

II.8 - ANÁLISE E GERENCIAMENTO DE RISCOS AMBIENTAIS

II.8.1 - Considerações Iniciais

Neste item apresenta-se a análise e gerenciamento de riscos ambientais associados à perfuração¹ de desenvolvimento e à atividade de produção (incluindo a instalação dos equipamentos) no campo de Mexilhão, na Bacia de Santos. Neste contexto, foram incluídas as unidades marítimas de perfuração (*Alaskan Star* - SS-39 e *Atlantic Star* - SS-45) (segundo EIDOS, 2005a e EIDOS, 2005b), os poços, as linhas de coleta e serviço, umbilicais e estruturas submarinas, a unidade marítima PMXL-1 e o sistema de escoamento da produção, composto por um gasoduto de 34", cujo destino é a Unidade de Tratamento de Gás (UTGCA) e por um duto de C5+ (condensado) de 6", interligando a UTGCA ao Terminal Marítimo Almirante Barroso (TEBAR).

A plataforma será do tipo fixa com estrutura metálica fixada (jaqueta) no solo marinho, sobre a qual será instalada uma estrutura modular, contendo equipamentos e acomodações. A PMXL-1 será uma instalação inteiramente nova, projetada e construída no Brasil, cuja entrada em operação está prevista para o ano de 2009 e término em 2030.

O escoamento da produção da PMXL-1 será realizado através do gasoduto de exportação para a unidade UTGCA no Litoral de Caraguatatuba, onde o condensado separado na UTGCA será escoado por um duto (duto de C5+) até o terminal TEBAR.

Ao longo deste capítulo será apresentada a Análise e Gerenciamento de Riscos associados à presença das instalações que compõem o Projeto Mexilhão, onde as características gerais apresentadas nos parágrafos acima serão avaliadas enfocando-se os aspectos ambientais, dentro da área de influência do empreendimento, que possam sofrer danos decorrentes da atividade.

¹ A Análise de Riscos apresentada para as atividades de perfuração foram extraídas na íntegra do documento EIDOS, 2005a e EIDOS, 2005b, tendo sido realizadas adequações somente quanto às classificações de frequência e severidade, de modo a uniformizar a metodologia aqui apresentada. Esta referência será feita ao longo do texto sempre que se fizer necessário.

Neste processo de análise é utilizada uma das técnicas usualmente empregadas para a identificação de perigos em estudos de avaliação de riscos, denominada *Análise Preliminar de Perigos - APP*. A metodologia adotada segue o apresentado pelo *American Institute of Chemical Engineers (AIChE)* e o *Norwegian Petroleum Directorate (NPD)*, da Noruega.

Esta metodologia baseia-se na construção de Matriz Qualitativa de Perigos, cujos eixos apresentam categorias de *freqüências* e categorias de *severidade*, de tal modo a hierarquizar os riscos relativos aos cenários identificados.

Os resultados desta matriz permitem a identificação e seleção dos cenários classificados como críticos ou moderados, além de possibilitar a proposição de medidas eficazes para a redução dos níveis de riscos encontrados. Tais medidas deverão ser incorporadas aos procedimentos de perfuração, instalação, operação, manutenção e inspeção.

As operações a serem analisadas neste documento consistem nas seguintes atividades, divididas em fases - instalação e produção:

Atividades de perfuração (segundo EIDOS, 2005a e 2005b

- ★ Perfuração dos poços de desenvolvimento do campo de Mexilhão;
- ★ Realização de testes do poço;
- ★ Operações de tamponamento / abandono do poço;
- ★ Transporte e posicionamento das Unidades de Perfuração;
- ★ Operação de helicóptero;
- ★ Operação de barcos de apoio no percurso entre as unidades de perfuração e a base de apoio.

Atividades de instalação

- ★ Instalação dos equipamentos submarinos – ANM's, PLEM e Manifold;
- ★ Instalação das linhas de produção, injeção e umbilicais;
- ★ Instalação da Jaqueta;
- ★ Instalação do Convés, a ser posicionado sobre a jaqueta;

- ★ Instalação do Gasoduto de Exportação – Trecho marítimo lançado sobre o fundo do mar;
- ★ Instalação do Gasoduto de Exportação – Trecho marítimo enterrado, a partir da profundidade de 70m, até atingir a costa;
- ★ Instalação do Gasoduto de Exportação – Trecho terrestre enterrado;
- ★ Instalação do Duto C5+ – Trecho terrestre enterrado;
- ★ Instalação do Duto C5+ – Trecho marítimo enterrado, em toda a sua extensão.

Atividades de produção

- ★ Escoamento de gás e condensado, a partir dos poços, através do Manifold ou diretamente para PMXL-1;
- ★ Separação e secagem do gás e condensado, na Plataforma de Mexilhão;
- ★ Exportação de gás e condensado, num mesmo duto de 34”, até a UTGCA;
- ★ Exportação de C5+, da UTGCA até o TEBAR.

A seguir apresenta-se uma breve descrição das principais características das unidades de perfuração SS-39 e SS-45, das instalações submarinas, da unidade marítima PMXL-1 e do sistema de escoamento da produção, procurando enfatizar aspectos relativos ao Risco Ambiental. Nesta descrição, procurou-se caracterizar as principais medidas de segurança presentes, sempre que possível avaliando-as à luz dos riscos ambientais, identificando eventuais melhorias que se façam necessárias.

Para facilitar a análise, os sistemas foram divididos em fase de perfuração, fase de instalação e fase de produção, o qual foi dividido em 3 subsistemas (linhas de produção, gasoduto de exportação 34” e duto C5+) e unidade marítima onde a PMXL-1 foi dividida em 23 sistemas, que serão apresentados após a descrição das instalações.

Adicionalmente foram considerados Agentes Externos para a PMXL-1, que poderiam levar a acidentes ambientais, considerados como sistemas distintos,

porém ambos identificados com o título de *Agentes Externos – Fatores Climáticos e Barcos de Apoio*.

Para cada um destes sistemas será realizada a identificação, classificação e análise dos perigos associados às atividades de perfuração, instalação, produção e escoamento da produção.

A partir dos eventos identificados e selecionados, são avaliadas suas conseqüências e identificadas as ações a serem implementadas no Gerenciamento de Risco, de forma a minimizar a freqüência de acidentes e suas conseqüências.

II.8.2 - Estudo de Possibilidade de Ocorrência de Zonas de Alta Pressão

II.8.2.1 - Área Sul da Bacia de Santos

A seção siliciclástica pós-rift encontrada na porção sul da Bacia de Santos apresenta regime de pressão hidrostático normal. A seção carbonática albiana encontrada logo abaixo possui um regime de pressões levemente acima do normal, da ordem de 600 kgf/cm², para uma profundidade de 5.000 metros.

Na perfuração do poço 1-SCS-10A (Pioneiro - Santa Catarina Submarino nº 10A), descobridor do campo denominado Cavalinho Marinho, durante a perfuração dos carbonatos da Formação Guarujá, não foram reportados incidentes relevantes relacionados à pressão da formação acima do esperado que pudessem colocar em risco as operações realizadas durante a operação.

A Petrobras realizou um estudo de geopressões baseado em velocidades sísmicas obtidas de dados 3D, de uma linha sísmica N/S próxima aos poços SCS-10A e SCS-12. O resultado é ilustrado na Figura II.8.2.1-1 (abaixo), representando um gradiente de pressões de poros compatível com os valores esperados para a região.

