

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), sendo apresentados os principais sistemas que compõem uma sonda rotativa, a saber: sistemas de força, de suspensão, rotativo, de circulação, de segurança e de monitoramento do poço.

Encontram-se descritos, a seguir, os equipamentos dos sistemas supracitados existentes nos navios-sonda ENSCO DS-4 e West Polaris, unidades representativas do tipo de plataforma a ser utilizada para a atividade de perfuração marítima nos Blocos FZA-M-57, FZA-M-86, FZA-M-88, FZA-M-125 e FZA-M-127, na Bacia da Foz do Amazonas. Será descrito, também, o sistema de posicionamento dinâmico existente em ambos estes navios-sonda.

Na perfuração rotativa, um poço é aberto com o emprego de uma coluna de perfuração formada por diversos tubos conectados entre si, e dotada de uma broca em sua extremidade. Quanto mais a broca se aprofunda, mais tubos de perfuração vão sendo encaixados em sua parte superior, no convés da 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 do poço. Uma das funções do fluido é transportar 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. 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.

Vale mencionar que, atualmente, as unidades de perfuração são equipadas com um sistema de dupla operação, que consiste basicamente em duas colunas de perfuração ao invés do modelo clássico de uma coluna. Esta característica (dupla atividade) reduz o tempo de operação ao permitir que atividades sejam realizadas, simultaneamente, em paralelo. As vantagens do conceito de operação dupla incluem um aumento na qualidade de construção do poço, redução do tempo não produtivo e capacidade avançada de pré-testes e inspeção. A **Figura II.3.1.1** apresenta um diagrama esquemático de uma sonda rotativa, dando destaque aos componentes do sistema de suspensão.

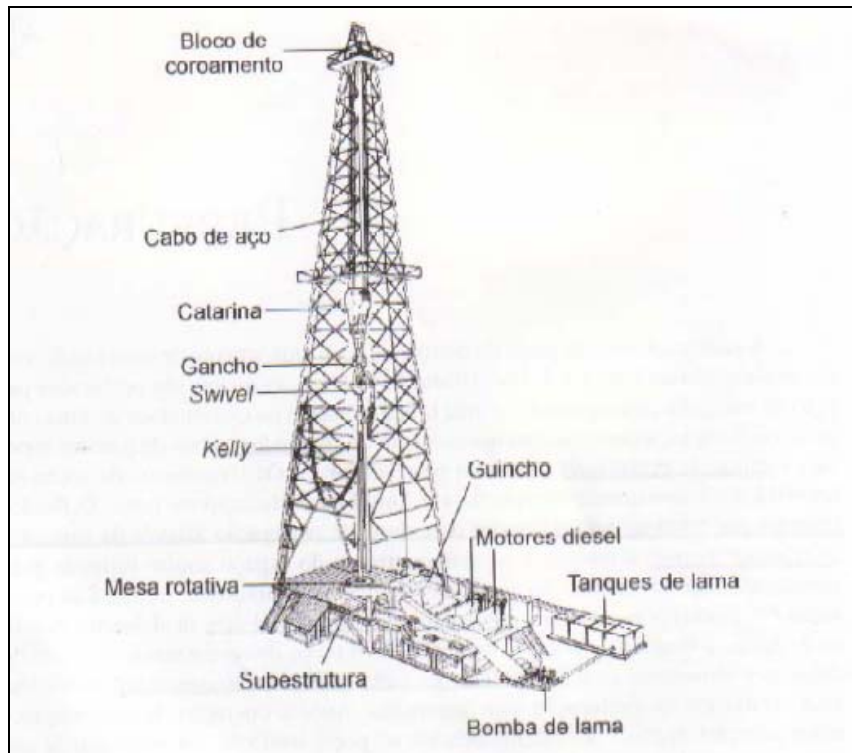


FIGURA II.3.1.1 – Desenho esquemático de uma sonda rotativa.

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-se como o 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** são aqueles que se conectam para formação da coluna de perfuração e os **comandos** são dutos de maior espessura, que são acoplados aos tubos de perfuração para exercer peso sobre a broca, permitindo o seu avanço durante a perfuração das formações.

A mesa rotativa (**Figura II.3.1.2**) 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* 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.



FIGURA II.3.1.2 – Plataforma com mesa rotativa de uma sonda de perfuração marítima.

Fonte: Internet: <http://www.pvdrilling.com.vn/>

O sistema *top drive* (ilustrado na **Figura II.3.1.3**) consiste em um motor acoplado à catarina (denominado motor *top drive*), cuja função é transmitir 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, sendo esta responsável por permitir a manobra, o içamento de cargas do guincho de perfuração e a 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, 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.

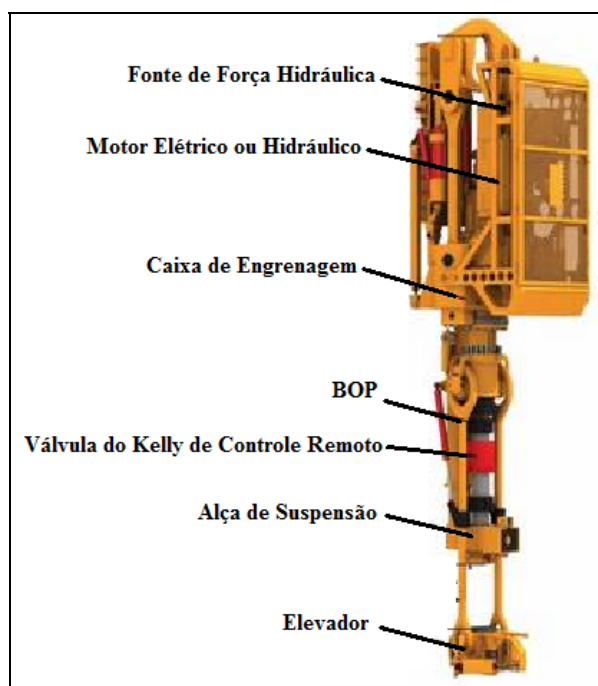


FIGURA II.3.1.3 – Sistema Típico Top Drive®

Fonte: Internet – Tesco Corporation

- **Sistema de Circulação de Lama**

O sistema de circulação de lama é um circuito fechado, responsável pela circulação e tratamento do fluido de perfuração na sonda. Suas funções principais 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 do sistema de circulação de lama são as bombas de lama, a mangueira de injeção, os 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 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 seu re-aproveitamento 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 Item II.10.1.1. 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.3.1.4 e II.3.1.5**. Quando o fluido chega à superfície, após passar pelo sistema de controle de sólidos, este é acondicionado nos chamados tanques de fluido, onde será tratado para reutilização, 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.

