

## II.3. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

### II.3.1. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO DE PERFURAÇÃO

#### A. Caracterização das Etapas do Processo de Perfuração

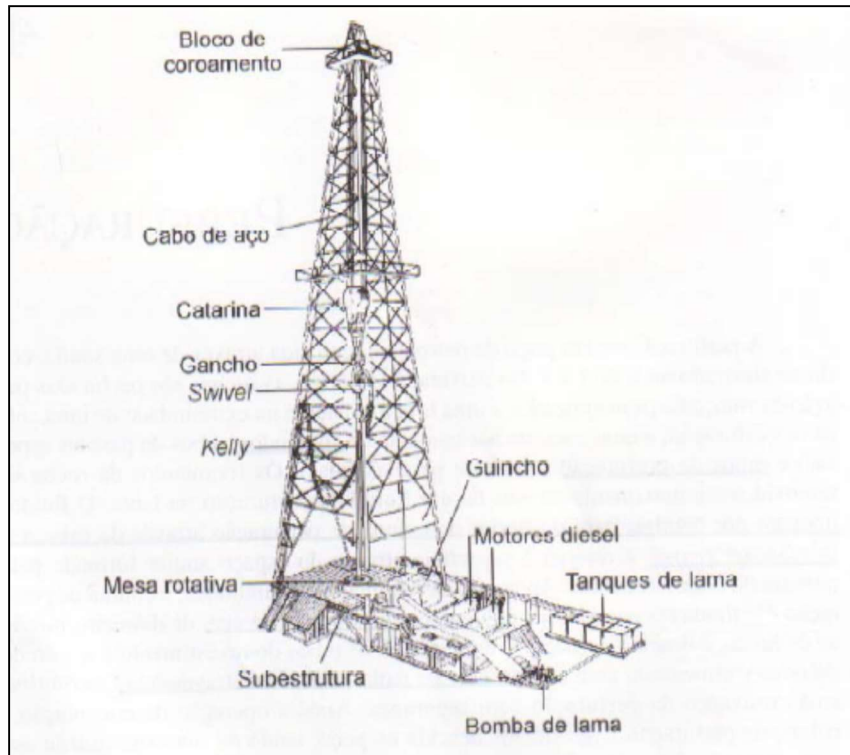
O processo de perfuração e suas etapas serão aqui descritos com base em BOURGOYNE *et al.* (1991), ECONOMIDES *et al.* (1998) e THOMAS (2001), e, através dos principais sistemas que compõem uma sonda rotativa, a saber: sistemas de força, de suspensão, rotativo, de circulação, de segurança e de monitoramento do poço. Descreve-se, a seguir, os equipamentos dos referidos sistemas existentes no navio-sonda NS-42, a ser utilizado para a atividade de perfuração marítima no Bloco FZA-M-59, Bacia da Foz do Amazonas.

Na perfuração rotativa, um poço é aberto com o emprego de uma coluna de perfuração formada por diversos tubos conectados entre si, contendo uma broca em sua extremidade. Quanto mais a broca se aprofunda, mais tubos de perfuração vão sendo encaixados em sua parte superior, na unidade de perfuração. Durante a perfuração a broca lança um fluido, denominado fluido de perfuração ou lama, que circula pelo poço voltando à superfície através do espaço anular entre a coluna de perfuração e a parede de poço. O fluido transporta à superfície os fragmentos de rocha gerados durante a perfuração (cascalhos).

#### i) Principais Sistemas que Compõem uma Sonda Rotativa

- Sistema de Suspensão

O sistema de suspensão tem a função de sustentar e manobrar cargas (como a coluna de perfuração, colunas de revestimentos ou quaisquer outros equipamentos) para dentro ou fora do poço. Os componentes principais deste sistema são a torre, o guincho, o bloco de coroamento e a catarina (**Figura II.3.1.1**). A torre é uma estrutura que provê altura vertical necessária para elevar ou abaixar a coluna de perfuração, além de sustentar polias e cabos. A coluna de perfuração é formada por seções de tubos rígidos, que necessitam de espaço vertical livre para ocupar ao serem “içados” do poço. A movimentação pelo poço da coluna de perfuração e demais equipamentos é realizada com o auxílio de um guincho, que compreende, basicamente, o bloco de coroamento (polias fixas) e a catarina (polias móveis), com a função de içar e deslocar cargas pesadas. O sistema de suspensão é o responsável por realizar duas importantes operações de rotina, quais sejam: (i) acrescentar um novo tubo à coluna de perfuração, conforme o poço vai ganhando profundidade, e (ii) remover a coluna de perfuração de dentro do poço, para troca da broca desgastada ou de um tubo danificado. Ambos os procedimentos são realizados com o amparo da torre de perfuração enquanto a coluna fica, temporariamente, fora do poço.



**FIGURA II.3.1.1 – Esquema de uma sonda rotativa.**

Fonte: THOMAS, 2001

- **Sistema Rotativo**

O sistema rotativo é o responsável pela rotação da coluna de perfuração, compreendendo todos os equipamentos utilizados para girá-la. Em sondas convencionais, os principais componentes deste sistema são a cabeça de injeção (*swivel*), os tubos de perfuração e os comandos. A cabeça de injeção (*swivel*) é o equipamento que sustenta o peso da coluna de perfuração e permite seu giro, constituindo elemento de ligação entre a parte móvel (a coluna de perfuração) e a fixa (todo conjunto de equipamentos localizados acima da coluna de perfuração). Os tubos de perfuração, apresentados na **Figura II.3.1.2**, são aqueles que se conectam formando a coluna de perfuração, e os comandos são dutos de maior espessura, acoplados aos tubos de perfuração, com a função de exercer peso sobre a broca para que esta avance perfurando as formações.



**FIGURA II.3.1.2 – Tubos de perfuração sendo organizados em uma Sonda.**

Fonte: OSHA, 2007

A mesa rotativa é um equipamento responsável por dar o torque na coluna de perfuração durante as operações e por suportar o peso da coluna durante as operações de manobra. A utilização da mesa rotativa como ferramenta capaz de rotacionar a coluna de perfuração, depende do uso concomitante de outros equipamentos como o *kelly* e o *swivel*.

O *kelly* (**Figura II.3.1.3**) é um segmento de tubo especial que apresenta seção transversal quadrada, sextavada ou octogonal, o qual passa por dentro da mesa rotativa, transmitindo assim, a rotação da mesa por toda coluna de perfuração até a broca.

O sistema *top drive* (ilustrado na **Figura II.3.1.4**) consiste em um motor acoplado à catarina (denominado motor *top drive*) e transmite rotação à coluna de perfuração. Este equipamento é uma alternativa mais eficiente ao uso da mesa rotativa e *kelly*. Neste sistema a rotação é transmitida à coluna de perfuração através de um motor acoplado à catarina (*travelling block*), que é o bloco de manobra, içamento de cargas do guincho de perfuração e sustentação do peso da cabeça injetora e de grande parte da coluna de perfuração. A catarina se move verticalmente ao longo de toda altura da torre da sonda, seja solta ou deslizando sobre trilhos.

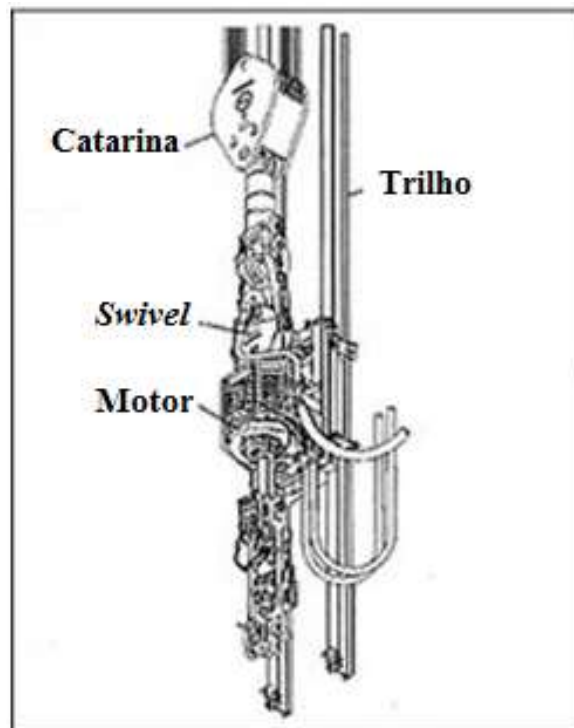
Com o motor acoplado no topo da coluna, ganha-se mais espaço e torna-se possível avançar com a perfuração do poço de três em três tubos ao invés de um a um, como quando se utilizava a mesa rotativa e o *kelly*.

É destacado que após o advento do *top drive*, a mesa rotativa passou a ser usada para segurar o peso da coluna durante as manobras e serve como acesso entre o piso da plataforma e o mar.



