Ainda existe a possibilidade de, por meio de abertura e fechamento de válvulas, encaminhar o resíduo oleoso ao tanque de *slop*.

O resíduo oleoso retirado no vaso desgaseificador do sistema de tratamento da água produzida também é encaminhado ao sistema de drenagem fechada.

O sistema de drenagem aberta de áreas classificadas drena os resíduos oleosos através de bombas para o vaso de drenagem aberta de áreas classificadas. Os gases são enviados ao vent atmosférico.

O sistema de drenagem aberta de áreas não-classificadas drena os resíduos oleosos para o tanque de resíduo (*slop tank*) e o gás é eliminado por vent para local seguro. Todas as áreas críticas do FPSO OSX-1 são contidas com anteparas metálicas (tricanizes), que evitam que qualquer vazamento de óleo interno vá para o mar.

É importante mencionar que, o FPSO OSX-1 possui KITS SOPEP dispostos em áreas estratégicas da embarcação. Os KITS possuem equipamentos de limpeza que podem ser utilizados caso ocorram um vazamento de óleo a bordo da plataforma. O conteúdo destes KITS serão apresentados no capítulo II.8- Plano de Emergência Ambiental deste EIA/RIMA. A Figura 2.4-190 apresenta o diagrama de blocos do sistema de drenagem do FPSO OSX-1. O Quadro 2.4-25 a seguir apresenta as identificações (tag) e os volumes dos equipamentos que compõe o sistema de drenagem do FPSO OSX-1.

**Quadro 2.4-25.** Identificação dos vasos de drenagem.

| EQUIPAMENTO                                     | TAG           | VOLUME               |
|---|---------------|----------------------|
| Vaso de drenagem aberta (área classificada)     | 56-VD-001     | 3,1 m <sup>3</sup>   |
| Vaso de drenagem aberta (área não classificada) | 56-VD-002     | 0,9 m <sup>3</sup>   |
| Bombas do dreno fechado                         | 56-PA-001 A/B | 50 m <sup>3</sup> /h |
| Vaso de drenagem fechada                        | 57-VD-001     | 6,4 m <sup>3</sup>   |
| Bomba de dreno aberto                           | 57-PA-001 A/B | 20m <sup>3</sup> /h  |

Fonte: OGX

Figura 2.4-19. Diagrama esquemático do sistema de drenagem.

Fonte: OGX (A3)

Figura 2.4-19. Diagrama esquemático do sistema de drenagem.

Fonte: OGX (A3)

Independentemente dos resíduos oleosos gerados e tratados no sistema de processamento, o FPSO OSX-1 necessita tratar os resíduos oleosos gerados na sala de máquinas, nos turbo geradores *dual fuel*, nos geradores a diesel e no gerador de emergência, bem como em demais equipamentos. Para tal, o FPSO OSX-1 conta com um separador água e óleo, com capacidade para tratar 120 m<sup>3</sup>/d de óleo. O sistema conta com um medidor de TOG *online* ajustado para detectar teores de óleo na água acima de 15ppm, conforme determinado pelo Anexo I da MARPOL. Caso isso aconteça, o descarte da água oleosa no mar é imediatamente interrompido e a água desenquadrada retorna ao separador.

#### e) Efluente da planta de dessulfatação

Não está previsto o descarte de efluente da planta de dessulfatação, uma vez que não será utilizada a Unidade Removedora de Sulfato.

#### f) Sistema de coleta e destinação de óleos sujos

Durante a atividade da produção de hidrocarbonetos no FPSO OSX-1, uma série de produtos químicos, bem como óleos lubrificantes e hidráulicos que são utilizados nos processos de separação serão gerados. Conforme determinado pelo procedimento de gerenciamento de resíduos da OGX, os mesmos serão acondicionados em recipientes apropriados, registrados como resíduos perigosos classe I e desembarcados para destino final apropriado.

### D. Curva Prevista para a Produção de Óleo, Água e Gás

A curva prevista para Produção de Óleo, Água e Gás para o prospecto Waimea, Teste de Longa Duração e o Projeto de Desenvolvimento de Produção, na Bacia de Campos, serão apresentados no Anexo 2.4-2.

Vale observar que a OGX julga que as informações da curva de produção são de importância comercial e, devido a isto, serão apresentadas somente em via impressa em um envelope lacrado.