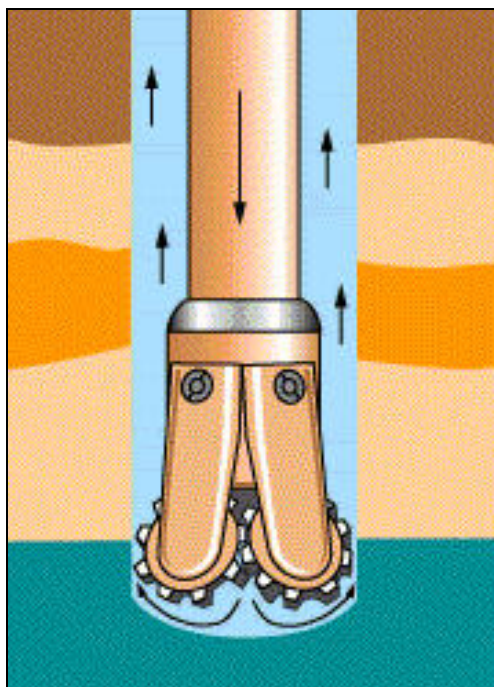


FIGURA II.3.1.4 – Injeção e retorno de fluido e cascalho pelo espaço anular.

Fonte: 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 através da 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 da broca com a formação;
- 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 e que 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.

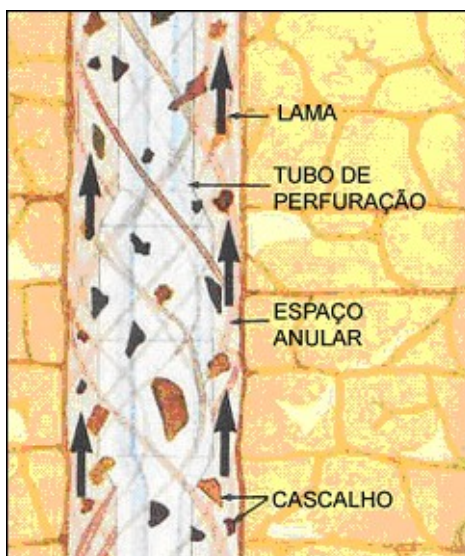


FIGURA II.3.1.5 – Retorno de fluido e cascalho pelo anular

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 à disposição final deste resíduo no mar, após tratamento, e em terra. Ou seja, o tratamento ininterrupto da lama produzida a bordo reduz a quantidade de lama necessária para a perfuração, permitindo que esta seja 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 o *Blowout Preventer* (BOP). O BOP, apresentado na **Figura II.3.1.6**, 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.

Destaca-se que o BOP é testado antes de sua descida, na superfície, quando da primeira descida e quando da sua conexão com a cabeça de poço, após a descida e cimentação de um novo revestimento, mantendo um intervalo máximo de 21 dias entre testes, incluindo *manifolds* e válvulas de segurança.

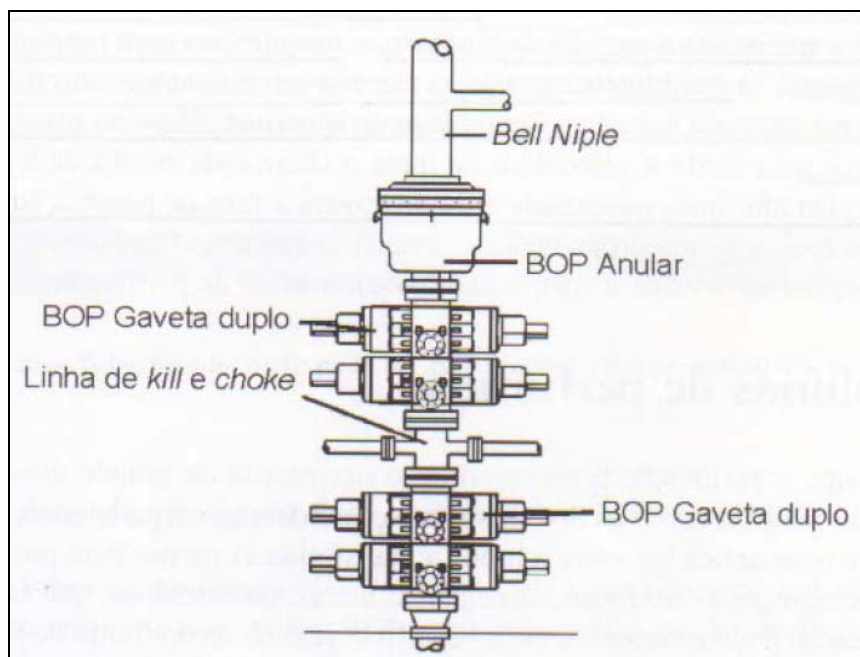


FIGURA II.3.1.6 – Arranjo típico de um conjunto de BOP.

(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.