**FIGURA II.3.1.3 – Kelly e a mesa rotativa de uma sonda convencional.**

Fonte: [http://directionaldrilling.blogspot.com.br/2011/06/directional-drilling-and-its\\_28.html](http://directionaldrilling.blogspot.com.br/2011/06/directional-drilling-and-its_28.html)



**FIGURA II.3.1.4 – Sistema Top Drive.**

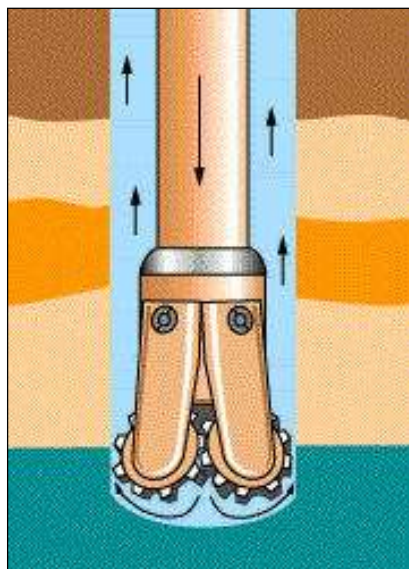
Fonte: Adaptado de THOMAS, 2001

- **Sistema de Circulação de Lama**

O sistema de circulação é um circuito fechado, responsável pela circulação e tratamento do fluido de perfuração na sonda. As funções principais do fluido são remover de dentro do poço os cascalhos formados pela broca, transportando-os para a superfície junto com a lama de perfuração, lubrificar e resfriar a broca e manter o equilíbrio de pressões no interior do poço (com auxílio do fluido de perfuração).

Os cascalhos que chegam à superfície constituem importantes materiais de pesquisa geológica, fornecendo informações a respeito das formações perfuradas. Os principais componentes deste sistema são as bombas de lama, mangueira de injeção, tanques de fluido e os diversos equipamentos de controle de sólidos [peneira vibratória, hidrociclones (desareador, dessiltador ou *mud cleaner*), centrífuga e, quando aplicável, secadores de cascalhos]. Estes, se destinam a extrair os sólidos e gases do fluido de perfuração, além de limpá-lo de contaminantes como argilas, siltes, areias e pedregulhos previamente ao reaproveitamento ou descarte para o mar, quando aprovado pelo órgão ambiental.

Os equipamentos de controle de sólidos serão descritos com maiores detalhes posteriormente neste EIA, no Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos. As bombas de lama bombeiam o fluido de perfuração para dentro do poço. Descendo pela coluna de perfuração, o fluido é expelido pela broca e retorna pelo espaço anular entre a coluna de perfuração e a parede do poço, conforme ilustrado nas **Figuras II.3.1.5 e II.3.1.6**. Quando o fluido chega à superfície, após passar pelo sistema de controle de sólidos, é acondicionado nos chamados tanques de fluido, onde será testado, tendo suas propriedades físico-químicas avaliadas e corrigidas através da adição de produtos químicos específicos. Atingindo-se as condições ótimas desejadas para o fluido, este pode, ser reaproveitado, sendo bombeado através das bombas de lama para dentro do poço novamente. Caso o reaproveitamento do fluido não possa ocorrer, este deverá ser encaminhado para destinação adequada em terra.

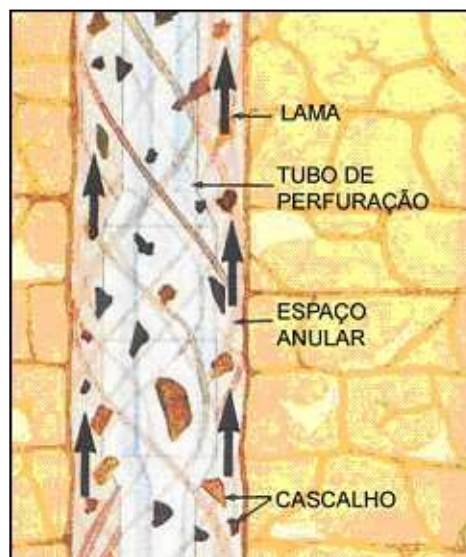


**FIGURA II.3.1.5 – Injeção e retorno de fluido e cascalho pelo espaço anular.**

Fonte: [http://www.bluepetrooil.com/how\\_oil\\_drilling\\_works.htm](http://www.bluepetrooil.com/how_oil_drilling_works.htm)

São funções dos fluidos de perfuração (BOURGOYNE *et al.*, 1991; CAENN *et al.*, 2011; CORRÊA, 2012; REIS, 1996; VEIL *et al.*, 1995):

- Limpar o poço pela remoção dos cascalhos gerados pela ação da broca, transportando-os pelo espaço anular até a superfície para separação adequada;
- Manter os cascalhos em suspensão, evitando que decantem no poço, prevenindo problemas de prisão da coluna.
- Lubrificar e resfriar a broca para evitar os efeitos das altas temperaturas encontradas no poço ou causadas por atrito;
- Minimizar o atrito causado pela rotação da coluna nas paredes do poço;
- Manter a estabilidade da parede do poço, evitando desmoronamentos, alargamentos ou inchamentos das formações;
- Contrabalançar a pressão dos fluidos existentes nas rochas atravessadas, água, petróleo e gás, que podem estar sob altas pressões; se não forem controlados, podem invadir o poço, contaminar o fluido de perfuração e causar problemas mais sérios, como fluência descontrolada do poço (*blowout*);
- Trazer à superfície informações a respeito das formações litológicas perfuradas.



**FIGURA II.3.1.6 – Retorno de fluido e cascalho pelo anular.**

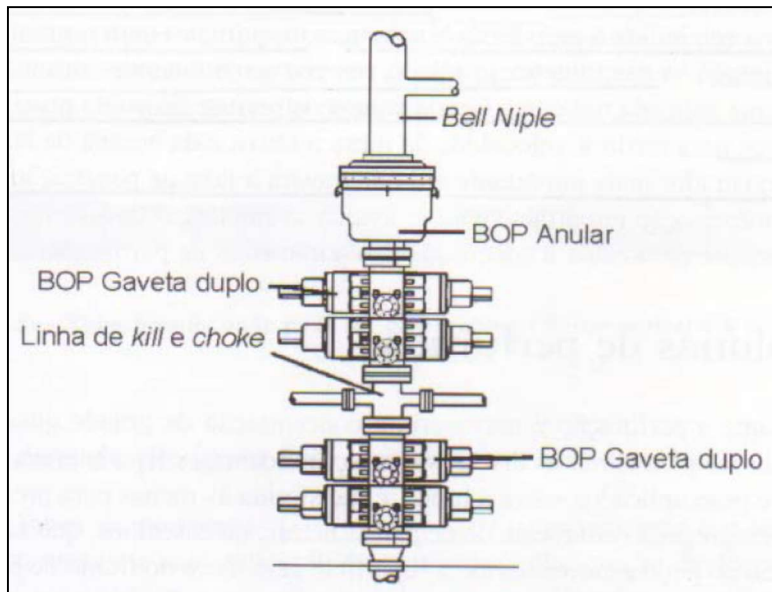
(Fonte: BAKER, 1985)

O tratamento da lama reduz a necessidade de produção de mais fluido durante a perfuração, com conseqüente redução no custo da operação e, principalmente, minimização do impacto ambiental inerente a disposição final deste resíduo (não-contaminado) no mar e em terra. Ou seja, o tratamento ininterrupto da lama produzida a bordo reduz a quantidade de lama necessária para a perfuração, que é usada continuamente, após tratamento físico-químico de forma a manter adequadas suas características de uso.

#### • Sistema de Controle do Poço

O sistema de controle do poço, como o próprio nome indica, tem a finalidade de permitir que as operações sejam executadas em segurança. Esse sistema deve ser capaz de fechar o poço em caso de *kick* (fluxo

indesejável de fluidos da formação para dentro do poço) ou *blowout* (fluência descontrolada do poço), sendo seu principal equipamento o *Blowout Preventer* (BOP). O BOP, apresentado na **Figura II.3.1.7**, é um conjunto de válvulas de segurança que permitem isolar o poço do ambiente externo. Deste conjunto destacam-se as válvulas de gaveta que isolam o poço propriamente e as linhas de *choke* e *kill* que permitem circular os fluidos invasores para fora do poço em condições controladas.



**FIGURA II.3.1.7 – Arranjo típico de um conjunto de BOP.**

(Fonte: <http://gcaptain.com/exclusive-hires-photos-deepwater/>).

A detecção de um *kick* durante as operações de perfuração é realizada com o auxílio de um indicador de fluxo ou de um indicador de volume de lama, que detectam um aumento do fluxo de lama que está retornando do poço sobre aquele que está sendo circulado pela bomba. Uma falha no sistema de controle do poço pode resultar numa erupção.

- **Sistema de Monitoramento do Poço**

O sistema de monitoramento do poço registra e controla parâmetros que auxiliam na análise da perfuração, possibilitando detectar rapidamente possíveis problemas relativos à perfuração, tais como: pressões anormais do poço, prisões de coluna e etc. São utilizados manômetros para indicar as pressões de bombeio, torquímetros para informar o torque na coluna de perfuração, tacômetros para indicação da velocidade da bomba de lama e indicadores de peso e torque sobre a broca. Demais parâmetros monitorados incluem profundidade de perfuração, taxa de penetração, velocidade de rotação, taxa de bombeamento, densidade, salinidade e temperatura da lama, conteúdo de gás na lama, conteúdo de gases perigosos no ar, nível de lama e taxa de fluxo da lama.