## E. Operações de Intervenção

### a) Operações de Limpeza de Tanques

Os tanques de armazenagem de óleo da Unidade passam periodicamente por um processo de lavagem preventiva programada e destinada a evitar acúmulo de materiais sólidos ou pastosos em seu interior. Esse processo - *Crude Oil Washing (COW)* consiste na limpeza com jatos do próprio óleo produzido, realizada por máquinas hidráulicas de limpeza instaladas no interior dos tanques. Essas lavagens periódicas facilitam inspeções periódicas ou serviços no interior dos tanques. Quando necessário, são realizadas lavagens usando os mesmos equipamentos, mas substitui-se o fluido por água em circuito fechado. Ao final da operação, a água oleosa é enviada para ao tanque de *slop*.

### b) Operações de limpeza das linhas de produção

Durante o processo de coleta do petróleo através das linhas de produção dos poços, ocorrem depósitos em suas paredes internas. A remoção destes depósitos é realizada pela passagem de *pigs* de limpeza, que são lançados a partir da Unidade através da linha de serviço de cada poço, sendo empurrado pelo bombeio de óleo Diesel até a árvore de natal. O retorno do *pig* através da linha de produção promove a remoção dos depósitos, trazendo-os até o recebedor de *pig* da Unidade. O resíduo removido é tratado como borra oleosa ou mantido na corrente de petróleo que passa pelo sistema de tratamento de óleo. Os *pigs* são reutilizados nas operações de limpeza e ao final de sua vida útil são armazenados em recipiente adequado, embalados e desembarcados para tratamento de resíduos sólidos.

## F. Descrição do Sistema Submarino para o escoamento da Produção

O projeto do Teste de Longa Duração de Waimea será instalado a, aproximadamente, 83 quilômetros da costa do Estado do Rio de Janeiro e seu sistema de produção será composto por: poço equipado com BCS e ANM, dutos e umbilical submarinos instalados a uma profundidade média de 130 metros. Na fase do TLD, o poço produtor (W1) produzirá diretamente para o FPSO

OSX-1, será completado com árvore de natal molhada (ANM) e utilizará como método de elevação o bombeio centrífugo submerso (BCS).

O Projeto de Desenvolvimento de Produção de Waimea contemplará a interligação de mais dois poços produtores e dois poços injetores ao FPSO OSX-1.

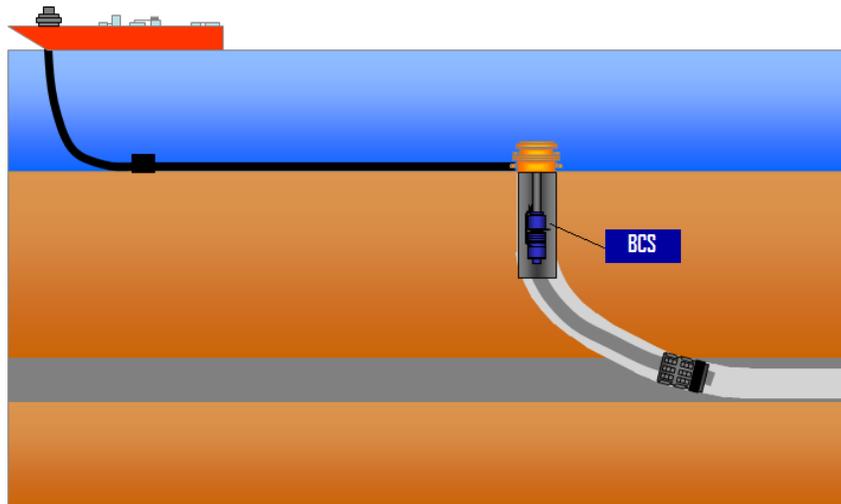
No Projeto de desenvolvimento, os poços produtores W1 (também utilizado na fase do TLD de Waimea), W2 e W3 produzirão diretamente para o FPSO OSX-1, serão completados com árvore de natal molhada (ANM) e utilizarão como método de elevação o bombeio centrífugo submerso (BCS). Os poços injetores, I1 e I2, também são equipados com ANM. Os poços produtores e injetores são interligados ao FPSO OSX-1 através de dutos e umbilicais submarinos instalados a uma profundidade média de 130 metros.

#### a) Elevação do óleo

Com base nas características (grau API, RGO) e na vazão do óleo a ser produzido, foi selecionado o método de produção por Bombeio Centrífugo Submerso (BCS). O BCS consiste em linhas gerais de bomba centrífuga multi-estágios acionados por motor elétrico, todos no fundo do poço, neste caso a cerca de 3000m abaixo do nível do mar. A energia elétrica é transmitida da árvore de natal até o motor no fundo do poço através de cabo trifásico preso a parte externa coluna de produção.