Sensores de gás e uma equipe de *mudloggers* (técnicos especializados em operações de perfilagem) monitoram (conforme descrito no item a seguir) em paralelo o comportamento do poço, de modo a identificar algum indício de *kick*. Em possíveis situações de *kick*, o sondador é avisado. Este, pode efetuar o procedimento denominado “*flow check*”, onde o bombeio de fluido é interrompido e verifica-se a existência de fluxo.

- **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 do interior do poço, nível e taxa de fluxo da lama.

- **Sistema de Força**

O sistema de geração de energia para acionamento de equipamentos em sondas de perfuração é, geralmente, composto por motores diesel. Tais equipamentos operam em velocidade e torque variáveis, afetando o processo de transmissão de energia. Deste modo, as sondas são classificadas de acordo com o sistema de transmissão de energia, sendo divididas em sondas mecânicas ou diesel-elétricas - como é o caso das sondas ENSCO DS-4 e West Polaris.

Em sondas mecânicas, a energia gerada nos motores diesel é levada através de acoplamentos hidráulicos (conversores de torque) e embreagens até uma transmissão principal, sendo distribuída a todos os sistemas da sonda por diversos eixos, rodas dentadas e correntes.

As sondas diesel-elétricas geralmente são do tipo AC/DC, no qual a geração de energia é realizada em corrente alternada e sua utilização ocorre em corrente contínua. Neste caso, motores diesel acionam geradores de corrente alternada (AC) que alimentam um barramento e, em seguida, a energia passa por um retificador e é convertida em corrente contínua, alimentando os equipamentos da sonda. As sondas diesel-elétricas com sistema tipo AC/AC utilizam motores AC e não há necessidade de retificação da corrente para acionamento dos equipamentos.

- **Sistema de Posicionamento Dinâmico**

Em operações em águas muito profundas, empregam-se as unidades de perfuração de posicionamento dinâmico. Nesse sistema de ancoragem, denominado Sistema de Posicionamento Dinâmico, ou Sistema DP, apresentado na **Figura II.3.1.7**, a posição e aproamento de uma embarcação é controlada automaticamente por meio de propulsão ativa.

Em linhas gerais, esse sistema corresponde a um complexo sistema de controle de posição dinâmica, composto por variáveis capazes de tornar seu posicionamento mais preciso (GPS, DGPS, Anemômetros, Giroscópios, Bussolas magnéticas, etc.). De modo a manter a unidade na posição desejada para operação, dispositivos sinalizadores no fundo do mar (*beacons*) transmitem dados de posição a um computador central, o qual, em face de qualquer deslocamento da unidade, aciona os impulsos e *thrusters* - azimutáveis ou fixos, com ou sem controles de velocidade e leme-, de maneira a trazer a unidade à posição correta. Dessa forma, a unidade fica em permanente movimento em torno da locação, com afastamentos dentro dos limites de tolerância para a operação.



FIGURA II.3.1.7 – Ilustrativo do Sistema de Posicionamento Dinâmico com *thrusters* azimutais.

Fonte: <http://www.gereportsbrasil.com.br/post/109502628154/navios-a-vista-ge-marine-esta-pronta-para-ganhar>

ii) Principais Etapas da presente Atividade de Perfuração

Os poços de óleo e gás são perfurados em fases, cujo número depende das características geológicas das formações e da profundidade final prevista para o poço. 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;
- 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, posteriormente as colunas de revestimento são cimentadas às paredes do poço através de uma pasta de cimento e água, que é 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, de modo a manter a integridade da fase perfurada.

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.3.1.8** apresenta o corte transversal de um poço, exibindo os revestimentos cimentados.

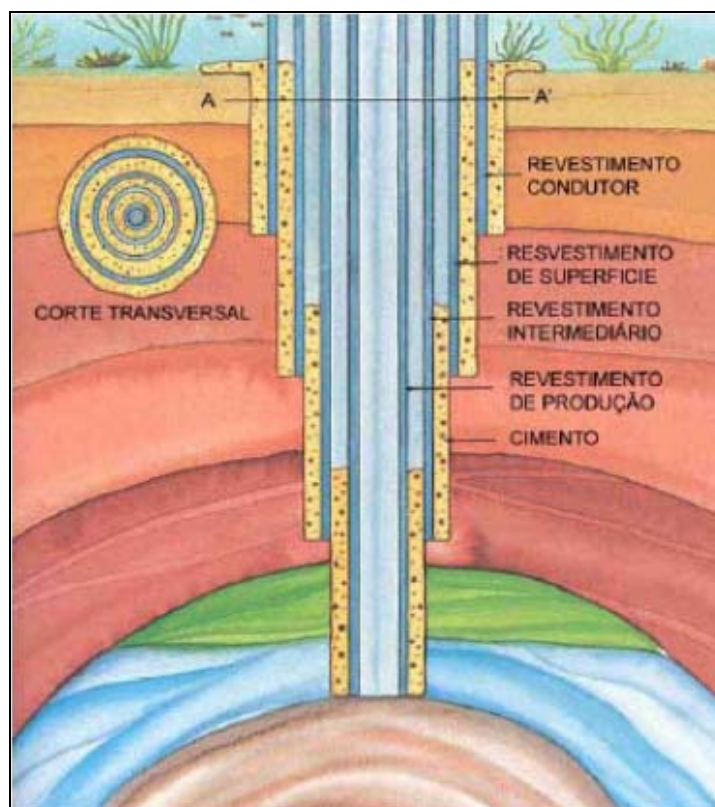


FIGURA II.3.1.8 – Esquema dos revestimentos cimentados.

Fonte: BAKER, 1985

Conforme apresentado no Capítulo II.2 deste relatório, a TOTAL tem previsão de perfurar de nove (09) poços exploratórios na Bacia da Foz do Amazonas, distribuídos da seguinte forma: FZA-M-57 (04 poços), FZA-M-88 (03 poços) e FZA-M-127 (02 poços). Além disso, testes de formação também poderão ser realizados a fim de avaliar o potencial petrolífero local e determinar as características das reservas potenciais de hidrocarbonetos.