Gradiente de Pressões de Poros

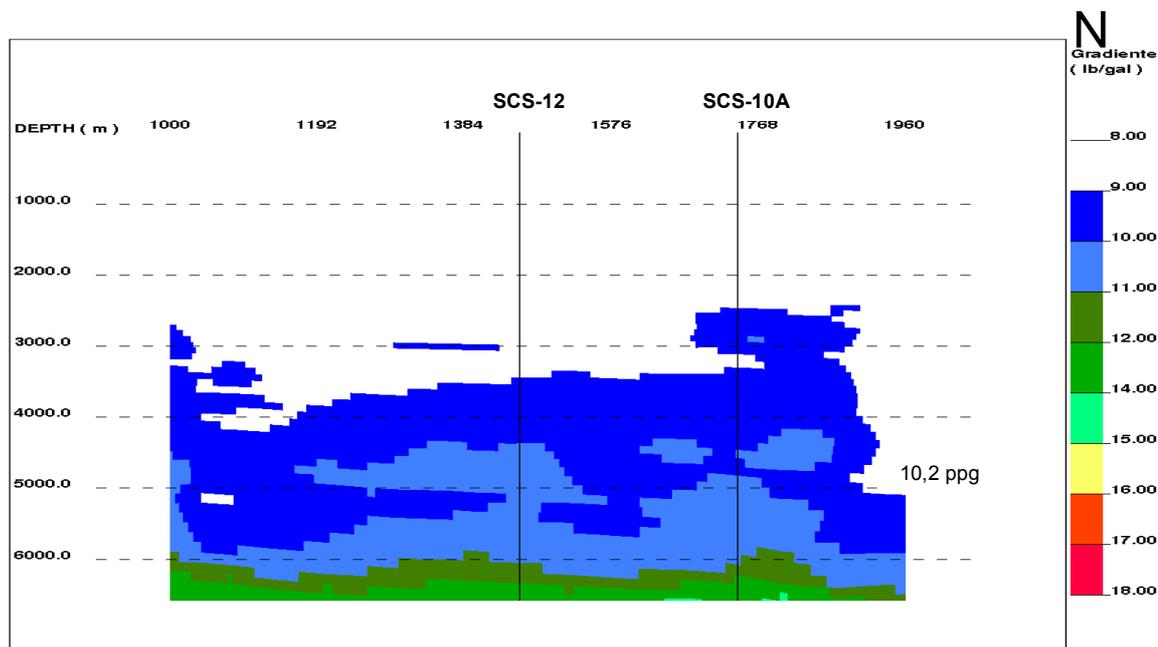


Figura II.8.2.1-1 - Gradiente de pressões de poros compatível com os valores esperados para a região. Fonte: Petrobras.

Medidas de pressão de poros obtidas em teste de formação no poço SCS-10A mostram que o gradiente de pressão de poros é apenas levemente acima do normal (10,2 ppg a ~4850m), não representando, contudo, uma anomalia significativa.

O modelo de geopressões, elaborado a partir das velocidades sísmicas, mostra um regime de pressões compatível com o constatado no SCS-10A, e que se estende para a área do SCS-12 com o mesmo padrão.

Os dados disponíveis e os estudos realizados na área permitem concluir que a chance de ocorrência de formações com regime de pressões acima dos conhecidos são muito remotas, uma vez que não se observam variações geológicas que justifiquem tal ocorrência.

II.8.2.2 - Área Central da Bacia de Santos

Através da análise de dados sísmicos e de subsuperfície obtidos nesta área da Bacia de Santos, o regime de geopressões das formações que constituem a

seção sedimentar a ser perfurada apresenta valores compatíveis com uma coluna hidrostática de um fluido entre 9 a 13 lb/gal.

O gráfico abaixo (Figura II.8.2.2-1) apresenta o gradiente de pressão calculado para a região, a partir de uma análise realizada a partir da inversão do campo de velocidades sísmicas da área e calibrada por dados de poços próximos, com vistas a subsidiar o planejamento da perfuração de um poço pioneiro (poço Violão) no Bloco BM-S-03, naquela região.

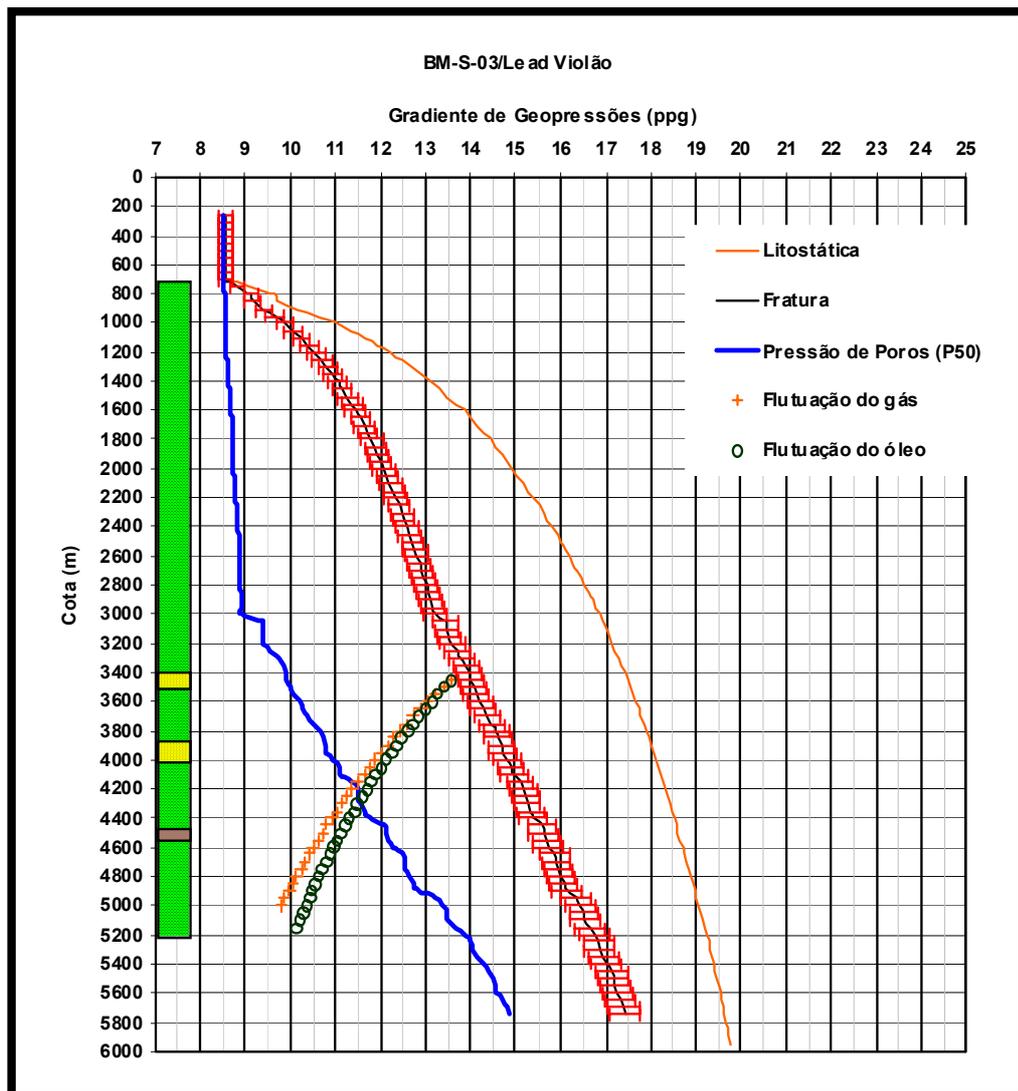


Figura II.8.2.2-1 - Gradiente de pressão calculado para a região. Fonte: Petrobras.