Os poços do TLD e do Projeto de desenvolvimento de Waimea são satélites, ou seja, utiliza-se Arvore de Natal Molhada (ANM) para o seu controle. A Figura 2.4-20 representa o desenho esquemático de uma BCS no interior de um poço.

A interligação dos poços ao FPSO, é feita através de dutos flexíveis de 6" para produção, dutos flexíveis de serviço de 4", e umbilical eletro-hidráulico.



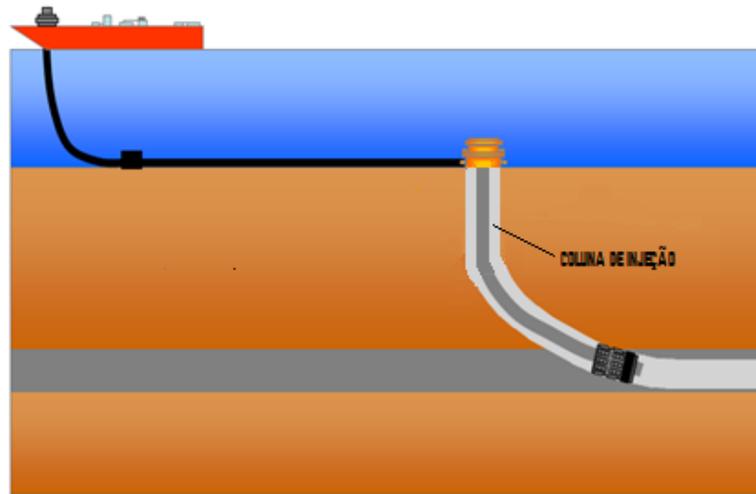
**Figura 2.4-20.** Desenho esquemático de uma BCS no interior do poço.  
(Fonte: OGX,2010)

## b) Injeção de Água

Para manter os níveis de vazão de produção, no caso deste Projeto de desenvolvimento, será necessária a injeção de água no reservatório. Esta injeção será efetuada através de bombas instaladas no FPSO que fornecerão a pressão para deslocar a água pelo duto submarino e a coluna de injeção no interior do poço, até os canhoneados na profundidade do reservatório.

Os poços injetores do Projeto de Desenvolvimento de Waimea também são satélites, ou seja, utiliza-se Arvore de Natal Molhada (ANM) para o seu controle. A Figura 2.4-21 representa o desenho esquemático de um poço e sua interligação do FPSO.

A interligação dos poços ao FPSO, é feita através de dutos flexíveis de 6" e umbilical eletro-hidráulico.



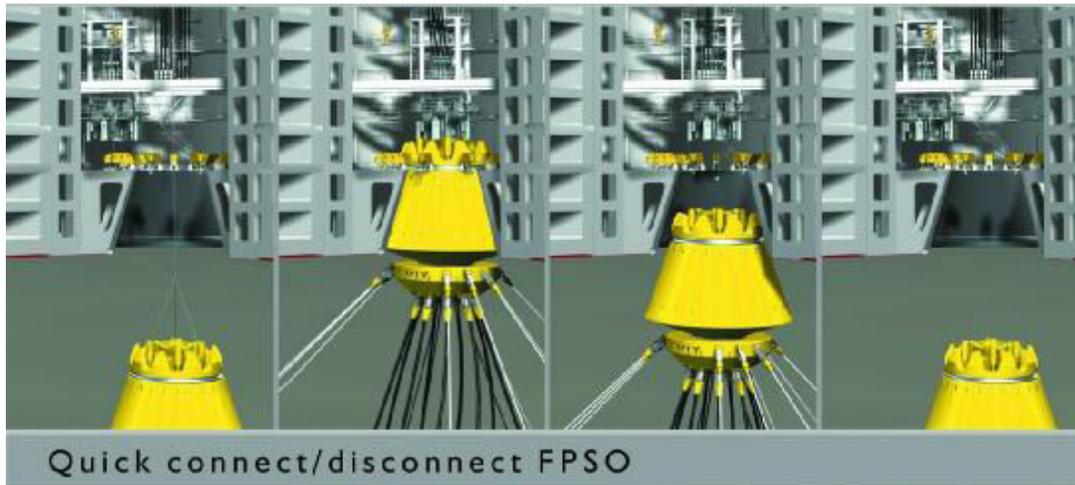
**Figura 2.4-21.** Desenho esquemático de poço injetor e sua interligação com o FPSO. (Fonte: OGX,2011)