O poço TUCANO-01, referência para esse estudo por apresentar as maiores volumetrias e, conseqüentemente, as maiores extensões de cada fase, deverá ser perfurado em nove fases. As três primeiras fases serão perfuradas sem a presença de *riser*, não havendo retorno de cascalho e fluido de perfuração para a superfície e utilizando-se fluidos de perfuração de base aquosa de formulações simplificadas, o que os tornam menos tóxicos ao meio ambiente. Em seguida serão instalados o *riser* e o BOP, o qual será previamente testado, conforme descrito no Item *Sistema de Monitoramento do Poço*. Nas demais fases (IV a IX) poderão ser utilizados fluidos de base aquosa ou de base não-aquosa e haverá retorno do fluido de perfuração, carregando os cascalhos para o sistema de controle de sólidos (SCS), detalhado no Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), elaborado de acordo com as diretrizes do Parecer Técnico N° 02022.000498/2015-72 COEXP/IBAMA.

A primeira fase será perfurada com broca de 42” até a profundidade de 2.718m (80m BML¹), e seguida pela cimentação do revestimento de 36”. A segunda fase será perfurada com broca de 26” com alargador de 32 ½” até a profundidade de 2.952m (314m BML), e seguida pela cimentação do revestimento de 28”.

A terceira fase será perfurada com broca de 26” até profundidade de 3.450m (812m BML) e seguida pela cimentação do revestimento de 22”. Conforme dito anteriormente, estas três primeiras fases serão perfuradas sem a presença de *riser*, não havendo retorno de cascalho e fluido de perfuração para a superfície e sua perfuração seguida da instalação do *riser* e do BOP, antes que seja dado início à perfuração da quarta fase. Após a instalação, o BOP será testado. As três primeiras fases serão perfuradas com fluidos base água compulsoriamente.

A quarta fase será perfurada com broca de 18 1/8” x 22” até uma profundidade final estimada em cerca de 4.210m (1572m BML), podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o *liner* 18”.

A quinta fase será perfurada com broca de 16 ½” x 20” até a profundidade de 4.749m (2111m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o *liner* de 16”.

A sexta fase será perfurada com broca de 14 ¾” x 17 ½” até a profundidade de 5.094m (2456m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 14”.

A sétima fase será perfurada com broca de 12 ¼” x 14 ¾” até a profundidade de 5.521m (2883m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o *liner* 11 7/8”.

A oitava fase será perfurada com broca de 10 5/8” x 12 ¼” até a profundidade de 6.124m (3486m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o *liner* 9 7/8”.

Por fim, a nona e última fase será perfurada com broca de 8 ½” até uma profundidade final de 6.940 m (4302m BML), com fluido de base não aquosa.

Conforme apresentado anteriormente e indicado na **Tabela II.3.1.1**, nas seis últimas fases (IV a IX), haverá o retorno do fluido de perfuração carreando os cascalhos para a unidade. Ao chegar à unidade de perfuração, o fluido será separado do cascalho pelo Sistema de Controles de Sólidos (SCS). Para estas fases, o tipo de fluido de perfuração a ser utilizado (se de base aquosa ou não aquosa) é pautado pelos aspectos de segurança operacional.

A **Tabela II.3.1.1** resume os tipos de fluido por fase e suas hipóteses.

¹ BML: *Below Mud Line*, ou abaixo da superfície do assoalho oceânico

TABELA II.3.1.1 – Fluidos previstos para utilização, por fase.

Fase	Tipo de Fluido Preferencial
I	Base Água
II	Base Água
III	Base Água
IV	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
V	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
VI	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
VII	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
VIII	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
IX	Base Água ou Base Não Aquosa (*)

(*) Definido com base em aspectos de segurança operacional

A **Tabela II.3.1.2** resume o projeto de poço TUCANO-01, com indicação do diâmetro das brocas, alargador e revestimento, além das profundidades de cada fase prevista para o referido poço). A **Figura II.3.1.9** ilustra o projeto de poço.

TABELA II.3.1.2 – Projeto do poço TUCANO-01 (contingências incluídas).

Fase	Diâmetro da broca (pol) / Diâmetro do alargador	Diâmetro do Revestimento (pol)	Profundidade (m)
I	42	36	2.638 - 2.718
II	26 x 32 ½	28	2.718 - 2.952
III	26	22	2.952 - 3.450
IV	18 1/8" x 22"	18	3.450 - 4.210
V	16 ½" x 20"	16	4.210 - 4.749
VI	14 ¾" x 17 ½"	14	4.749 - 5.094
VII	12 ¼" x 14 ¾"	11 7/8	5.094 - 5.521
VIII	10 5/8" x 12 ¼"	9 7/8	5.521 - 6.124
IX	8 ½"	sem revestimento	6.124 - 6.940

A quarta fase será perfurada com broca de 18 1/8" x 22" até uma profundidade final estimada em cerca de 4.210m (1572m BML), podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o *liner* 18".

A quinta fase será perfurada com broca de 16 ½” x 20” até a profundidade de 4.749m (2111m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o liner de 16”.

A sexta fase será perfurada com broca de 14 ¾” x 17 ½” até a profundidade de 5.094m (2456m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 14”.

A sétima fase será perfurada com broca de 12 ¼” x 14 ¾” até a profundidade de 5.521m (2883m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o liner 11 7/8”.

A oitava fase será perfurada com broca de 10 5/8” x 12 ¼” até a profundidade de 6.124m (3486m BML), também podendo ser utilizado fluido de base aquosa ou de base não aquosa. Em seguida será descido e cimentado o liner 9 7/8”.

Por fim, a nona e última fase será perfurada com broca de 8 ½” até uma profundidade final de 6.940 m (4302m BML), com fluido de base não aquosa.