II.8.2.3 - Área Norte da Bacia de Santos

Da mesma forma que as regiões anteriormente abordadas, a análise dos dados sísmicos e de subsuperfície disponíveis na porção norte da Bacia de Santos não apresentou elementos que indiquem a ocorrência de zonas de pressão anormal. Não foram observadas zonas de baixas velocidades sísmicas que pudessem ser relacionadas a variações litológicas, ou qualquer outro elemento geológico, que levassem à interpretação de um de gradiente de pressão anormal para a área.

Ao longo das perfurações já realizadas nessa região da Bacia pela Petrobras e por outras operadoras em parceria, não foi identificada qualquer ocorrência de incidentes operacionais relacionados à presença de zonas de pressão anormal nas proximidades dos Blocos BS-400 e BS-500. A análise de dados de pressão de poros, obtidos na perfuração desses poços, corroboram esta interpretação.

II.8.3 - Descrição Geral da Atividade

II.8.3.1 - Processo de Perfuração

A atividade de perfuração dos poços de desenvolvimento do projeto Mexilhão compreende, sinteticamente, as seguintes etapas principais:

- ★ Mobilização da sonda – deslocamento das sondas até a locação dos poços a serem perfurados e ancoradas por meio de sistema convencional.
- ★ Perfuração do poço – consiste em uma combinação de rotação, peso e jateamento, aplicados sobre as formações rochosas em sub-superfície, através de uma broca presa à extremidade de uma coluna de perfuração por onde se injeta o fluido de perfuração.

O programa de perfuração desses poços contendo o diâmetro, profundidade e volumes de fluido e cascalhos gerados, por cada fase, está sintetizado no Quadro II.8.3.1-1.

Quadro II.8.3.1-1 - Programa de Perfuração dos poços do Campo de Mexilhão.

Poços	Fase	Profundidade (m)	Diâmetro da Broca	Diâmetro do Furo	Volume total de fluido a ser utilizado (m ³)	Volume de Cascalho Gerado (m ³)
MXL-2HP P1H P2H P3H P21 P22 P23	1	410-550	36"	30"	178-222	54-89
	2	650-1147	26"	20"	301-528	82-204
	3	2000-2491	17 ½"	13,375"	316-842	265-457
	4	2297-4893	12 ¼"	9,625"	556-1114	178-206
	5	4721-6031	8 ½"	6,625"	591-1163	26-45

- ★ Revestimento e cimentação – após perfuração de cada fase do poço, uma coluna de revestimento é descida, procedendo-se com a sua cimentação.
- ★ Desmobilização da sonda – ao término da atividade de perfuração, o *riser* e os demais equipamentos de perfuração serão recolhidos a sonda, quando então se inicia o processo de desmobilização para outra locação.

Uma descrição mais detalhada encontra-se no item II.2.4.1-A da descrição da atividade de perfuração.

II.8.3.2 - Processo de Instalação

O processo de instalação dos equipamentos submarinos, dos dutos e da Plataforma é descrito no item II.2 deste documento. Aqui é apresentada uma descrição sumária das principais atividades que caracterizam este processo, de forma a facilitar o entendimento dos critérios, considerações e resultados obtidos na Análise de Risco (AR).

- ★ As Árvores de Natal Molhada (ANM) serão posicionadas no fundo do mar, utilizando as próprias sondas de perfuração durante a etapa de completção final dos poços. A estas ANM's conectam-se as linhas hidráulicas de controle (umbilicais), através de veículos submarinos remotamente operados (ROV), pelos navios de instalação das linhas;
- ★ Os sete poços produtores do Campo de Mexilhão estarão interligados a PMXL-1 por um sistema de coleta composto de linhas rígidas e flexíveis e por equipamentos submarinos como árvores de natal molhadas (ANM),

manifolds submarino de produção de gás (MSPG), *manifold* de umbilicais hidráulicos (MUH), PLET's (*pipe line end termination*), ILT (*in line T*) e caixas de junção (CJ);

- ★ As linhas flexíveis serão lançadas em *bundle* e as suas conexões às estruturas submarinas (ANM's, *manifold*, PLET e ILT) e à PMXL-1 serão realizadas, como regra geral, com CVD (Conexão Vertical Direta);
- ★ O trecho rígido de coleta da produção será lançado pelo método *Reel-Lay*. Este método consiste na utilização de embarcações especializadas, equipadas com carretel para lançamento das linhas;
- ★ Testes de estanqueidade das conexões e válvulas são realizados, com filmagem por ROV;
- ★ A jaqueta será embarcada, transportada até a sua locação definitiva por uma balsa de lançamento de grande porte, e instalada por uma balsa guindaste. A fixação da jaqueta é realizada através de estacas cravadas no solo marinho, podendo ser necessária a cimentação do espaço anular entre estas e as pernas da jaqueta;
- ★ A instalação do gasoduto de exportação de 34" terá início pela instalação da linha por arraste no trecho de *shore approach*, do ponto de chegada do gasoduto na costa seguindo em direção ao mar até a isóbata de 6-8 metros. A partir deste primeiro trecho, o duto será lançado no leito marinho e estendido até as imediações da plataforma de Mexilhão PMXL-1, onde será conectado através de *riser* rígidos. Simultaneamente a instalação do trecho *offshore* ocorrerá a instalação do duto terrestre desde a estação de tratamento (UTGCA) até o ponto de chegada do gasoduto na costa. A instalação do duto no trecho de praia será feita através do método de escavação convencional de vala a céu aberto, técnica amplamente utilizada na construção de dutos terrestres. Será realizado teste hidrostático da tubulação terrestre e marítima;
- ★ A instalação dos trechos marítimo e terrestre enterrados do duto C5+ seguirá a mesma filosofia de instalação do gasoduto de exportação de 34".

II.8.3.3 - Processo de Produção

Os sete poços produtores do Campo de Mexilhão e áreas adjacentes possuem surgência natural e estarão interligados a PMXL-1 por um sistema de coleta composto de linhas rígidas e flexíveis e por equipamentos submarinos como árvores de natal molhadas (ANM), *manifolds* submarinos de produção de gás (MSPG), *manifold* de umbilicais hidráulicos (MUH), PLET's (*pipe line end termination*), ILT (*in line T*) e caixas de junção (CJ).

As linhas de coleta dos poços P1H, P2H, P3H e MXL-2HP serão interligadas a plataforma de produção através do *manifold* MSPG-MXL-1, de onde saem duas linhas rígidas até a PMXL-1. Essas linhas rígidas serão interligadas ao *manifold* através de dois PLETs e dois *jumpers* de 30m de comprimento cada. Os demais poços do sistema submarino (P21, P22 e P23) serão interligados entre si da seguinte forma: o poço P21 será interligado ao poço P23 através de ILT e ao poço P22 em *pigback* por meio de linha flexível. O poço P22 é interligado à PMXL-1 via PLET. O ILT, que recebe as linhas dos poços P21 e P23, também é interligado à PMXL-1 via PLET.