### F.1. Configuração das Linhas

As linhas de cada poço de produção (W1, W2, e W3), são compostas de uma linha de produção, de uma linha de serviço e de um umbilical eletro-hidráulico. Este último conjuga as funções de controle da árvore de natal molhada, transmissão de potência elétrica para acionamento do motor do BCSS, transmissão de sinal de pressão e temperatura, e injeção de produtos químicos no poço. A linha de serviço será utilizada como apoio para situações onde seja necessária a circulação de óleo diesel pela linha de produção para reduzir a viscosidade da mistura e facilitar o reinício de produção do poço após uma parada prolongada.

A interligação de cada poço injetor do Projeto de Desenvolvimento (I1 e I2), é feita através de uma linha de injeção e um umbilical hidráulico. Neste caso o umbilical conjuga apenas as funções de controle da árvore de natal molhada e de transmissão de sinal de pressão de temperatura.

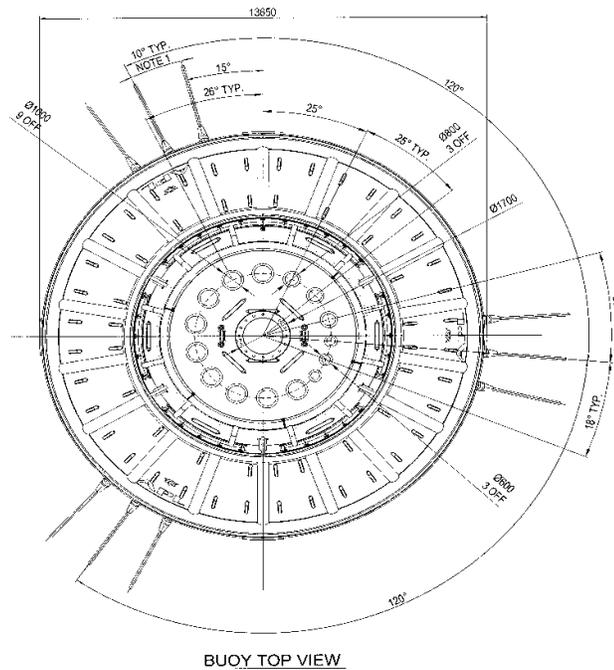
Os trechos das linhas conectados ao FPSO são chamados de *risers*. Os *risers* são conectados ao FPSO OSX-1 através da boia, que é *turret* submerso de produção, cuja sigla em inglês é STP. Os *risers* são acoplados a orifícios, também chamados de *slots*, localizados na parte inferior da boia. A Figura 2.4-22 a seguir apresenta um esquema do acoplamento e desacoplamento da boia STP do FPSO, onde se pode notar as linhas de ancoragem e as linhas de fluxo.



**Figura 2.4-22.** Desenho esquemático da boia STP em acoplamento ao *turret*. (Fonte: BW,2010)

Desta forma, a boia STP do FPSO OSX-1, para a fase TLD do projeto do Waimea, receberá três linhas: uma de produção, uma de serviço e um umbilical integrado eletro-hidráulico.

Para o Projeto de Desenvolvimento de Waimea, a boia STP receberá três linhas de produção, duas linhas de injeção, três de serviço e cinco umbilicais integrados eletro-hidráulicos. Os demais slots permanecerão livres. Os dutos de produção e injeção terão diâmetro interno de 6", as linhas de serviço terão diâmetro interno de 4" e os umbilicais de produção e injeção terão diâmetro externo de 6" e 4" respectivamente. A Figura 2.4-23 representa a disposição dos *slots* na boia.