Conforme apresentado anteriormente e indicado na **Tabela II.3.1.1**, nas seis últimas fases (IV a IX), haverá o retorno do fluido de perfuração carreando os cascalhos para a unidade. Ao chegar à unidade de perfuração, o fluido será separado do cascalho pelo Sistema de Controles de Sólidos (SCS). Para estas fases, o tipo de fluido de perfuração a ser utilizado (se de base aquosa ou não aquosa) é pautado pelos aspectos de segurança operacional.

A **Tabela II.3.1.1** resume os tipos de fluido por fase e suas hipóteses.

TABELA II.3.1.1 – Fluidos previstos para utilização, por fase.

Fase	Tipo de Fluido Preferencial
I	Base Água
II	Base Água
III	Base Água
IV	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
V	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
VI	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
VII	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
VIII	Base Água ou Base Não Aquosa (*)
IX	Base Água ou Base Não Aquosa (*)

(*) Definido com base em aspectos de segurança operacional

A **Tabela II.3.1.2** resume o projeto de poço TUCANO-01, com indicação do diâmetro das brocas, alargador e revestimento, além das profundidades de cada fase prevista para o referido poço). A **Figura II.3.1.9** ilustra o projeto de poço.

TABELA II.3.1.2 – Projeto do poço TUCANO-01 (contingências incluídas).

Fase	Diâmetro da broca (pol) / Diâmetro do alargador	Diâmetro do Revestimento (pol)	Profundidade (m)
I	42	36	2.638 - 2.718
II	26 x 32 ½	28	2.718 - 2.952
III	26	22	2.952 - 3.450
IV	18 1/8" x 22"	18	3.450 - 4.210
V	16 ½" x 20"	16	4.210 - 4.749
VI	14 ¾" x 17 ½"	14	4.749 - 5.094
VII	12 ¼" x 14 ¾"	11 7/8	5.094 - 5.521

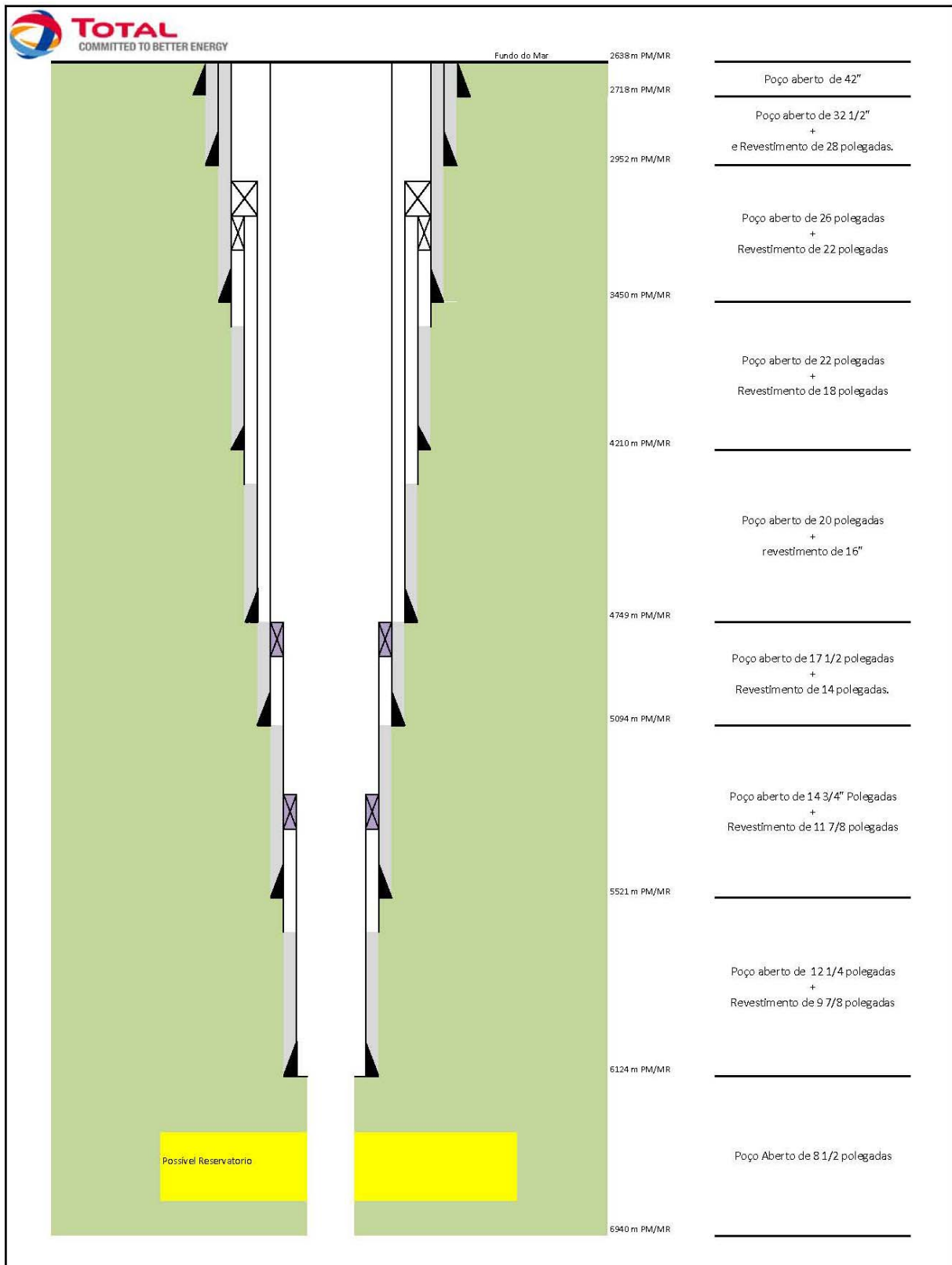


FIGURA II.3.1.9 - Esquema do poço TUCANO-01

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

Caso haja descobertas de hidrocarbonetos em escala comercial, os poços poderão ser completados ou abandonados temporariamente, em conformidade com a Portaria N° 25/02 da ANP.