Os umbilicais eletro-hidráulicos também serão conectados aos poços através de *manifolds*. No caso dos poços P21 e P22, a interligação dos umbilicais será feita pelo MUH-MXL-01 e para os poços P1H, P2H, P3H e MXL-2HP, através do próprio *manifold* de produção. O poço P23 é o único que possui interligação direta com o a PMXL-1.

Além das linhas de produção e dos umbilicais eletro-hidráulicos, o sistema de coleta também é composto por um duto de injeção de MEG, ligando a PMXL-1 ao *manifold* MSPG-MXL-1.

Os fluidos oriundos do reservatório (gás, condensado C5+, MEG e água) escoam através do sistema submarino diretamente para a plataforma marítima fixa PMXL-1, onde será realizado o processamento da produção.

O processo de produção de gás e condensado é descrito detalhadamente no item II.2 deste documento. Aqui é apresentada uma descrição sumária das principais atividades que caracterizam este processo, de forma a facilitar o entendimento dos critérios, considerações e resultados obtidos na Análise de Risco (AR).

- ★ Além das linhas de produção e dos umbilicais eletro-hidráulicos, o sistema de coleta também é composto por um duto de injeção de MEG, ligando a PMXL-1 ao manifold MSPG-MXL-1 e aos seus respectivos poços de produção;
- ★ O sistema submarino de coleta da produção e injeção de MEG consiste de linhas rígidas e flexíveis, que conectarão a PMXL-1 aos poços produtores de forma individual ou através de estruturas submarinas como manifold e ILT. As linhas de coleta serão interligadas ao header de produção da PMXL-1 através de risers rígidos, com auxílio de suportes e casings, instalados na jaqueta da plataforma e protegidos por defensas;
- ★ Após a saída dos coletores, o blend (mistura de gás, condensado e água) à temperatura de 25°C, será encaminhado para o separador trifásico de produção, que opera a uma pressão de 7.300 kPa (abs), onde haverá a separação de parte da água e do condensado associado. O condensado seguirá para o sistema de tratamento do condensado;
- ★ Do separador de produção, o gás será encaminhado para o sistema de depuração do gás. Em seguida, a corrente de gás passa pelo sistema de desidratação. O gás tratado será misturado ao condensado oriundo do sistema de desidratação do condensado e posteriormente, direcionado para o gasoduto de exportação;
- ★ O condensado, oriundo do separador de produção, a uma pressão de 7.300 kPa, será encaminhado para o filtro coalescedor, onde ocorrerá a separação de parte da água;
- ★ Posteriormente, a corrente será direcionada para a unidade de desidratação do condensado, de onde sairão uma corrente de condensado destinada a exportação e uma de gás úmido;
- ★ A água gerada, juntamente com o MEG, é direcionada para a unidade de recuperação de MEG, para posterior injeção nos poços. Nesta unidade, a água é evaporada e direcionada para o sistema de Vent.

II.8.3.4 - Descrição das Unidades

Unidades de Perfuração SS-39 e SS-45

Nas atividades de perfuração do Campo de Mexilhão, serão utilizadas as sondas de perfuração *Alaskan Star* SS-39 e *Atlantic Star* SS-45, ambas do tipo semi-submersível ancoradas, equipadas para operações em profundidades d'água de até 550 e 600 metros, respectivamente. A Figura II.8.3.4-1, apresentam ilustrações das sondas SS-39 e SS-45.



Figura II.8.3.4-1 - Foto ilustrativa das sondas de perfuração SS-39 e SS-45.

O Quadro II.8.3.4-1, a seguir, apresenta as principais características das sondas a serem utilizadas nas atividades de perfuração.

Quadro II.8.3.4-1 - Principais características sondas SS-39 e SS-45.

CARACTERÍSTICAS	SS-39	SS-45
ESPECIFICAÇÃO DA UNIDADE		
Nome	<i>Alaskan Star</i>	<i>Atlantic Star</i>
Tipo	Semi-Submersível ancorada	Semi-Submersível ancorada
Proprietário	<i>Star International Drilling Ltd</i>	<i>Star International Drilling Ltd</i>
Sociedade Classificadora	ABS	<i>Lloyd's Register</i>
Bandeira	Panamá	Bahamas
Ano de Construção	1976	1976
DIMENSÕES GERAIS		
Comprimento total	84,20 m	99,00 m
Boca moldada	79,60 m	103 m
Calado de operação	18,28 m	22 m
Deslocamento	20.156 ton	17963,12 ton
Poço (moonpool)	3,96 m x 7,00 m x 9,00 m	4,50 m x 6,00 m x 7,00 m
Acomodações	100 leitos	100 leitos
Heliponto	25,00 m x 25,00 m aprovado para aeronaves do tipo BELL 412 com até 17,13 m de comprimento total de resistência do piso 11.000 Kg	25,40 x 18,21 metros, aprovado para aeronaves do tipo BELL 412 de até 17,07 metros de comprimento, com capacidade de 13.000 Kg e condição operacional VFR diurna/noturna.
EQUIPAMENTOS		
Geração de Energia	3 geradores principais de 2.625 kVA cada 1 gerador de emergência de 250 kVA / 480 V	4 geradores principais de 2.600 kw cada 1 gerador de emergência de 330 kVA / 440 V
Ancoragem	8 âncoras tipo <i>Moorfast</i> de 13,60 ton 4 âncoras tipo <i>Stevipris</i> de 6,80 ton	10 âncoras do tipo <i>Vicianay LWT</i> ¹

¹ Fonte: <http://www.qgg.com.br/portugues/plataformas/atlantic.htm>

Com relação à capacidade de estocagem de líquidos, as sondas possuem tanques para água potável, óleo combustível, água industrial e lastro, conforme pode ser verificado no Quadro II.8.3.4-2.

Quadro II.8.3.4-2 - Arranjo de tanques das unidades de perfuração.

TIPO	QUANTIDADE		CAPACIDADE TOTAL (m ³)	
	SS-39	SS-45	SS-39	SS-45
Óleo combustível	-	2	-	812
Óleo diesel	3	-	1631,60	-
Óleo Lubrificante	1	-	227,05	-
Água de lastro	18	26	10640	10315
Água potável	2	2	230	580
Água de perfuração	4	2	1390	600
Lama ativo	5	-	306	-
Reserva de lama	2	-	41,14	-
Barita	-	-	-	-
Cimento	3	-	90,10	-
Bentonita/ Baritina	3	-	135,90	-

Com relação ao sistema de carga e descarga, a plataforma SS-39 possui dois guindastes de proa (fabricante *Manitowac*) do tipo motor a diesel com capacidade de 30 toneladas e um guindaste de popa (fabricante *Manitowac*) do tipo motor a diesel com capacidade de 25 toneladas. Já a plataforma SS-45, possui dois guindastes de proa com motor elétrico com capacidade de 30 toneladas e dois guindastes de popa com motor elétrico com capacidade de 12 toneladas.

a) Sistemas de Perfuração

As informações sobre o sistema de perfuração são apresentadas no quadro abaixo:

Quadro II.8.3.4-3 - Sistema de perfuração das sondas.