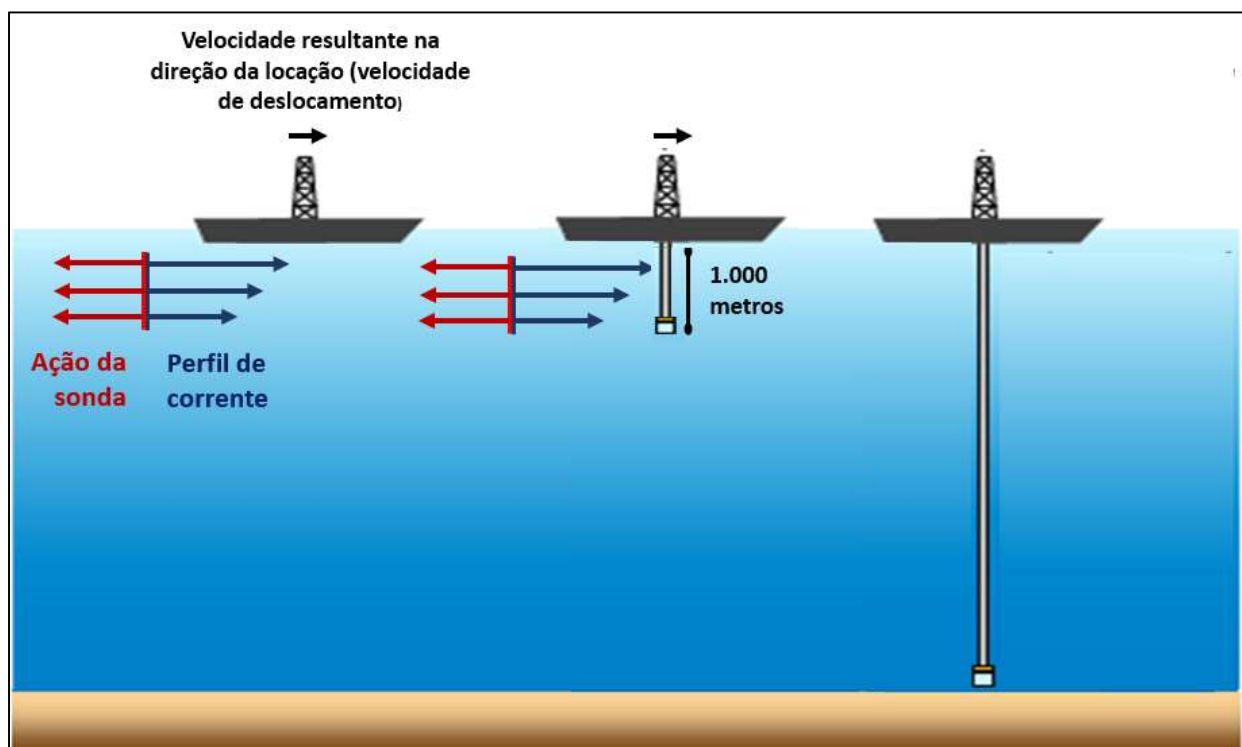
- **Sistema de Força**

O sistema de força permeia todos os demais, consistindo no modo como as sondas de perfuração podem transmitir energia para seus equipamentos, por via mecânica ou diesel-elétrica. Os equipamentos das sondas modernas são geralmente movidos a motores a diesel, como é o caso do navio-sonda NS-42.

## ii) Operação de Drift-running

Conforme apresentado no Estudo Ambiental de Caráter Regional, a Bacia da Foz do Amazonas na região do Bloco FZA-M-59 sofre a influência direta da Corrente Norte do Brasil (CNB). Esta corrente concentra-se na camada superficial da coluna d'água, onde flui na direção Oeste/Noroeste durante todo o ano, podendo alcançar velocidades consideráveis. Tendo em vista a necessidade de se contingenciar correntes com maior potencial hidrodinâmico na porção superior da coluna d'água durante o período em que o conjunto *riser*-BOP estiver sendo descido, as equipes operacionais da sonda, juntamente com as equipes de perfuração das operadoras, se planejaram para a necessidade de adoção da técnica conhecida como *drift-running*.

A operação de *drift-running* consiste em descer o conjunto *riser*-BOP na coluna d'água, principalmente ao longo da camada mais superficial onde são verificadas as maiores velocidades de corrente, enquanto a unidade de perfuração se desloca em direção à locação, interferindo e reduzindo a sua velocidade relativa a estas correntes marinhas, através da geração controlada de propulsão no sentido inverso (**Figura II.3.1.8**). O benefício desta técnica é minimizar os esforços de arraste e consequentemente o risco de falha estrutural na porção superior do conjunto *riser*-BOP durante a sua descida.



**FIGURA II.3.1.8 – Vetoriais do perfil de correntes e da ação da unidade de perfuração durante a operação de *drift-running*.**

No contexto das atividades na Bacia da Foz do Amazonas, todo o planejamento desta operação contingencial foi dimensionado com base na análise de risco do projeto, considerando as faixas de operacionalidade dos equipamentos do navio sonda NS-42, bem como o perfil regional de correntes por faixa de profundidade, utilizando-se, para tanto, de um modelo conservador, que tem por objetivo a análise de eventos extremos, como se observa na **Figura II.3.1.9**, a seguir.