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 TOTAL se compromete a proceder com o abandono do poço perfurado de acordo com o Regulamento Técnico N° 25/2002 da ANP (Procedimentos a serem Adotados no Abandono de Poços de Petróleo e/ou Gás). O regulamento citado disciplina 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 do poço, assim como a possibilidade de perfurar os demais poços previstos, dependerá dos resultados da perfuração. O caso base para o primeiro poço é que o abandono do mesmo seja definitivo. Caso haja alguma alteração na premissa do projeto mais tarde, isso poderá ser revisto. A **Figura II.3.1.10** apresenta o projeto de abandono permanente do poço, com indicação da localização dos tampões de cimento. O projeto de abandono poderá ser alterado em função dos resultados obtidos e caso sejam realizados testes de formação, observando sempre a Portaria da ANP acima mencionada.

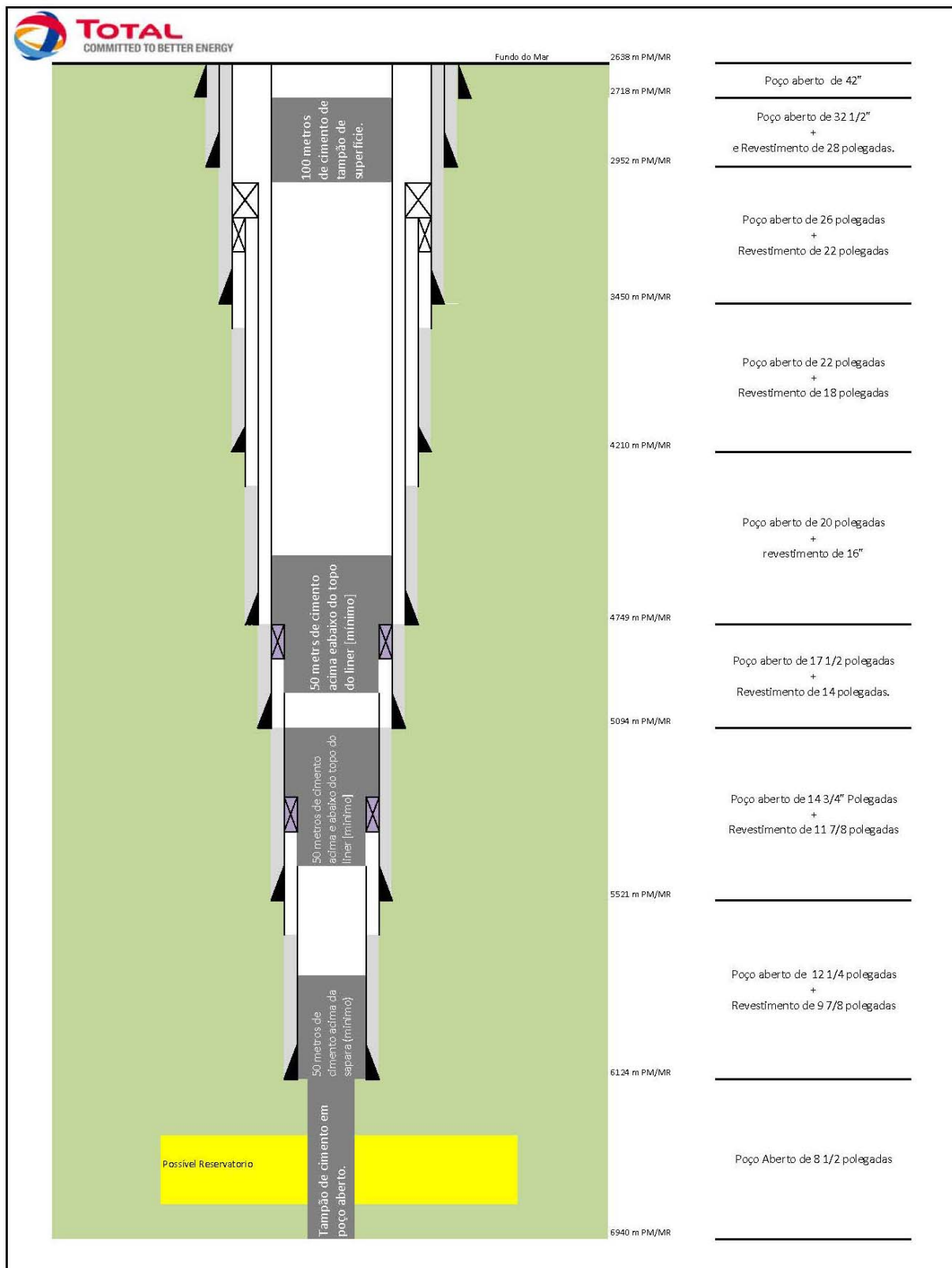


FIGURA II.3.1.10 - PROJETO DE ABANDONO DE POÇO [CASO BASE].

As características do cimento usado nos tampões, 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. Todos os tampões serão feitos com cimento de densidade 1,90 sg (equivalente à 1.900 kg/m³), elasticidade de 0,790 m³/t, e testados por 24 horas com mais de 1500 psi de pressão em temperaturas de fundo de poço. Os tampões do último ponto de cimentação serão testados com pressão de 70 bar a mais do que o resultado do teste de cimentação na profundidade da sapata inferior.

Os seguintes procedimentos estão previstos para o abandono permanente dos poços da Bacia de Foz do Amazonas:

- I – Tampões com pasta de cimento que gerem no mínimo 1.000 psi de força total serão dispostos para isolar todos os intervalos potenciais de hidrocarbonetos, conforme a necessidade;
- II – Como a lâmina d'água é superior a 1.850 m, a cabeça de poço será deixada no assoalho marinho.