**Figura 2.4-23.** Vista de topo da Boia. (Fonte: BW, 2010)

O Quadro 2.4-26 a seguir apresenta a configuração da chegada das linhas nos *slots* da boia STP do FPSO OSX-1:

**Quadro 2.4-26.** Configuração das linhas nos *slots* da boia STP do FPSO OSX-1.

| SLOT | TLD e Fase de desenvolvimento  |          |
|------|--------------------------------|----------|
|      | Aplicação                      | Diâmetro |
| 1    | Linha de Produção W1           | 6"       |
| 2    | Linha de Produção W2           | 6"       |
| 3    | Linha de Produção W3           | 6"       |
| 4    | Linha de serviço W1            | 4"       |
| 5    | Linha de serviço W2            | 4"       |
| 6    | Linha de serviço W3            | 4"       |
| 7    | Umbilical eletro hidráulico W1 | 6"       |
| 8    | Umbilical eletro hidráulico W2 | 6"       |
| 9    | Umbilical eletro hidráulico W3 | 6"       |
| 10   | Linha de injeção I1            | 6"       |
| 11   | Linha de injeção I2            | 6"       |
| 12   | Umbilical eletro hidráulico I1 | 4"       |
| 13   | Umbilical eletro hidráulico I2 | 4"       |

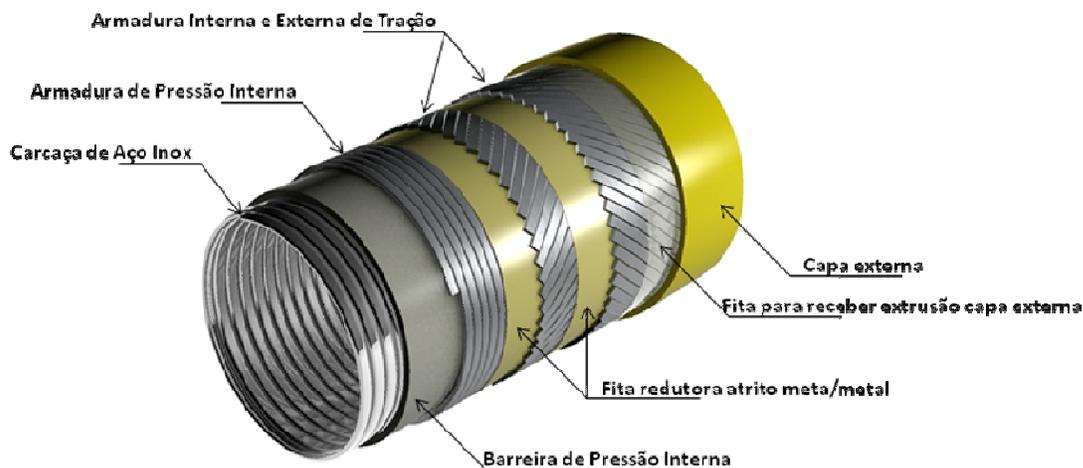
Fonte: OGX, 2010.

Os dutos são compostos de duas partes:

- *Flowlines* ou estáticos: trechos que ficam apoiados no leito marinho e fazem a ligação dos equipamentos submarinos. Não sofre solicitações cíclicas após a instalação;
- *Risers* ou dinâmicos: trechos que ficam suspensos e fazem a conexão das *flowlines* com o FPSO OSX-1, pela boia STP. Está sob ação das correntes e movimentos da unidade flutuante.

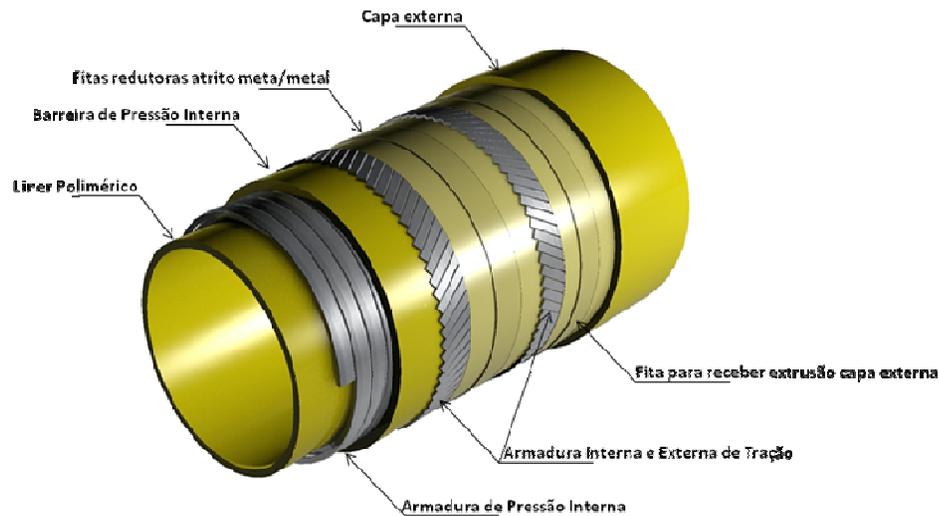
Tanto para os *flowlines* quanto para os *risers*, serão usados dutos flexíveis. Tal estrutura possui alta flexibilidade, o que justifica o seu uso acoplado a estruturas complacentes e a capacidade de ser armazenada em carretéis, reduzindo o custo de transporte e instalação. Comparado aos dutos rígidos, possui maior resistência à fadiga e flexibilidade de mudanças.