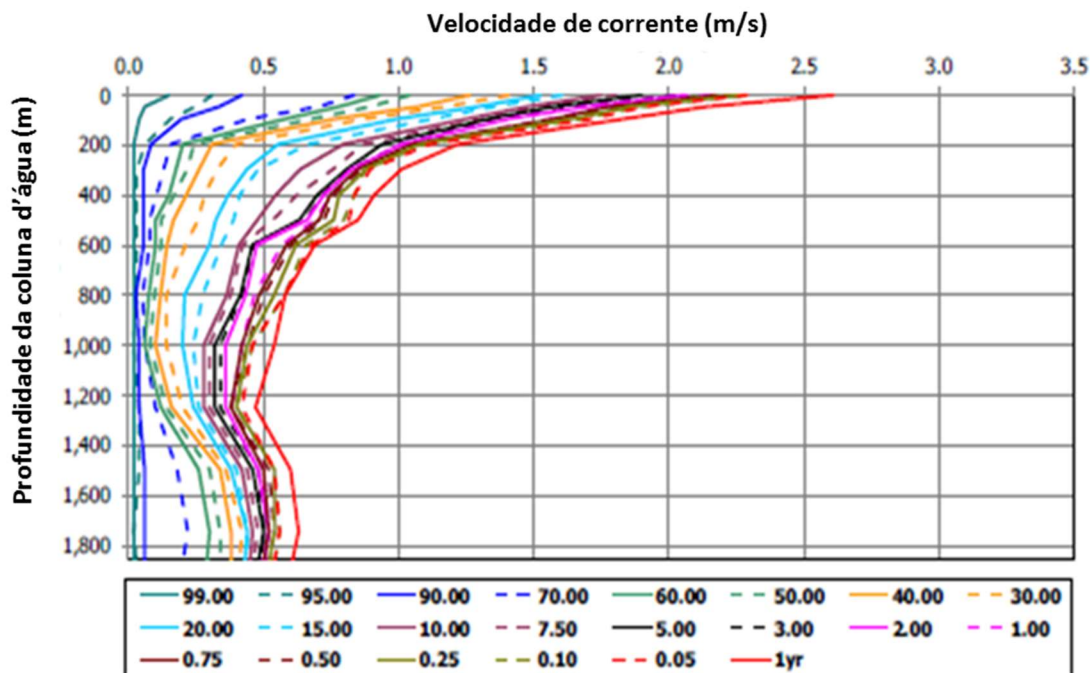


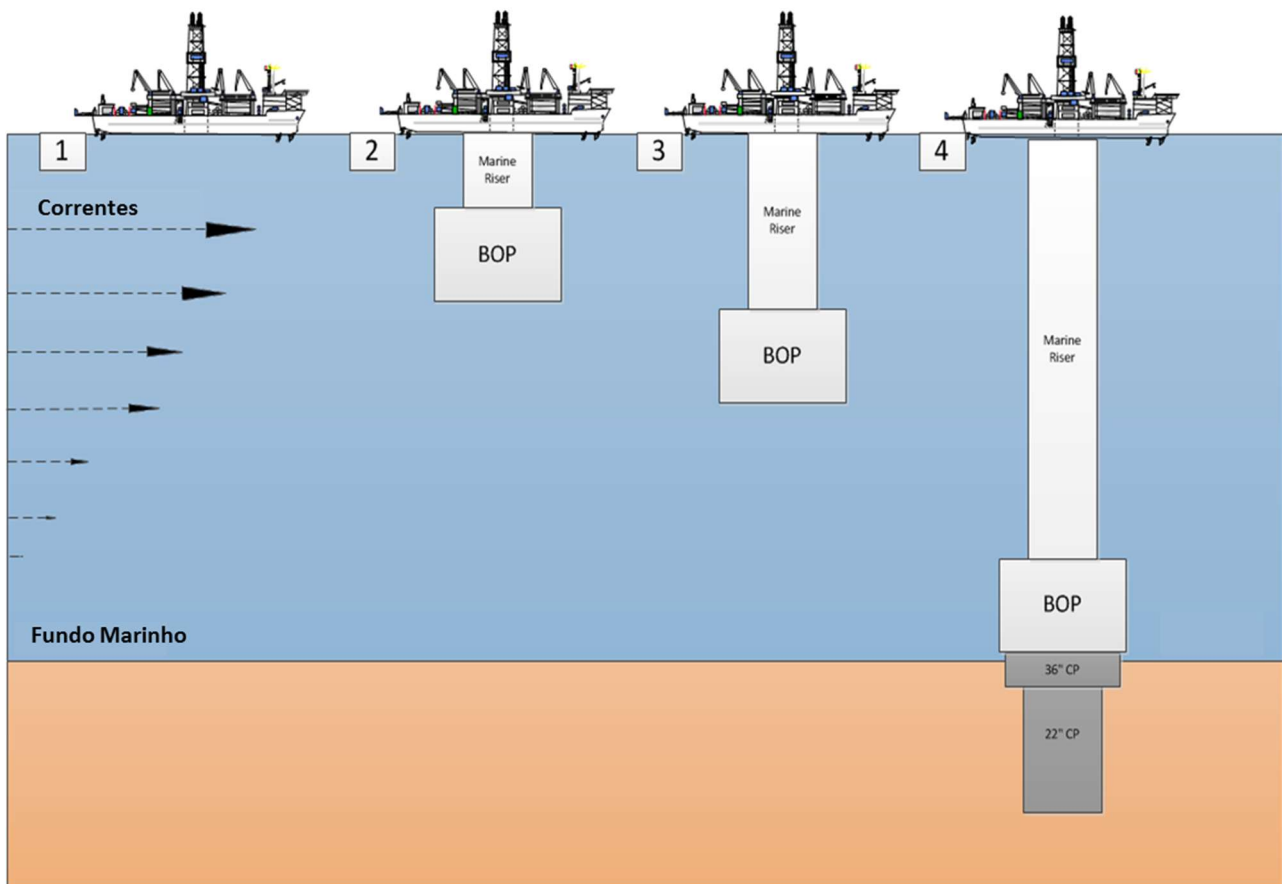
FIGURA II.3.1.9 – Perfis verticais de corrente na Foz do Amazonas.

Fonte: 2H Offshore.

Assim sendo, a análise de risco (e por conseguinte o planejamento da operação) considerou correntes superficiais na região, que evidenciaram um valor máximo chegando a 5 nós (ou 2,57 m/s). Ainda tendo em conta este perfil de correntes e as faixas de operacionalidade dos equipamentos, verificou-se, de forma conservadora, que as intensidades de correntes potencialmente críticas para a integridade dos equipamentos restringiram-se aos primeiros 500m de profundidade.

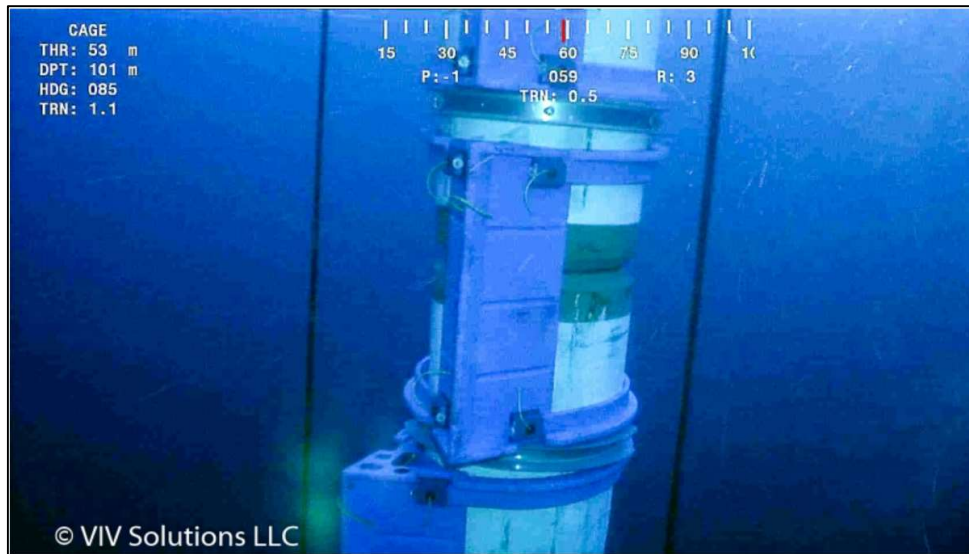
As etapas da operação contingencial de *drift-running* planejada para as atividades na Foz do Amazonas são descritas a seguir e ilustradas na **Figura II.3.1.10**:

- **Etapa 1:** a uma determinada distância da locação do poço pré-definida em planejamento, a unidade se posiciona e começa a ajustar a sua velocidade para reduzir sua resultante relativa às correntes marinhas da camada superior da coluna d'água.
- **Etapa 2:** a unidade começa a descida do conjunto *riser*-BOP, com um curso e uma velocidade pré-definidos, monitorados e corrigidos em tempo real, se necessário, de acordo com as condições hidrodinâmicas em vigor.
- **Etapa 3:** uma vez que o conjunto *riser*-BOP alcance o final da profundidade considerada crítica – para efeitos de planejamento da operação, considerou-se conservadoramente os 1.000 metros iniciais, chegando-se a esse limite caso necessário, e respeitando-se uma distância mínima de 500 metros acima do assoalho marinho –, a descida do conjunto pelo restante da coluna d'água poderá ser feita na locação, sendo perfeitamente gerenciáveis as tensões exercidas sobre o sistema como um todo nesta fase (zona superficial com correntes mais intensas apenas sobre o *riser*, e zonas mais profundas – após 500 m – com correntes menores sobre o conjunto *riser*-BOP), considerando as especificações do equipamento.
- **Etapa 4:** a unidade + conjunto *riser*-BOP posicionam-se sobre o poço e dá-se sequência à descida do conjunto até a conexão do BOP à cabeça do poço.



**FIGURA II.3.1.10 – Exemplo esquemático de operação de *drift-running*.**

Durante a operação, o *riser* estará preenchido com água do mar e externamente revestido por dispositivos do tipo *fairings* (Figura II.3.1.11) na sua porção superior (500m). O uso de dispositivos do tipo *fairing* (carenagem em forma semelhante a um aerofólio) acoplados à porção superior do *riser* é previsto com o objetivo de prevenir a ocorrência de vibrações induzidas por vórtices (VIV). Esses dispositivos permanecerão não apenas durante a operação de *drift-running*, mas também em todas as fases subsequentes da perfuração, assim como o monitoramento realizado por sensores acoplados ao BOP e ao *riser* em toda a sua extensão, capazes de registrar variações de ângulo das juntas flexíveis, tensões e fadigas.



**FIGURA II.3.1.11 – Exemplo ilustrativo de *fairings* acoplados a um equipamento de fundo.**

Ainda durante a operação de *drift-running*, o navio sonda será escoltado pela embarcação de apoio dotada de ROV, que realizará o monitoramento do conjunto *riser*-BOP.

As condições para a realização da operação de *drift-running* encontram-se na **Tabela II.3.1.1**. Como já mencionado, não é prevista a realização da operação de *drift-running* de forma sistemática. Ela somente será realizada, em carácter contingencial, se as condições de correntes na camada superficial alcançarem velocidades maiores do que 3,1 nós. As análises estatísticas do perfil regional de correntes considerado indicam que estes valores só são observados 16% do ano. Ainda assim, caso a janela prevista de ocorrência destas altas velocidades superiores a 3,1 nós for curta, a operação pode ser adiada, de forma a não haver necessidade de realização do procedimento. É importante ressaltar ainda que, caso sejam encontradas intensidades de corrente superiores à maior velocidade considerada segura para a consideração do projeto (5 nós), a operação não será realizada, devendo ser adiada até o retorno de condições operacionais mais favoráveis.

**TABELA II.3.1.1 – Condições para realização contingencial de *drift-running* durante as atividades realizadas pelo navio-sonda NS-42 no Bloco FZA-M-59.**

| Velocidade da Corrente na Superfície |           | Velocidade de Deslocamento da Unidade (em relação ao fundo) |      | Distância Total de Deslocamento (km) | Probabilidade Cumulativa de Ocorrência (%) <sup>1</sup> |
|--------------------------------------|-----------|---|------|--------------------------------------|---|
| nós                                  | m/s       | nós   | m/s  |                                      |   |
| 0 a 3,1                              | 0 a 1,6   | 0   | 0    | 0                                    | 84%   |
| 3,1 a 3,9                            | 1.6 a 2.0 | 0,3   | 0,15 | ~25                                  | 13%   |
| 3,9 a 4,3                            | 2.0 a 2.2 | 0,4   | 0,21 | ~34                                  | 02%   |
| < 4,3                                | < 2.2     | 0,5   | 0,26 | ~42                                  | 01%   |

Fonte: Análise de Risco da Operação de Drift-Running a partir da Sonda ENSCO DS-9 para a região dos Blocos da BP e Total na Foz do Amazonas

<sup>1</sup> Ressalta-se que as probabilidades apresentadas nesta seção diferem daquelas constantes no Estudo Ambiental de Caráter Regional, uma vez que foram geradas por um modelo conservador utilizado para análise de eventos extremos (comumente utilizado em análise de risco).