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 nos Blocos da TOTAL na Bacia da Foz do Amazonas será o **Porto de Belém**, em Belém/PA, localizado à margem direita da Baía do Guajará, formada pelos rios Moju, Guamá, Acará e Pará. **O Porto de Belém é um porto público e possui uma área total primária de 132.435 m² e área de armazenagem de 56.063 m². A área territorial do porto é de 334.202,01 m².**

Esta base terá, dentre outras funções, proporcionar a logística de apoio para o armazenamento de insumos e de materiais e equipamentos necessários à atividade de perfuração e às ações de resposta a emergências; bem como permitir as trocas de tripulação das embarcações de apoio. A base será, ainda, utilizada para a transferência dos resíduos gerados durante a atividade, os quais serão transportados pelos barcos de apoio até a base, antes de serem transferidos para disposição final.

- **BASE AÉREA**

A base de apoio aéreo a ser utilizada será o Aeroporto Internacional de Macapá – Aeroporto Alberto Columbre, em Macapá/AP. O Aeroporto de Macapá fica a cerca de 528 km de distância dos blocos, conforme ilustrado na Figura II.3.1.11, estando previstos entre 01 (um) a 02 (dois) vôos por dia, entre a base aérea e a locação.

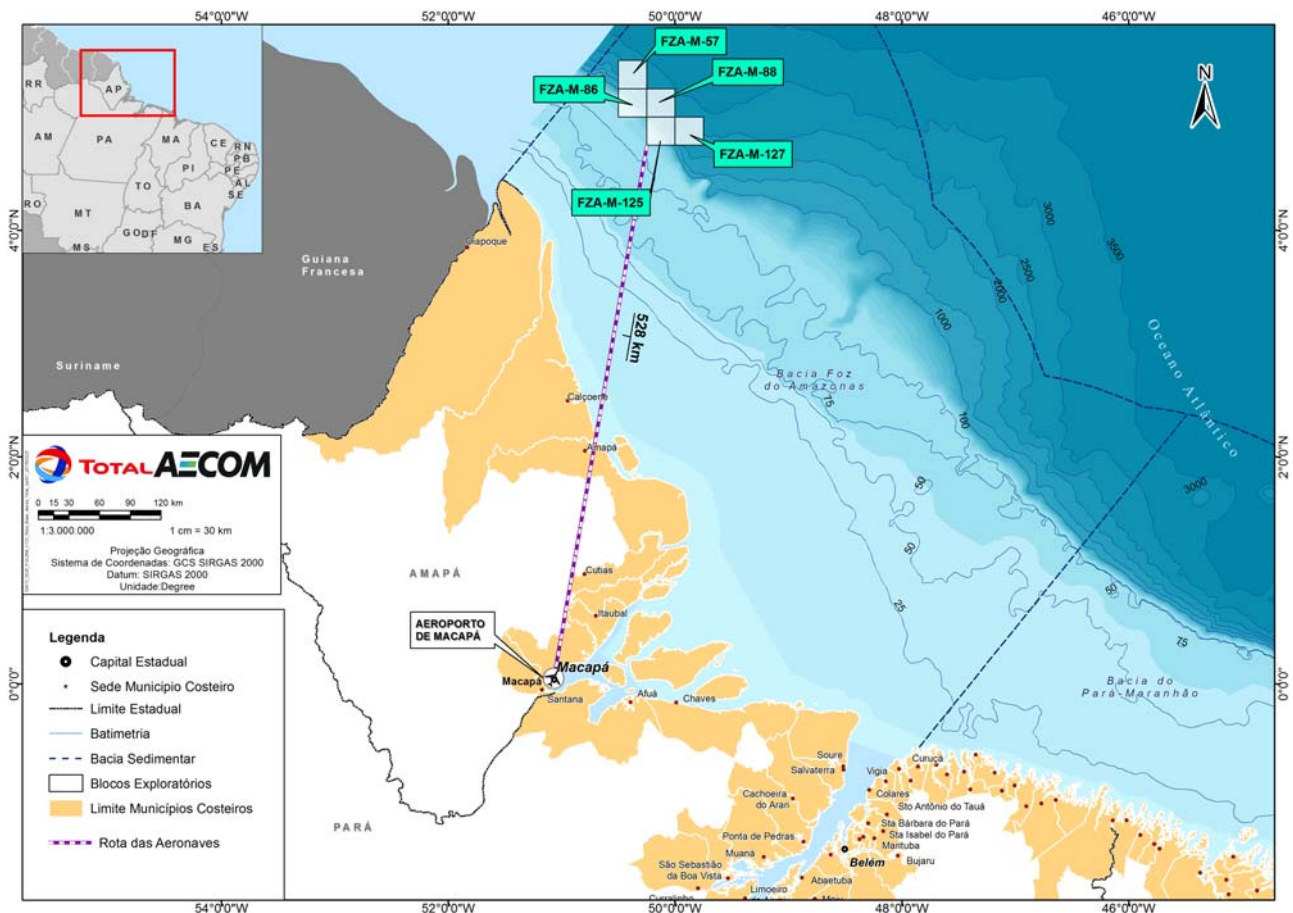


FIGURA II.3.1.11 – Rota das aeronaves.

E. Descrição sucinta da operação dos barcos de apoio

Para o apoio logístico (transporte de materiais, transporte de resíduos, etc.) às atividades de perfuração da TOTAL na Foz do Amazonas serão utilizadas 04 (quatro) embarcações, sendo 03 (três) tipo PSV e 01 (uma) tipo OSRV que será dedicada, permanecendo de prontidão próxima à locação.