TIPO	SS-39	SS-45
Sustentação de Carga	<i>Continental Emsco</i> 160' x 40' x 40'; Capacidade: 1,000,000 lbs	<i>Dynamic</i> 160' x 36' x 36'; Capacidade: 1,150,000 lbs
Movimentação de Carga	<i>Continental Emsco</i> C-3 Tipo II 3,000 HP	<i>Gardner Denver</i> 3,000 HP
Circulação	2 x Bombas de lama <i>Continental Emsco</i> FA-1600 triplex, 1600 HP	2 x Bombas de lama <i>Gardner Denver</i> PZ-11 triplex, 1600 HP; 1 x <i>Gardner Denver</i> PZ-7 triplex, 550 HP
Rotação	<i>Top Drive</i> modelo <i>National Oilwell</i> PS- 2 650 t	-
Mesa Rotativa:	<i>Continental Emsco</i> Diâmetro 49.5". Modelo T-4950	<i>Continental Emsco</i> Diâmetro 49.5". Modelo T-4950 <i>Electric</i> <i>drive</i>

Fonte: site Rig zone (www.rigzone.com)

b) Sistema de tratamento e destino de fluidos e cascalhos

O fluido de perfuração oriundo do poço retorna a sonda e é direcionado ao sistema de extração de sólidos, para a remoção do cascalho gerado no intervalo perfurado. O sistema de extração de sólidos é constituído basicamente por equipamentos de separação tais como: peneiras vibratórias, degaseificador, desarenador, desiltador, centrífuga e quando da utilização de fluidos de base sintética, um secador de cascalho.

A figura abaixo apresenta de forma esquemática o sistema de tratamento de fluidos de perfuração.

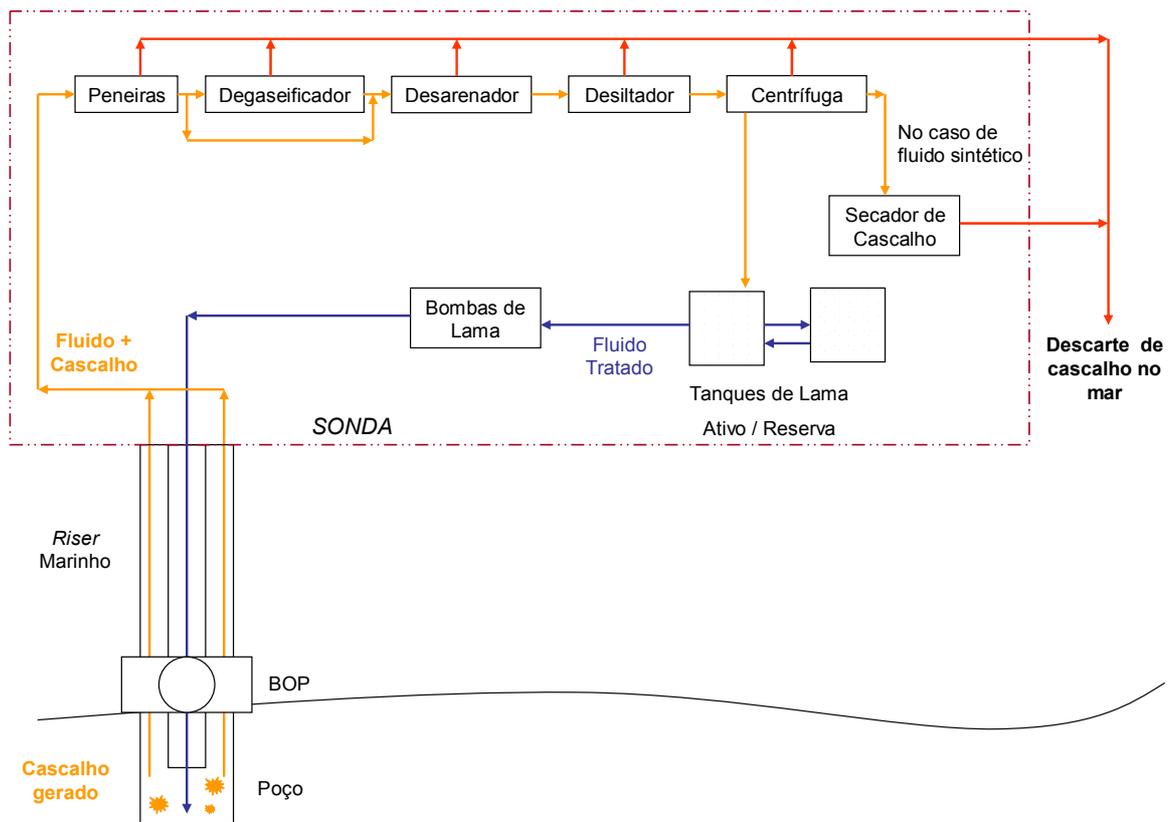


Figura II.8.3.4-2 - Fluxograma esquemático do tratamento de fluidos de perfuração.

Os fluidos à base água são dispostos no mar após utilização, e os de base sintética são reaproveitados na perfuração de outros poços. Os cascalhos serão descartados no mar, diretamente, no caso de cascalhos gerados em fase de perfuração com fluido à base de água, e após testes, no caso de fluidos de base sintética.

Todo o sistema de tratamento e destino de fluidos de perfuração e cascalho se encontra detalhado no item II.2.4.1-L.

c) Sistema de circulação de diesel

O sistema de circulação de óleo diesel consiste no bombeio do óleo pelos rebocadores através de mangueiras para os tanques de armazenamento das unidades marítimas.

O Quadro II.8.3.4-4 a seguir apresenta as capacidades dos tanques de bombas que compõem o sistema de circulação de óleo diesel:

Quadro II.8.3.4-4 - Sistema de circulação de óleo diesel.

Tipo	SS-39		SS-45	
	Quantidade	Capacidade	Quantidade	Capacidade
Tanques principais	2	500 m ³	-	-
Tanques diários	2	7,5 m ³	1	6,5 m ³
Tanques de óleo purificado	1	7,5 m ³	1	6,5 m ³
Tanque do gerador de emergência	1	2,5 m ³	1	2,5 m ³
Bombas	4	25 m ³ /h	2	25 m ³ /h

Uma descrição mais detalhada do sistema de circulação de óleo diesel encontra-se no item II.2.4.1.B da atividade de perfuração.

d) Descrição das Operações Complementares Previstas

As operações complementares previstas para os poços produtores de Mexilhão compreendem a realização de perfilagem nas últimas fases da perfuração, completção inicial, teste de formação, abandono temporário e completção final do poço.

- ★ Perfilagem – consiste na obtenção de perfis em relação à profundidade, de uma ou mais características ou propriedades das rochas perfuradas.
- ★ Completção Inicial – consiste na instalação de equipamentos no poço de modo a prepará-lo para a produção de gás com segurança e com melhor desempenho possível, ao longo de sua vida produtiva.
- ★ Teste de Formação – avalia a potencialidade de produção do reservatório.
- ★ Tamponamento/Abandono Temporário – consiste na colocação de tampões (mecânicos ou construídos com cimento), de modo a lacrar o poço com segurança, impedindo a mistura entre fluidos de diferentes formações e migração de fluidos para o fundo do mar.
- ★ Completção Final – estando todos os equipamentos disponíveis (coluna e acessórios, BAP e ANM), o poço abandonado temporariamente terá a

completação finalizada, para posteriormente ser interligado ao sistema submarino de coleta e início da produção de gás propriamente dita.