Conforme demonstrado na **Tabela II.3.1.1**, quanto maior a velocidade da corrente na superfície, maior o ajuste necessário na velocidade de deslocamento da unidade. As distâncias percorridas (distância total de deslocamento) foram estimadas em função das faixas de velocidade de deslocamento da unidade e do tempo de descida do conjunto *riser*-BOP na faixa conservadora de coluna d'água com altos valores de correntes, este definido em função da operação de descida do riser que considera a premissa de 25 metros (equivalente a duas juntas de *riser*) por hora.

Assim sendo, caso seja necessária a adoção do procedimento para o poço a ser perfurado, estima-se que tenha uma duração máxima de 40 horas para o período no qual o conjunto *riser*-BOP atingirá os primeiros 1.000 metros de profundidade. Considerando a profundidade (lâmina d'água) na locação do prospecto Morpho, de 2.980 metros, nesse caso, uma vez que o navio sonda chegue a posição do poço, outras ca. de 80 horas serão necessárias para que finalmente o conjunto *riser*-BOP alcance o leito marinho.

Tendo em vista as condições operacionais informadas na **Tabela II.3.1.1**, projetou-se para fins de inclusão da operação contingencial de *drift-running* ao processo de licenciamento ambiental, uma área operacional máxima equivalente a um triângulo de 50 km de altura (extensão) por 35 km de base (largura), tendo seu vértice superior na locação do poço (objetivo). Com estas dimensões, a distância total de deslocamento projetada alcançada é de 52 Km, maior que a indicada no caso extremo de velocidades da **Tabela II.3.1.1**.

Vale ressaltar que para esta operação específica, não são esperados impactos ambientais além daqueles já descritos para o restante da atividade de perfuração.

### iii) Principais Etapas da Atividade de Perfuração

Conforme apresentado no Capítulo II.2 deste relatório, a atividade terá início com a mobilização e posicionamento da unidade marítima de perfuração. Está prevista neste Primeiro Período da Fase de Exploração do Bloco FZA-M-59, Bacia da Foz do Amazonas, a perfuração do poço exploratório Morpho, em lâmina d'água de 2883 metros, a fim de avaliar o potencial petrolífero e determinar as características das reservas potenciais de hidrocarbonetos.

O projeto de poço utilizado como referência para esse estudo, por apresentar as maiores volumetrias e conseqüentemente as maiores extensões de cada fase (poço-tipo), deverá ser perfurado em seis fases. As duas primeiras fases serão perfuradas sem a presença de *riser*, não havendo retorno de cascalho e fluido de perfuração para a superfície, utilizando-se fluidos de perfuração de base aquosa de formulações simplificadas. Em seguida serão instalados o *riser* e o BOP. Nas demais fases (III a VI), serão utilizados, preferencialmente, fluidos de base orgânica de olefinas internas, havendo retorno do fluido de perfuração carreando os cascalhos para a o sistema de controle de sólidos (SCS).

Ao final de cada fase, a coluna de perfuração é retirada do poço e o revestimento é descido. O revestimento é o principal componente estrutural do poço e suas funções são, dentre outras:

- Manter a estabilidade estrutural do poço e prevenir seu desmoronamento;
- Evitar a contaminação de lençóis freáticos próximos à superfície;
- Impedir a migração de fluidos das formações;
- Possibilitar a utilização de fluidos de perfuração diferentes e adequados à geologia de cada fase;
- Sustentar os demais revestimentos;
- Sustentar os equipamentos de segurança da cabeça do poço;

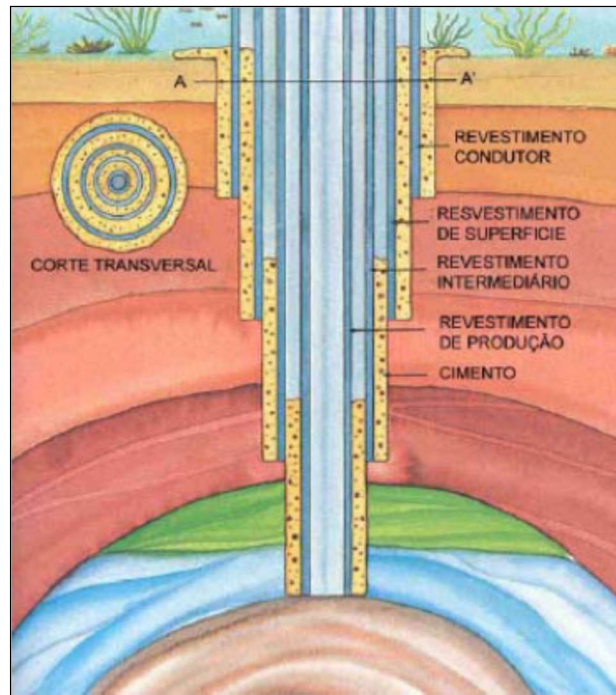
- Evitar perdas de circulação do poço.

Cada fase concluída recebe um revestimento adequado, permitindo que se inicie a perfuração da próxima. Após instalação, as colunas de revestimento são cimentadas às paredes do poço através de uma pasta de cimento e água, bombeada por dentro da própria tubulação de revestimento. Deste modo, o espaço anular entre o revestimento e as paredes do poço fica preenchido com cimento, fixando a tubulação. Após a cimentação de uma fase, é dado início à perfuração da próxima, utilizando-se uma broca de diâmetro inferior ao do revestimento cimentado.

A classificação das colunas de revestimento são sucintamente apresentadas abaixo:

- **Condutor:** É o primeiro revestimento do poço, assentado a pequena profundidade (10 m – 50 m), com finalidade de sustentar sedimentos superficiais não consolidados. Pode ser assentado por cravação, jateamento ou cimentação;
- **Revestimento de Superfície:** Tem o objetivo de proteger os horizontes superficiais de água e prevenir desmoronamento de formações inconsolidadas. Serve ainda como base de apoio para os equipamentos de segurança de cabeça de poço, sendo cimentado em toda sua extensão para evitar flambagem devido ao grande peso dos equipamentos e dos revestimentos subsequentes, que nele se apoiam;
- **Revestimento Intermediário (*liner de perfuração*):** Tem a finalidade de isolar e proteger zonas de alta ou baixa pressão, zonas de perda de circulação, formações portadoras de fluidos corrosivos ou contaminantes de lama. É cimentado somente na parte inferior, ou, em alguns casos, num trecho intermediário adicional. É sustentado na superfície por cunhas apropriadas, apoiadas no sistema de cabeça de poço;
- **Revestimento de Produção (*liner de produção*):** Como o próprio nome indica, é descido com a finalidade de permitir a produção do poço, suportando suas paredes e possibilitando o isolamento entre os vários intervalos produtores. Seu emprego depende da ocorrência de zonas de interesse;
- **Liner:** É uma coluna curta de revestimento que é descida e cimentada no poço visando cobrir apenas a parte inferior deste, o poço aberto. Seu topo fica ancorado um pouco acima da extremidade inferior do revestimento anterior e é independente do sistema de cabeça de poço. Pode ser utilizado em substituição ao revestimento intermediário (*liner de perfuração*) e ao revestimento de produção (*liner de produção*);
- **Tie back:** É a complementação de uma coluna de *liner* até a superfície, quando limitações técnicas ou operacionais exigirem proteção do revestimento anterior.

O processo de cimentação das paredes do poço é uma etapa fundamental que tem como principal objetivo isolar as camadas geológicas atravessadas, permitindo o avanço contínuo da broca com segurança, prevenindo problemas de descompactação e ruptura das paredes do poço, além de possíveis percolamentos de fluidos (óleo/ gás). A **Figura II.3.1.12** ilustra um corte transversal de um poço exibindo os revestimentos cimentados.



**FIGURA II.3.1.12 – Esquema dos revestimentos cimentados.**

(Fonte: BAKER, 1985)

O projeto de poço-tipo é descrito a seguir. As profundidades referenciadas ao fundo do mar e considerando-se o *air gap* (25 m de altura entre a mesa rotativa e lâmina d'água), tal como indicadas neste descritivo, consideram a locação do prospecto Morpho, único com vistas a ser perfurado durante esse Primeiro Período da Fase de Exploração.

A primeira fase será perfurada (ou alternativamente, jateada) com a broca de 42" de 2883m até 2967m seguido da cimentação do revestimento de 36". A segunda fase será perfurada com broca de 26" até 4069m seguido da cimentação do revestimento de 22".

Estas duas primeiras fases serão perfuradas sem a presença de *riser*, não havendo retorno de cascalho e fluido de perfuração para a superfície. Dessa forma, serão utilizados fluidos de base aquosa simplificadas. Antes do início da perfuração da fase seguinte (terceira fase) serão instalados o riser e o BOP. Cabe destacar, que como medida de segurança, o BOP é testado antes de sua descida na superfície, quando da primeira descida e conexão com a cabeça de poço, após a descida e cimentação de um novo revestimento, e com um intervalo máximo entre testes de 28 dias, incluindo manifolds e válvulas de segurança.

A terceira fase será perfurada com broca de 18 1/8" e alargador de 21" até 4670m seguido da cimentação do revestimento de 18".

A quarta fase será perfurada com broca de 16" e alargador de 18 1/4" até a profundidade de 5250m, também com fluido de base não aquosa (preferencial). Em seguida será descido e cimentado o *liner* de 16".