Um duto flexível é composto por várias camadas de diferentes materiais e o conceito de seu projeto se baseia em funções operacionais e estruturais específicas para cada camada. Nas Figuras 2.4-24 e 2.4-25 estão relacionadas às principais camadas dos dutos flexíveis de produção e injeção respectivamente.



**Figura 2.4-24.** Estrutura de duto flexível de produção.

(Fonte: OGX, 2010 - Adaptado de Wellstream)



**Figura 2.4-25.** Estrutura de duto flexível de injeção.  
(Fonte: OGX, 2011 - Adaptado de Wellstream)

- Dutos de Produção

Os Quadros 2.4-27 e 2.4-28 a seguir apresentam, respectivamente, especificações técnicas e operacionais do duto de produção e seu comprimento:

**Quadro 2.4-27.** Parâmetros de operação dos dutos de produção e injeção do Projeto de Desenvolvimento.

| DUTO DO SISTEMA DE COLETA | VAZÃO MÁXIMA (BPD) | FAIXA DE TEMPERATURA DE OPERAÇÃO (°C) | PRESSÃO DE OPERAÇÃO (psi) |
|---------------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| PRODUÇÃO – W1             | 15000              | 80 a 40                               | 1500 a 200                |
| PRODUÇÃO – W2             | 15000              | 80 a 40                               | 1500 a 200                |
| PRODUÇÃO – W3             | 15000              | 80 a 40                               | 1500 a 200                |
| INJEÇÃO – I1              | 20000              | 40 a 20                               | 4000 a 2000               |
| INJEÇÃO – I2              | 20000              | 40 a 20                               | 4000 a 2000               |

Fonte: OGX, 2010.

**Quadro 2.4-28.** Comprimento dos dutos de produção e injeção do Projeto de Desenvolvimento.

| POÇOS | DIÂMETRO INTERNO<br>(pol) | COMPRIENTO DOS<br>RISERS | COMPRIENTO DAS<br>FLOWLINES |
|-------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| W1    | 6                         | 347                      | 1923                        |
| W2    | 6                         | 347                      | 4372                        |
| W3    | 6                         | 347                      | 2658                        |
| I1    | 6                         | 347                      | 5529                        |
| I2    | 6                         | 347                      | 3140                        |

Fonte: OGX, 2010.

- Umbilicais eletro-hidráulicos (UHE)

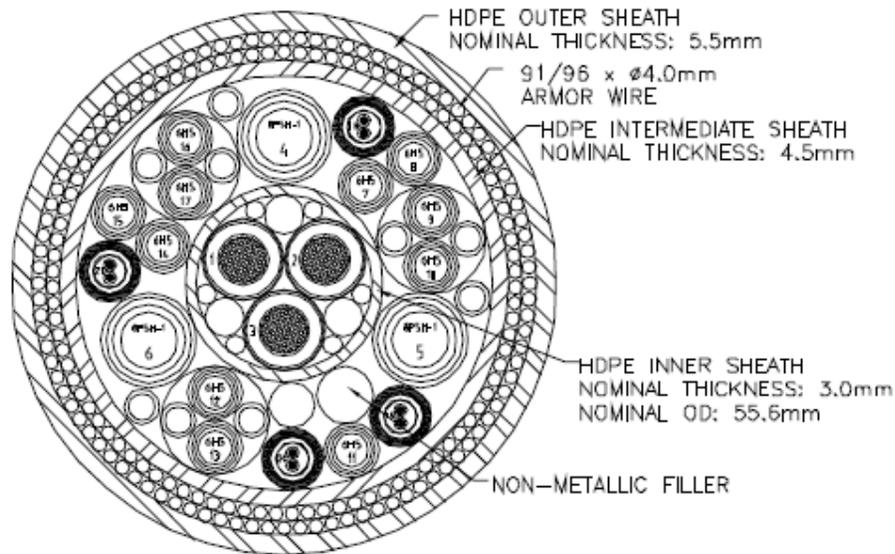
Os umbilicais eletro-hidráulicos, utilizados em poços produtores e injetores de água, têm como função transmitir a pressão hidráulica necessária ao controle das válvulas das ANMs, além de transmitir sinais elétricos que permitirão a obtenção de dados de temperatura e pressão dos poços. O fluido utilizado para o acionamento das válvulas será o HW-525P, de base aquosa.