A descrição detalhada destas operações complementares se encontra no item II.2.4.1.C da descrição da atividade de perfuração.

e) Sistema de Proteção Ambiental e de Segurança

- *Sistema de Proteção Ambiental*

A plataforma *Alaskan Star* SS-39 e a *Atantic Star* SS-45 são certificadas de acordo com os requisitos de segurança do MODU Code 1979. Todas as duas unidades estão providas por uma série de sistemas de proteção ambiental que atendem tanto os princípios estabelecidos na Convenção MARPOL (73/78) e nas NORMAM's (Normas da Autoridade Marítima), especificamente a NORMAM 07, Capítulo 2, Seção III, que trata da poluição no mar, quanto o preconizado nas Resoluções CONAMA 357/05 e 313/02 (revogou a Resolução 06/88).

- ★ **Tratamento de efluentes sanitários** - Ambas as unidades de tratamento dos efluentes sanitários das sondas de perfuração possuem capacidade de 1,2 m³/h da Marca *Omnipure – Exeltec*, modelo 12 MC, e são constituídas de tanques e unidade de cloração, que produz cloro por eletrólise com a água do mar.
- ★ **Triturador de alimentos** – os restos alimentares serão encaminhados a um triturador de alimentos, onde serão triturados em partes menores (2,5 cm de diâmetro) para serem lançados no mar, atendendo as especificações na convenção MARPOL73/78. O triturador de alimentos de ambas as sondas é da marca *Sea Trapp*, modelo TR 2000 com potencia de 1,5 cv.
- ★ **Sistema de drenagem** - O sistema de drenagem é concebido de forma a assegurar que respingos, descargas ou vazamentos de fluidos de processo, sejam coletados e tratados antes de serem descartados diretamente para o meio ambiente. A descrição detalhada do sistema de

drenagem das sondas de perfuração se encontra no item II.2.4.1-O da descrição da atividade de perfuração.

- *Sistema de segurança*
- ★ **Segurança do poço** - As unidades de perfuração SS-39 e SS-45, como qualquer sonda de perfuração, possuem um sistema de segurança do poço que é constituído pelo BOP, um conjunto de equipamentos e válvulas de segurança, de atuação integrada, montados na cabeça do poço, projetados para permitir seu fechamento em caso de descontrole operacional da atividade de perfuração, permitindo a tomada de ações para a retomada do controle antes da ocorrência de um *blowout* (vazamento descontrolado).
- ★ **Sistema de Ancoragem** - o posicionamento das sondas de perfuração será realizado através de sistema de ancoragem convencional, constituído por linhas de amarração e âncoras que são cravadas, por arraste, no fundo marinho.
- ★ **Sistema de Detecção de gás** – as unidades de perfuração contam com detectores de gás combustível e H₂S fixos e portáteis.
- ★ **Sistema de combate a incêndio** - composto por equipamentos variados distribuídos por toda extensão das plataformas, sendo composto por bombas de combate a incêndio e sistemas de detecção de fumaça.
- ★ **Sistema de Detecção, Contenção e Bloqueio de Vazamentos** – os instrumentos normalmente utilizados para alerta de situações de vazamentos referem-se ao controle operacional da perfuração e podem ser utilizados como sistema de alerta de emergências e deflagrar a adoção de medidas de controle apropriadas.

As informações do sistema de segurança estão detalhadamente descritas no item II.2.4.1-O. da atividade de perfuração.

f) Sistema de geração de emergência:

- ★ Para a SS-39 é composto por um gerador de emergência Caterpillar D 343 PC com potência de 250 KVA/480 V responsável pela alimentação de sistemas no modo de emergência, entre os quais se destacam o conjunto de BOP's, sistema de lastro, esgoto, anel de incêndio e itens obrigatórios conforme MODU Code.
- ★ Para a SS-45 é composto por um gerador de emergência com potência de 330 KVA / 440V. O gerador de emergência é capaz de acionar as bombas de captação para alimentar o sistema de lastro, esgoto, anel de incêndio, unidade hidráulica de acionamento do BOP e itens obrigatórios, conforme exigência do MODU Code (iluminação de emergência, bombas de incêndio, elevador, etc).

Plataforma de Produção PMXL-1

A Plataforma de Mexilhão (PMXL-1), do tipo fixa, está projetada para processar até 15.000.000 Nm³/d de gás e 3.200 m³/d de condensado. A plataforma estará instalada em lâmina d'água de cerca 170 m a cerca de 140 Km da costa .

Os poços produtores estarão nos Campos de Mexilhão e área adjacente, dentro do Bloco BS-400.

As linhas de coleta dos poços P1H, P2H, P3H e MXL-2HP serão interligadas a plataforma de produção através do *manifold* MSPG-MXL-1, de onde saem duas linhas rígidas até a PMXL-1. Essas linhas rígidas serão interligadas ao *manifold* através de dois PLETs e dois *jumpers* de 30 m de comprimento cada. Os demais poços do sistema submarino (P21, P22 e P23) serão interligados entre si da seguinte forma: o poço P21 será interligado ao poço P-23 através de ILT e ao poço P22 em *pigback* por meio de linha flexível. O poço P22 é interligado à PMXL-1 via PLET. O ILT, que recebe as linhas dos poços P21 e P23, também é interligada à PMXL-1 via PLET.

A PMXL-1 terá alojamento com capacidade para 100 pessoas. A planta de processo terá as seguintes características:

- ★ Além de receber a produção do manifold submarinos e do poço satélite, há a previsão de recebimento da produção de mais 2 poços satélites;
- ★ A produção é realizada através da injeção de MEG, de forma a evitar a formação de hidrato nas linhas;
- ★ Na plataforma haverá 2 coletores (*manifolds*), sendo 1 de produção e outro para teste dos poços;
- ★ A jusante dos *manifolds* haverá 01 estágio de separação de produção, trifásico, operando a 73 bar. A separação de teste, também em um único separador, dar-se-á à mesma pressão;
- ★ O fluxo de gás na saída do Separador de Teste é unido ao do Separador de Produção e enviado para secagem com TEG. O fluxo de saída de condensado é bombeado para a entrada do Separador de Produção, enquanto a água retirada segue para o sistema de recuperação de MEG;
- ★ Durante a passagem de PIG, a linha de retorno será direcionada para o Separador de Teste. A redução na pressão junto ao Separador de Teste, durante a passagem de PIG, será compensada pela entrada do Compressor de Recuperação de Vapor;
- ★ O fluxo de gás dos separadores é enviado para a unidade de secagem com TEG, onde ocorre a remoção de água;
- ★ O condensado, na saída do Separador de Produção, é enviado para Unidade de Secagem de Condensado, que opera com gás de *Stripping*. Após a secagem, o condensado é bombeado para o Coletor de Exportação, de 34", onde une-se ao fluxo de gás da saída do TEG e é exportado para terra. Na saída da plataforma, no leito do mar, há uma válvula de bloqueio submarina;
- ★ O gás de *stripping* é seco em torre separada, também com sistema de TEG, e enviado para o Coletor de Exportação;
- ★ A água produzida nos Separadores de Produção e Teste, além da retirada nas unidades de stripping gás é enviada para a unidade de regeneração de MEG, sendo evaporada e direcionada para o sistema de