A quinta fase será perfurada com broca de 14 3/4" x 16 1/2" até a profundidade de 5840m, também com a utilização de fluido de base não aquosa (preferencial). Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 13 5/8".

Por fim, a sexta fase será perfurada com broca de 12 ¼” até a profundidade de 7050m, também com a utilização de fluido de base não aquosa (preferencial).

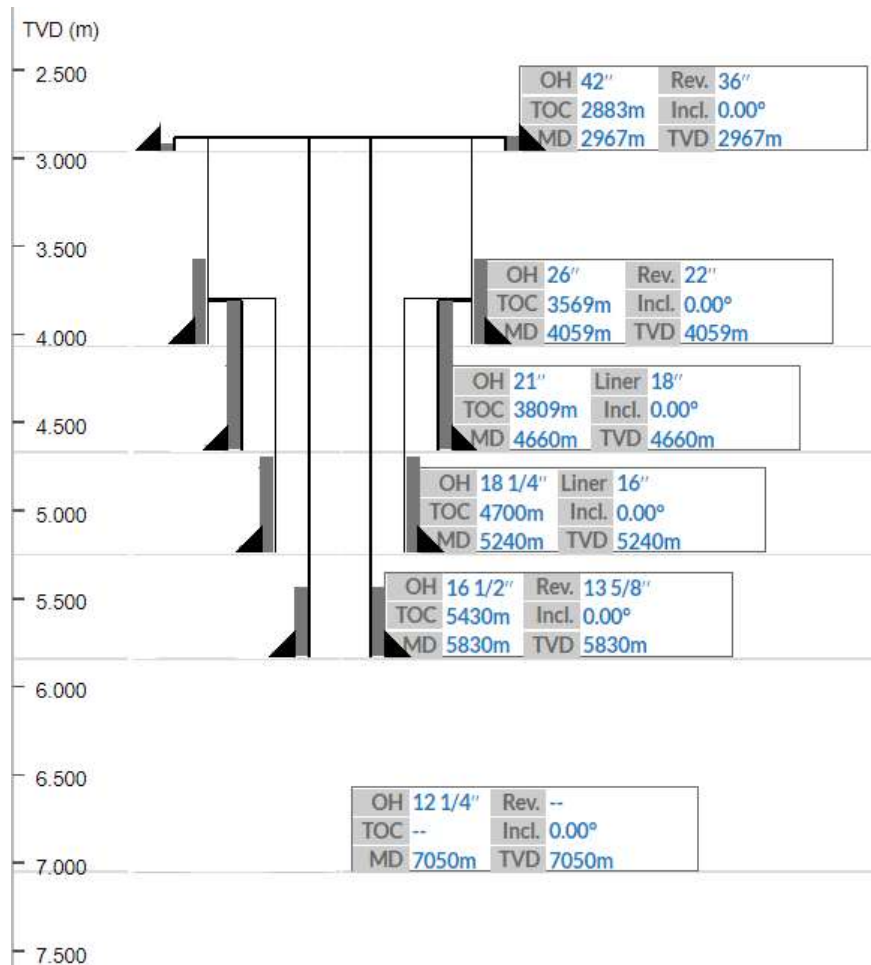
Nas quatro últimas fases (III a VI), haverá o retorno do fluido de perfuração carreando os cascalhos para a unidade. Ao chegar à unidade de perfuração, será separado do cascalho pelo Sistema de Controles de Sólidos (SCS) e reutilizado no poço em circuito fechado.

A Tabela II.3.1.2 apresenta o projeto de poço-tipo (fases, diâmetro das brocas, do fator de alargamento e do revestimento e profundidades) a ser empregado nas operações do Bloco FZA-M-59. A Figura II.3.1.13 ilustra o referido projeto de poço-tipo.

**TABELA II.3.1.2 – Projeto do poço-tipo.**

| Fase | Diâmetro da broca (pol) /<br>Diâmetro do alargador<br>(pol) | Diâmetro do<br>Revestimento (pol) | Profundidade (m)* |
|------|---|-----------------------------------|-------------------|
| I    | 42  | 36                                | 2883 - 2967       |
| II   | 26  | 22                                | 2967 - 4069       |
| III  | 18 1/8 x 21   | 18                                | 4069 - 4670       |
| IV   | 16 x 18 ¼   | 16                                | 4670 - 5250       |
| V    | 14 ¾ x 16 ½   | 13 5/8                            | 5250 - 5840       |
| VI   | 12 ¼  | sem revestimento                  | 5840 - 7050       |

\*As profundidades consideradas se referem a locação do prospecto Morpho, único com vistas a ser perfurado durante esse Primeiro Período da Fase de Exploração, conforme mencionado anteriormente.



**FIGURA II.3.1.13 – Esquema do poço-tipo (Prospecto Morpho).**

## B. Descrição dos procedimentos previstos a serem adotados, no caso da descoberta de hidrocarbonetos em escala comercial

Caso sejam encontrados indícios de hidrocarbonetos, poderá ser realizado um teste de formação de curta duração, ou então os poços poderão ser completados ou abandonados temporariamente, em conformidade com a Resolução ANP nº 46/2016.

O teste de formação em questão é limitado em um fluxo real de 72 horas, conforme Portaria Nº 249 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, publicada em 01 de novembro de 2000. Caso a Petrobras decida pela realização do teste de formação, as informações pertinentes serão submetidas à CGMAC/COEXP/IBAMA para subsidiar solicitação de anuência específica para esta operação.

## C. Procedimentos Adotados para a Desativação da Atividade

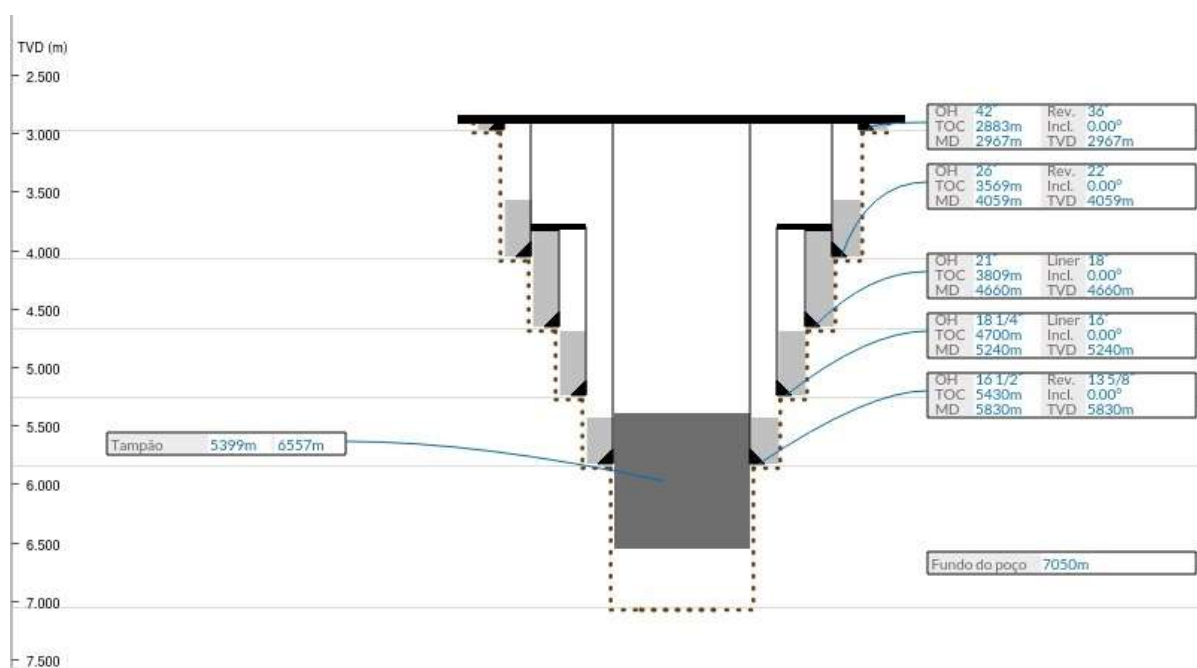
O abandono de um poço é a série de operações destinadas a restaurar o isolamento entre os diferentes intervalos permeáveis, podendo ser permanente ou temporário. A Petrobras se compromete a proceder com o abandono do poço perfurado de acordo com a Resolução ANP nº 46/2016. O regulamento citado determina os

procedimentos a serem adotados no abandono dos poços, de maneira a assegurar o perfeito isolamento das zonas de petróleo e/ou gás e também dos aquíferos existentes, prevenindo:

I – a migração dos fluidos entre as formações, quer pelo poço, quer pelo espaço anular entre o poço e o revestimento; e

II – a migração de fluidos até a superfície do terreno ou do fundo do mar.

O abandono dos poços dependerá dos resultados da perfuração. Se os resultados forem negativos, o abandono será permanente. Se os resultados forem positivos, o abandono poderá ser temporário. A **Figura II.3.1.14** apresenta o projeto de abandono com a localização dos tampões de cimento do poço.



**FIGURA II.3.1.14 – Projeto de Abandono de Poço (Prospecto Morpho).**

As características do cimento usado, bem como os procedimentos de mistura da pasta desses cimentos obedecerão rigorosamente às Normas API SPEC 10 A, API RP 10 B, NBR 9831, NBR 5732 ou NBR 11578.