Os umbilicais dos poços produtores permitem também a adição de produtos que podem, por exemplo, combater a formação de incrustação na linha de produção de sais, como o sulfato de bário ( $Ba_2SO_4$ ) ou o sulfato de estrôncio ( $Sr_2SO_4$ ). Além disso, fazem parte da sua constituição cabos elétrico de potência, responsáveis pela transmissão e recepção dos sinais elétricos necessários para garantir a operação dos motores que acionam a BCS.

O UHE do poço de produção consiste em um conjunto de 11 mangueiras hidráulicas, 3 mangueiras de injeção de químicos, 4 pares de cabos elétricos para sinal e 3 cabos de potência.

A Figura 2.4-26 apresenta a seção transversal do umbilical dos poços de produção.

### UMBILICAL CROSS-SECTION

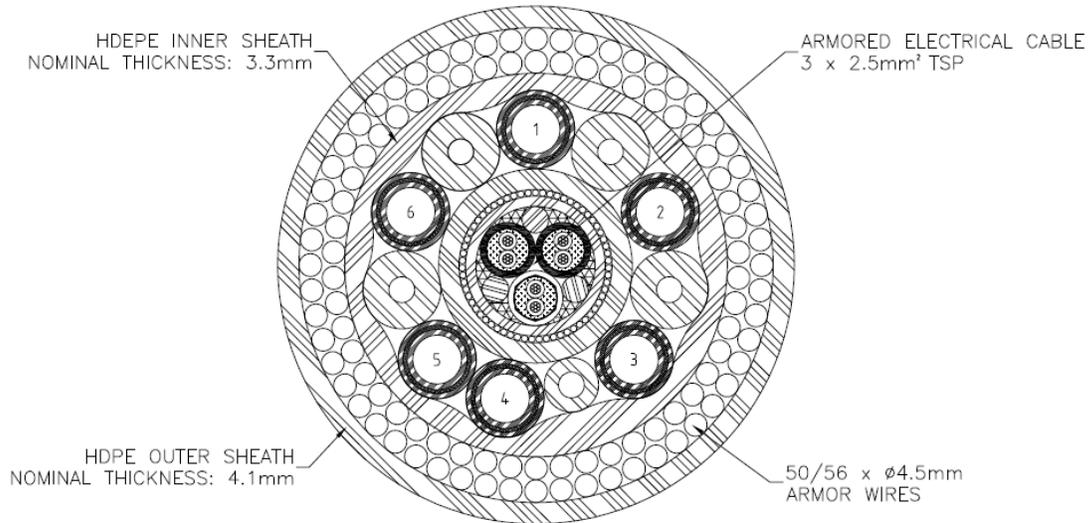


**Figura 2.4-26.** Seção transversal do umbilical do poço produtor.

Fonte: Mariner, 2010

O UHE do poço injetor de água consiste em um conjunto de 6 mangueiras hidráulicas e 3 pares de cabos elétricos para sinal.

A Figura 2.4-27 apresenta a seção transversal do umbilical dos poços injetores.



**Figura 2.4-27.** Seção transversal do umbilical do poço injetor. Fonte: Mariner, 2010

O Quadro 2.4-29 a seguir apresenta o comprimento e a especificação dos umbilicais eletro-hidráulico para o TLD e o Projeto de desenvolvimento.

**Quadro 2.4-29.** Comprimento e especificação do umbilical eletro-hidráulico do TLD e Projeto de desenvolvimento.

| POÇO | ESPECIFICAÇÕES   | COMPRIMENTO |
|------|--|-------------|
| W1   | 11 x 3/8" + 3 x 1/2" + 4 x 2,5mm <sup>2</sup> + 3 x 120mm <sup>2</sup>       | 4337        |
| W2   | 11 x 3/8" + 3 x 1/2" + 4 pares x 2,5mm <sup>2</sup> + 3 x 120mm <sup>2</sup> | 5062        |
| W3   | 11 x 3/8" + 3 x 1/2" + 4 pares x 2,5mm <sup>2</sup> + 3 x 120mm <sup>2</sup> | 5223        |
| I1   | 6 x 3/8" + 3 pares x 2,5mm <sup>2</sup>                                      | 7444        |
| I2   | 6 x 3/8" + 3 pares x 2,5mm <sup>2</sup>                                      | 3557        |

- Linhas de Serviço

Conforme mencionado anteriormente, os poços previstos para esta fase possuem linhas de serviço para a circulação de diesel. O diâmetro e o comprimento estão dispostos no Quadro 2.4-30 a seguir.