Vent. O MEG recuperado retorna ao circuito e é enviado novamente às ANM's;

- ★ O sistema de tratamento de água produzida é composto por hidrociclone, regeneração/ dessalgação de MEG;
- ★ A plataforma dispõe de Sistema de *Vent* de Alta Pressão (*Multi-Vent*), para depressurização da planta, onde o gás é liberado em alta velocidade, sem queima;
- ★ Dispõe também de *Vent* de baixa pressão (*Vent* atmosférico), para descarga dos fluxos de baixa pressão, também sem queima;
- ★ O sistema de Geração e distribuição de Energia é composto por turbogeradores, motogerador e baterias de UPS. Os turbogeradores operam preferencialmente com gás natural, alimentado através de sistema de gás combustível. Em caso de interrupção no fornecimento, há a possibilidade de utilização de óleo diesel para acionamento dos turbogeradores;
- ★ A plataforma dispõe de sistema de injeção de produtos químicos (anti-corrosivo, anti-incrustante e inibidor de hidrato- etanol);
- ★ O sistema de drenagem de PMXL-1 é composto por sistema de sistema de drenagem fechada (trifásica), e sistema de drenagem aberta (classificada e não classificada);
- ★ O Sistema de Ar comprimido fornece ar de instrumentos, de partida e parada de emergência;
- ★ O sistema de água é composto pelo sistema de (a) captação de água do mar, (b) de água de resfriamento (áreas classificadas e não classificadas) e (c) sistema de água quente;
- ★ A água quente é preferencialmente aquecida pelo *Waste Heat Recovery Unit* (WHRU) dos Turbogeneradores, havendo um Forno para complementação da carga necessária;
- ★ Há sistema dedicado para fornecimento da água de combate a incêndio, com dilúvio para os equipamentos;
- ★ No Heliporto haverá sistema de reabastecimento de aeronave, utilizando querosene de aviação (QAV).

II.8.3.5 - Inventário das Medidas de Segurança

Etapas de Perfuração

- ★ Serão utilizadas unidades semi-submersíveis, que por serem bastante estáveis, permitem operações com maior sensibilidade às condições meteorológicas possam ser executadas com menos interrupções;
- ★ Unidades marítimas equipadas com sistemas de proteção ambiental (tratamento efluentes e disposição de resíduos, drenagem, além do plano de emergência para derramamento de óleo, entre outros) e de segurança (equipamentos de detecção e combate a incêndio, controle de poço-BOP, etc).
- ★ Preventivamente foram considerados no Projeto Mexilhão medidas de segurança para prevenção e controle de *kicks*, com o objetivo de evitar o escalonamento para um cenário de *blowout*;
- ★ Neste contexto, as operações incluem a verificação prévia da pressão esperada das formações, nos tipos e densidades dos fluidos a serem utilizados e na configuração do abandono do poço;
- ★ São considerados os desenhos esquemáticos mostrando as formações produtoras e os equipamentos de sub-superfície a serem utilizados no poço;
- ★ As operações complementares devem ser conduzidas de acordo com o que determina a legislação e demais normas de segurança específicas para cada tipo de operação, as quais são baseadas nas melhores práticas adotadas pela indústria do petróleo;
- ★ Dentre as práticas adotadas durante a perfuração de um poço para manter o estrito controle do mesmo, destacam-se:
 - ↳ Disponibilização mínima, nas sondas de perfuração, de equipamentos necessários para a detecção de “kicks” tais como: registrador de taxa de penetração, medidor de variação da vazão de retorno, indicador de nível nos tanques de fluido para determinação

da variação do volume, indicador de nível no tanque de manobra para determinação da variação do volume, medidor de pressão e velocidade das bombas de lama, detector de gás (inclusive H₂S) e balança densimétrica;

- ↪ Realização de testes, em diferentes ocasiões durante a atividade de perfuração, nos equipamentos do sistema de controle de poço. Dentre estes testes, ressalta-se o de verificação de estanqueidade dos elementos de vedação no poço do conjunto BOP;
- ↪ Treinamento e certificação em identificação de *kicks* e controle de poço dos trabalhadores (torrista, plataformista, sondador, fiscal, supervisor de perfuração, encarregado da sonda, químico de petróleo, etc), envolvidos diretamente nas atividades de perfuração, conforme programa de credenciamento em segurança de poço da IADC (Associação internacional dos contratantes de perfuração);
- ↪ Realização de treinamento periódico de controle de “kick” com o objetivo de assegurar que os funcionários envolvidos estejam capacitados para o controle do poço e testar seu poder de reação em situações inesperadas;
- ↪ Monitoramento permanente do nível do fluido de perfuração através de sensores de fluxo e do tanque de manobra;
- ↪ Verificação do nível do fluido de perfuração (observando que não haja perda nem influxo de fluido) durante retirada da coluna ou em paradas e conexões;
- ↪ Monitoramento de todos os parâmetros de perfuração necessários e utilização de algoritmos para correlação dos dados obtidos da formação que esteja sendo perfurada com litologias análogas e poços vizinhos, observando variações nos parâmetros que possam indicar anomalias de pressão;
- ↪ Perfuração com peso de lama adequado, trabalhando em *overbalance*, ou seja, com pressão hidrostática de fluido acima da pressão esperada da formação;
- ↪ Utilização de recursos de “*mud logging*” para detectar possíveis influxos;

- ↪ Estocagem para uso imediato de quantidades minimamente adequadas de cimento e materiais adensantes para o caso de necessidade de amortecimento do poço.
- ★ Dentre as ações corretivas adotadas, destacam-se:
 - ↪ Na eventualidade de detecção de um influxo, o procedimento imediato é interromper a perfuração e acionar o conjunto BOP, o qual isola o poço confinando a pressão e prevenindo influxos maiores.
 - ↪ Em seguida, reinicia-se a circulação do poço mantendo o influxo controlado e aumentando o peso do fluido de perfuração para exercer uma pressão maior que a da formação até certificar-se que o poço esteja novamente estável.
 - ↪ Os procedimentos de segurança e emergência da Petrobras contemplam, ainda se necessário, o desligamento de fontes de ignição e interrupção de trabalhos a quente, alerta e acionamento de embarcações e helicópteros da área, desconexão de emergência, evacuação e/ou abandono da plataforma, etc.

Etapas de Instalação

- ★ As ANM's serão testadas previamente, de forma a permitir a detecção de qualquer problema ainda na superfície, minimizando os riscos de vazamentos;
- ★ As ANMS serão posicionadas através de sistemas específicos e precisos, a partir das sondas, em locais previamente mapeados e determinados, de forma a minimizar danos ao fundo do mar;
- ★ Os dutos serão lançados utilizando embarcações específicas, com grande precisão;
- ★ As linhas de ligação entre as ANM e o Manifold, entre estes e a PMXL-1 e entre a ANM a PMXL-1 serão previamente lavadas com etanol, e submetidas a teste de estanqueidade, de forma a verificar as ligações;

- ★ As válvulas de controle são do tipo normalmente fechadas, ou seja, a interrupção no fornecimento de fluido hidráulico provoca o fechamento das válvulas e interrupção da produção do poço, limitando os riscos e volumes de vazamento;
- ★ A plataforma será instalada em lâmina d'água rasa, utilizando estacas cravadas no solo;
- ★ O Sistema de fixação e estacas da PMXL-1 foi projetado para as condições de tormenta da Bacia de Santos minimizando o risco de rupturas e falhas;
- ★ O gasoduto de exportação será provido de válvula Submarina de Bloqueio (SSV), instalada próxima à PMXL-1, de forma a permitir o isolamento da linha em caso de vazamento de gás junto à instalação;
- ★ Os dutos serão submetidos a teste hidrostático e passagem de PIG instrumentado, para medição de espessura e verificação da estanqueidade. Desta forma, minimiza-se o risco de falhas e vazamentos.