## D. Identificação e Descrição Sucinta da Infraestrutura de Apoio

### • BASE DE APOIO

A base de apoio terrestre para dar suporte à atividade de perfuração marítima no Bloco FZA-M-59, Bacia da Foz do Amazonas, será o Porto de Belém, localizado em Belém/PA, a uma distância de aproximadamente 830 km do Bloco. O Porto de Belém encontra-se localizado à margem da Baía do Guajará, formada pelos rios Moju, Guamá, Acará e Pará.

Esta base terá como principal função proporcionar a logística de apoio para operações de abastecimento de combustíveis, trocas de tripulação das embarcações de apoio e para armazenamento de insumos, materiais e equipamentos necessários à atividade de perfuração. A base será ainda utilizada para a transferência dos resíduos gerados durante a perfuração, que serão transportados pelos barcos apoio, e receberão disposição final por empresas terceirizadas.

### • BASE AÉREA

A base de apoio aéreo a ser utilizada durante a atividade de perfuração no Bloco FZA-M-59 está localizada na cidade de Oiapoque, AP, a uma distância de aproximadamente 230 km da locação, estando previstas 01 (uma) ou 02 (duas) viagens por dia entre a base aérea e o navio-sonda. (Figura II.3.1.15).

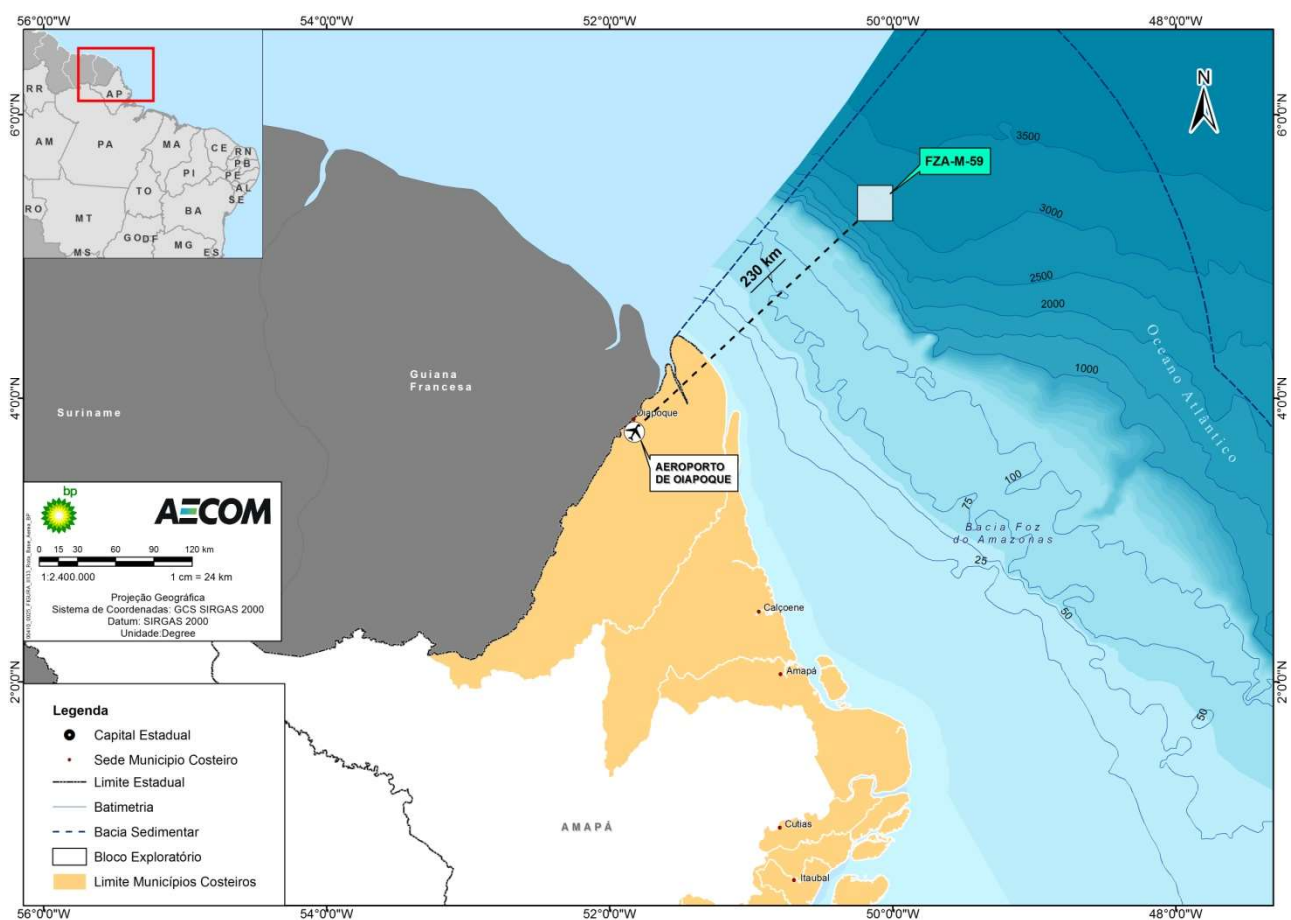


FIGURA II.3.1.15 – Rota das aeronaves.

## E. Descrição sucinta da operação dos barcos de apoio

Para o apoio logístico (transporte de materiais, transporte de resíduos, etc.) às atividades de perfuração no Bloco FZA-M-59 serão utilizadas 03 (três) embarcações do tipo *Platform Supply Vessel* (PSV) e/ou do tipo *Anchor Handling Tug Supply* (AHTS) que trafegarão na rota entre a locação dos poços e a base de apoio em terra (Porto de Belém - Belém/PA) cerca de 03 (três) vezes por semana, segundo a rota apresentada na Figura II.3.1.16.

Para dar suporte às ações de resposta a incidentes com derramamentos de óleo no mar, será utilizada, além das embarcações de apoio, 01 (uma) embarcação dedicada, a qual permanecerá de prontidão na locação e/ou próxima à base de apoio.

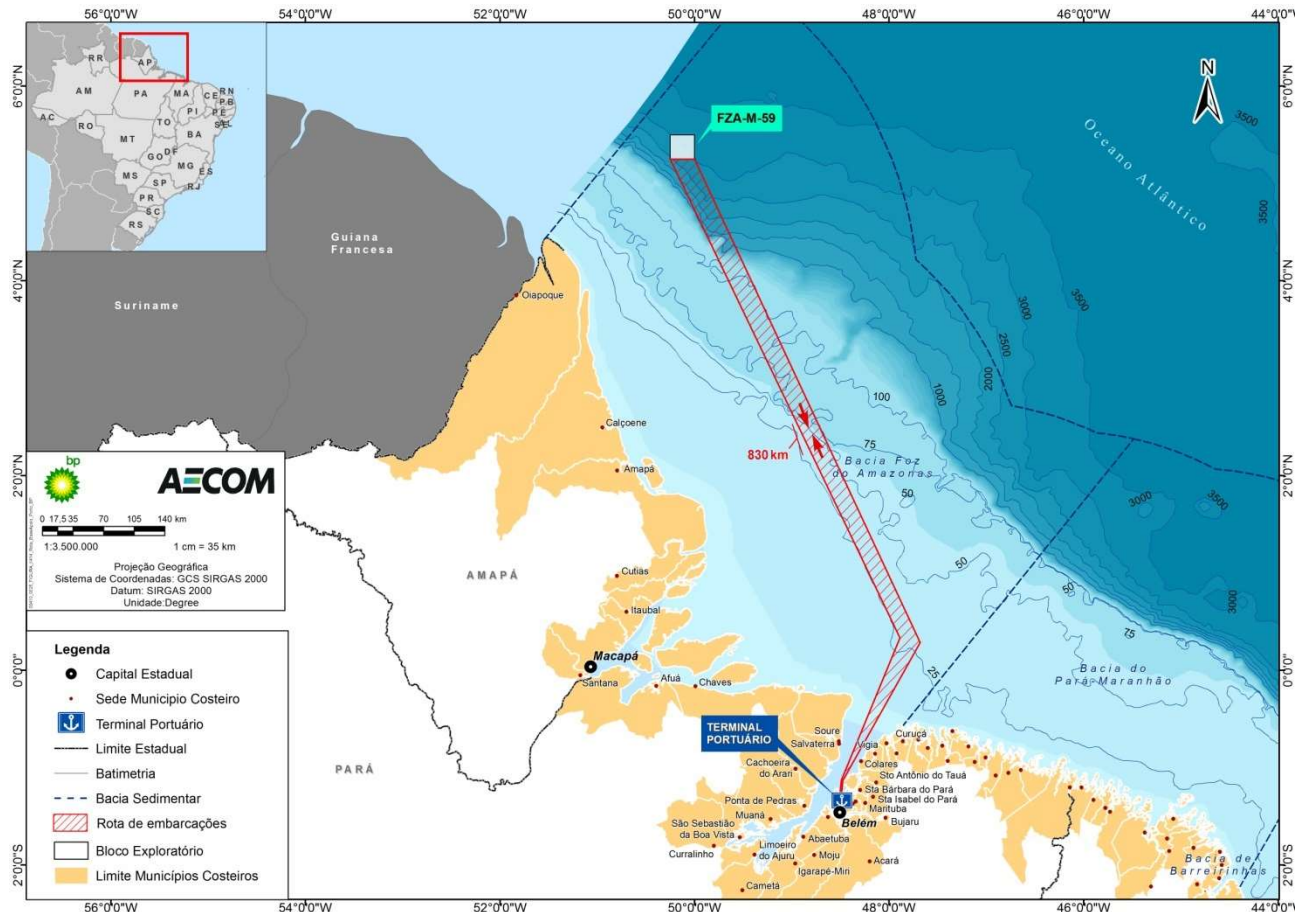


FIGURA II.3.1.16 – Rota das embarcações de apoio.