**Quadro 2.4-30.** Característica da linha de serviço.

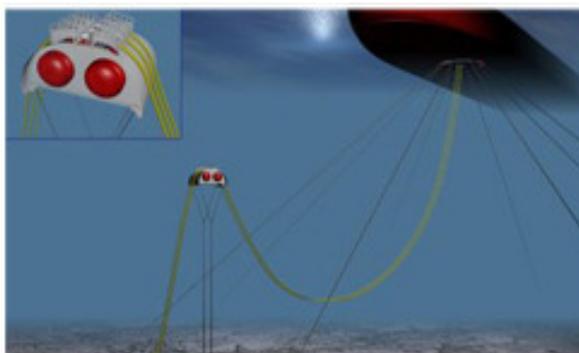
| LINHA   | DIÂMETRO INTERNO (POL) | COMPRIMENTO DO RISER | COMPRIMENTO DA FLOWLINE |
|---------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Serv W1 | 4                      | 347                  | 1948                    |
| Serv W2 | 4                      | 347                  | 4353                    |
| Serv W3 | 4                      | 347                  | 2680                    |

Fonte: OGX, 2010

- Mid Water Arch (MWA)

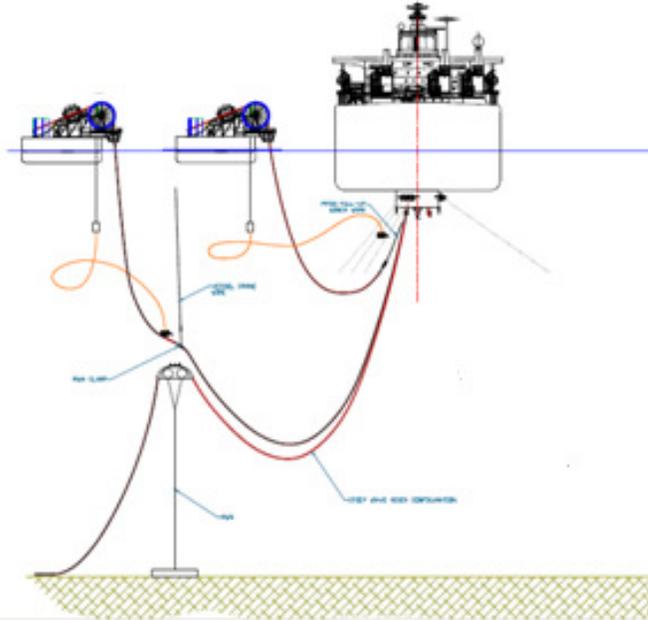
Os poços do TLD e Projeto de Desenvolvimento de Waimea são interligados ao FPSO através de dutos e umbilicais flexíveis. Como este sistema operará em águas rasas, são necessários cuidados especiais para evitar o desgaste por atrito dos trechos de dutos e umbilicais que tocam o fundo do mar, devido a movimentação natural do FPSO. As formas definidas para evitar este desgaste é a fixação dos dutos e umbilicais no MWA e a utilização de *Lazy Wave*.

O MWA consiste de uma boia com um arco, que ficam submersos a meia água, um sistema de ancoragem desta boia no fundo do mar, e grampos para fixação dos dutos e umbilicais no arco. Os dutos e umbilicais do produtor W1 são instalados com a utilização do MWA. Nas Figuras 2.4-28 e 2.4-29 são apresentados desenhos esquemáticos do MWA.



**Figura 2.4-28.** Desenho esquemático de MWA.

Fonte Softec, Inc (www.softec.com)



**Figura 2.4-29.** Instalação de dutos e umbilicais com MWA  
Fonte: Wellstream – julho/2010

Na configuração *Lazy Wave*, são utilizados flutuadores fixados externamente aos dutos e umbilicais, posicionados de tal forma a minimizar o atrito destes no solo marinho devido a movimentação da boia.