Etapas de Produção

- ★ As linhas de importação (sistema de coleta) conectam-se diretamente aos Recebedores e Lançadores de PIG ou aos Coletores localizados no *First* e *Second Decks*. Ambos dispõem de piso de chapas, com drenos, o que facilita a contenção de eventuais vazamentos, reduzindo o risco de o condensado chegar ao mar;
- ★ O piso de todos os conveses, exceto o *Cellar Deck*, será de chapa, com sistema de drenos ligado a Vaso de Drenagem, de forma a conter eventuais vazamentos;
- ★ No *Cellar Deck* haverá bandejas de contenção sob os equipamentos que manuseiam óleo, de forma a conter eventuais vazamentos;
- ★ É restrita a navegação na região da Plataforma, sendo os *Risers* posicionados na sua região central, protegidos pelos contraventamentos da jaqueta. Desta forma, restringe-se o risco de colisão entre os Barcos de Apoio e os *Risers*;

- ★ Em toda a plataforma haverá proteção passiva dedicada, dimensionada para suportar incêndios, garantindo a segurança da estrutura mesmo em caso de incêndio em jato nas linhas de gás;
- ★ Os principais equipamentos da planta de processo serão instalados sobre piso de chapa, provido de barreiras de contenção lateral, ligados ao Sistema de Drenagem. Desta forma, eventuais vazamentos de óleo serão coletadas e encaminhados ao Tanque de Drenagem;
- ★ Os tanques de diesel localizam-se na região central dos conveses, o que facilita a contenção e drenagem de eventuais vazamentos;
- ★ Os equipamentos que manuseiam hidrocarbonetos serão instalados em áreas abertas, bem ventiladas, o que minimiza o risco de explosão;
- ★ A movimentação de carga por guindaste limita-se ao *Top Deck*, onde estão instalados apenas os turbo-geradores (TG's). Desta forma, minimiza-se o risco de cargas suspensas atingirem os maiores inventários de condensado, como os Separadores, e demais vasos que armazenam fluidos. Nos demais decks a movimentação de carga será através de talhas. Desta forma, minimiza-se consideravelmente o risco de vazamentos provocados por queda de objetos;
- ★ A posição da descarga dos TG's foi definida com base em estudo de dispersão de fumaça, de forma a evitar a ocorrência de temperaturas elevadas na região do Heliporto, minimizando eventuais riscos para sua operação;
- ★ A plataforma opera com queima zero de gás, com sistema de *multi-vent*, eliminando a necessidade de chama piloto. Este tipo de procedimento limita o gás emitido ao gás de purga do sistema, de vazões reduzidas, minimizando o volume de emissões atmosféricas, adicionalmente, reduz-se o risco de derrame de óleo pelos orifícios do multi-vent. ;
- ★ A planta é dotada de sistema de despressurização em caso de emergência, que conduz o gás para *multi-vent*. Este sistema é composto por válvulas de Controle de Pressão (BDV) e de Alívio de Pressão (PSV), operando de forma redundante;
- ★ Os turbo-geradores operarão com Gás Natural, reduzindo o nível de emissões. A presença de tanques de diesel diários assegura a

confiabilidade do sistema, em caso de problemas na produção ou importação de gás;

- ★ A maior parte das bombas (exceto as de combate a incêndio) e demais equipamentos serão acionados por motores elétricos, ao invés das tradicionais turbinas a gás ou motores a diesel. Nesta filosofia de projeto aumenta-se a capacidade dos geradores, porém eliminam-se as emissões geradas nas antigas turbinas a gás ou motores diesel. Aumentando-se o volume de queima de gás nos turbo-geradores aumenta-se a eficiência dos mesmos, aproveita-se o calor gerado para aquecimento da água e reduz-se o volume final das emissões;
- ★ Toda a planta de processo é protegida por detectores de fogo e gás, estes últimos do tipo infra-vermelho, visando a percepção e combate a situações de emergência ainda em seu início;
- ★ A plataforma utiliza somente diesel marítimo, não inflamável. O óleo diesel importado é dito “morto”, ou seja, com baixos teores de voláteis, o que dificulta a sua combustão. Este fluido reduz o risco de incêndio, se comparados aos óleos manuseados em plataformas de produção de óleo ou mesmo ao condensado produzido em PMXL-1;
- ★ Os equipamentos e tubulações que manuseiam hidrocarbonetos são protegidos através de sistema dedicado de combate a incêndio, dimensionado de acordo com as exigências da NFPA (*National Fire Protection Association*). Desta forma, garante-se que mesmo em caso de incêndio em um dado equipamento ou tubulação não haverá propagação para os vizinhos;
- ★ A plataforma conta com sistema dedicado de fornecimento de água de combate a incêndio, composto por 02 bombas diesel-hidráulicas, cada uma com capacidade de fornecer 100% da vazão total de demanda do sistema dimensionante mais 02 hidrantes;
- ★ Além do Sistema de Dilúvio, o Sistema de Combate a Incêndio é composto por canhões de água e espuma, monitores portáteis, sistema fixo de CO₂ e extintores de água, pó químico e CO₂;
- ★ O descarte de água de drenagem será monitorado permanentemente por analisador de água. Qualquer desvio na qualidade da água implicará em

alarme na sala de controle e redução do descarte, até que as especificações sejam atingidas;

- ★ Além do sistema automático de medição da qualidade da água, haverá processo de amostragem periódica, para verificação da qualidade da mesma e aferição do sistema automático;
- ★ Todo o processo é protegido por válvulas de bloqueio de fluxo (SDV), sistemas de alta e baixa pressão, além de sensores de nível alto, muito alto, baixo e muito baixo;
- ★ As válvulas de segurança utilizadas são do tipo “normalmente fechadas”, ou seja, é necessária a presença de ação externa para mantê-las abertas. Desta forma, em caso de interrupção de energia (elétrica, ar comprimido ou hidráulica) estas válvulas irão fechar, bloqueando o fluxo e levando a embarcação para uma condição segura;
- ★ Os tanques de Diesel possuem medidores sônicos de nível, de forma a facilitar a percepção de vazamentos, minimizando os volumes derramados;
- ★ Os dutos possuem sistema de detecção e interrupção de vazamentos o qual possuem válvulas de fechamento com acionamento hidráulico e manual, sensores de pressão e medidores de vazão.
- ★ As linhas de produção que comunicam as ANM's com o *Manifold* submarino e com a plataforma são dimensionadas para suportarem a pressão máxima de shut-inn dos poços;
- ★ As linhas entre o *Manifold* submarino e a plataforma dispõem de sistemas de proteção contra sobrepresão, com redundância e confiabilidade adequada para a função;
- ★ Haverá injeção contínua de MEG para inibir a formação de hidrato, o que reduz o risco de obstrução das linhas. O MEG injetado será regenerado na plataforma, reduzindo a necessidade de reposição.