## II.3.2. INFORMAÇÕES ACERCA DAS CONDIÇÕES PARA USO E DESCARTE DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO, FLUIDOS COMPLEMENTARES E PASTAS DE CIMENTO PREVISTOS NA ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO

### A. Tipos de Fluidos Passíveis de Serem Utilizados no Decorrer da Atividade

Conforme apresentado previamente, foi adotado um projeto de poço-tipo como referência para as atividades de perfuração na Baía da Foz do Amazonas, o qual incorpora as condições mais conservadoras em termos de volumes de descarte de fluidos e cascalho.

O projeto de poço-tipo contempla a perfuração de seis (06) fases, sendo as duas (02) primeiras – I (42’), II (26’) perfuradas sem *riser*. Nestas seções será utilizado fluido de perfuração de base aquosa de composição simplificada de baixa toxicidade.

Nas demais fases do poço (III a VI), a serem perfuradas com *riser*, será utilizado, preferencialmente, um fluido não aquoso com base orgânica de olefinas internas. Serão seguidas as diretrizes para uso e descarte de fluidos, cascalhos e pastas de cimento estabelecidas no despacho 5540547/2019-GABIN, emitido em 22/07/2019 pela presidência do IBAMA.

Adicionalmente, neste projeto, haverá recolhimento de cascalho para disposição final em terra nas seguintes condições: cascalho com fluido aderido gerado a partir da perfuração do reservatório correspondente ao arenito Morpho da formação Limoeiro, objetivo primário da referida locação, bem como eventuais reservatórios mais rasos nesta fase do poço cujas análises confirmem a presença de hidrocarboneto na formação em questão. O recolhimento, então, será mantido durante toda a perfuração do intervalo correspondente às fácies ou zonas produtoras de óleo da Formação Limoeiro. A descrição detalhada é apresentada no Capítulo II.10.14 Projeto de Monitoramento de Fluidos de Perfuração e Cascalhos.

## **B. Procedimentos de Controle de Uso, Descarte e Monitoramento dos Fluidos e Efluentes**

Os procedimentos adotados para o controle de uso, descarte e monitoramento dos fluidos e efluentes utilizados durante a atividade de perfuração marítima na Bacia da Foz do Amazonas estão detalhados no Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), apresentado no Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares nº 02022.002330/08 relativo às atividades da Petrobras. Serão seguidas as diretrizes para uso e descarte de fluidos, cascalhos e pastas de cimento estabelecidas no despacho 5540547/2019-GABIN, emitido em 22/07/2019 pela presidência do IBAMA. Caso os requisitos para descarte no mar não sejam atendidos, os cascalhos e fluidos gerados serão destinados em terra. Também serão submetidos para destinação final em terra o cascalho gerado da perfuração de fácies ou zonas produtoras de óleo da Formação Limoeiro, conforme indicado anteriormente e detalhado no Capítulo II.10.14 Projeto de Monitoramento de Fluidos de Perfuração e Cascalhos.

## **C. Volumetria Estimada de Fluidos Utilizados e de Cascalho Gerado**

As estimativas de volumetrias de descarte de fluidos de perfuração, cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento previstas para o Bloco FZA-M-59, na Bacia da Foz do Amazonas, são apresentadas nas Tabelas II.3.2.2 a II.3.2.5.

Cabe destacar que as referidas tabelas apresentam as volumetrias de cascalho gerado e descartado ao mar, fluido de perfuração excedente descartado ao mar (final da fase) ou aderido ao cascalho, fluidos complementares e pastas de cimento do poço-tipo considerado.

TABELA II.3.2.2 – Planilha de Volumetria de Cascalhos (m<sup>3</sup>).

| Fase | Diâmetro da broca (pol) / Diâmetro do alargador (pol) | Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol) | Intervalo (m)* | Inclinação (°) | Volume de cascalho gerado com fator de empolamento (m <sup>3</sup> ) | Volume de cascalho descartado ao mar (m <sup>3</sup> ) |
|------|---|---|----------------|----------------|--|--|
| I    | 42  | 46,2  | 2883 - 2967    | -              | 145  | 145  |
| II   | 26  | 28,6  | 2967 - 4069    | -              | 727  | 727  |
| III  | 18 1/8 x 21   | 23,1  | 4069 - 4670    | -              | 259  | 259  |
| IV   | 16 x 18 1/4   | 20,075  | 4670 - 5250    | -              | 188  | 188  |
| V    | 14 3/4 x 16 1/2                                       | 18,15   | 5250 - 5840    | -              | 157  | 157  |
| VI   | 12 1/4  | 13,475  | 5840 - 7050    | -              | 177  | 146 <sup>1</sup>                                       |

\*As profundidades consideradas se referem a locação do prospecto Morpho.

1- Para o cálculo do volume de cascalho da fase VI a ser descartado no mar, foi excluído o volume de 31 m<sup>3</sup> referente ao cascalho gerado no intervalo correspondente ao objetivo principal (zona produtora) do projeto.

TABELA II.3.2.3 – Planilha de Volumetria de Fluidos de Perfuração (m<sup>3</sup>) – Fluido não aquoso.

| Fase | Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol) | Volume de fluido descartado ao mar (Final da Fase) (m <sup>3</sup> ) | Volume de base orgânica descartado ao mar aderido ao cascalho (m <sup>3</sup> ) |
|------|---|--|---|
| I    | 46,2  | 0  | 0   |
| II   | 28,6  | 0  | 0   |
| III  | 23,1  | 0  | 21  |
| IV   | 20,075  | 0  | 15  |
| V    | 18,15   | 0  | 13  |
| VI   | 13,475  | 0  | 12  |

TABELA II.3.2.4 – Planilha de Volumetria de Fluidos de Perfuração (m<sup>3</sup>) – Fluido aquoso.

| Fase | Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol) | Volume de fluido descartado ao mar (Final da Fase) (m <sup>3</sup> ) | Volume de fluido aquoso descartado ao mar aderido ao cascalho (m <sup>3</sup> ) |
|------|---|--|---|
| I    | 46,2  | 0  | 159   |
| II   | 28,6  | 984  | 334   |
| III  | 23,1  | 60   | 60  |
| IV   | 20,075  | 1560   | 44  |
| V    | 18,15   | 1623   | 37  |
| VI   | 13,475  | 1735   | 34  |

Nesta tabela, considera-se que todo o poço será perfurado com fluido de perfuração de base aquosa, inclusive as fases com retorno (fases de III a VI).

TABELA II.3.2.5 – Planilha de Volumetria (m<sup>3</sup>) e Destinação de Pastas de Cimento.

| Fluido                     | Fase em que será utilizado | Volume estimado por poço (m <sup>3</sup> ) | Forma de destinação |
|----------------------------|----------------------------|--|---------------------|
| Pasta Leve 12,2 e 13,5 ppg | I e II                     | 460  | Mar*                |
| Pasta Pesada 15.8 ppg      | II, III, IV, V e VI        | 338  | Poço                |

\*As Fases I e II referem-se ao início do poço quando ainda não há retorno de fluido à superfície. A destinação ao mar indicada para estas fases correspondem ao excesso de cimento que transborda no leito marinho na operação de cimentação do revestimento de superfície, o que garante a segurança e estabilidade da cabeça de poço.

## D. Sistema de Filtros

De forma a evitar a descarga de material a granel, existe a bordo do navio sonda NS-42 um sistema de coletores e filtros (*dust collectors*) responsável por capturar as partículas que podem ser liberadas durante as operações de transferência desse material das embarcações de apoio para a unidade de perfuração e no preparo do cimento a ser utilizado na etapa de cimentação.

No total existem quatro coletores com capacidade de recolhimento individual de 2,0 m<sup>3</sup>, que são responsáveis pela captura de partículas do material a granel, dos quais três estão localizados no sistema de recebimento e armazenamento de granéis (sendo um para o recolhimento de barita, um para bentonita e um para o recolhimento de cimento) e um está localizado na unidade de cimentação. Todos os coletores são equipados com uma válvula de alívio e um sensor, responsável por indicar o nível de preenchimento de material (indica quando o coletor está cheio, ou seja, próximo de atingir sua capacidade máxima de recolhimento). Quando atingem esse limite, os coletores podem ser esvaziados manualmente.

## E. Produtos Químicos

As informações de todos os produtos químicos previstos nas formulações de fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento a serem utilizadas na presente atividade foram encaminhadas no âmbito do Processo Administrativo de Fluidos de Perfuração e Complementares nº 02022.002330/08 relativo às atividades da Petrobras.