Ressalta-se que, conforme já informado no Capítulo II.2 do presente EIA, tão logo as embarcações sejam definidas, a TOTAL enviará um ofício a esta CGPEG/IBAMA, contendo as informações e respectivos certificados de cada embarcação, em preparação para sua disponibilização para vistoria.

Estima-se que as embarcações tráfegarão na rota entre a locação dos poços e a base de apoio em terra (Porto de Belém – Belém/PA) 03 (três) vezes por semana, e que apenas no caso de sucesso exploratório da campanha de pesquisa dos primeiros poços, em que existirá a remota possibilidade de operação simultânea de duas sondas, este número poderá ser alterado. Esta rota encontra-se ilustrada, a seguir, na Figura II.3.1.12.

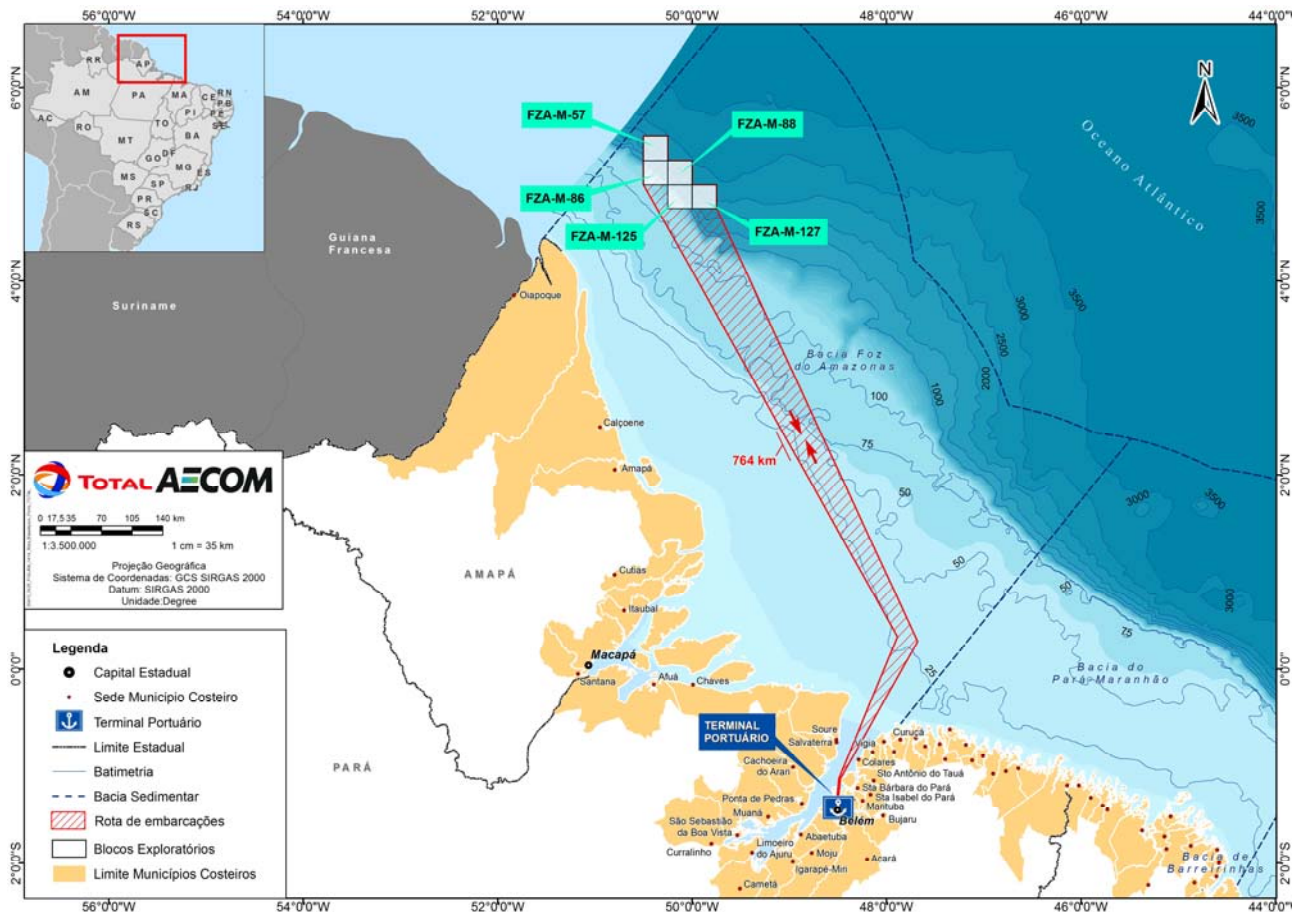


FIGURA II.3.1.12 – Rota aproximada das embarcações de apoio.

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 o poço TUCANO-01 como referência para as atividades de perfuração da TOTAL na Bacia da Foz do Amazonas, em função deste ser o poço de maior extensão e apresentar as maiores volumetrias em termos de descarte de fluidos e cascalhos. Para a perfuração do prospecto TUCANO-01 está prevista a utilização de fluidos de base aquosa ou não aquosa.

Conforme informado anteriormente, o projeto do TUCANO-01 contempla a perfuração de 09 (nove) fases, sendo as 03 (três) primeiras – I (42”), II (26” x 32,5”) e III (26”) - perfuradas sem *riser*. Nestas seções será utilizado fluido de perfuração de base aquosa de composição simplificada. Nas demais fases do poço (IV a IX), a serem perfuradas com *riser*, poderão ser utilizados tanto fluidos de base aquosa quanto de base não aquosa, cuja escolha levará em conta aspectos de segurança operacional.

B. PROCEDIMENTOS DE CONTROLE DE USO, DESCARTE E MONITORAMENTO DOS FLUIDOS E EFLUENTES

Os procedimentos adotados para o controle de uso, descarte, monitoramento e tratamento dos fluidos e efluentes utilizados durante a atividade de perfuração marítima da TOTAL na Bacia da Foz do Amazonas encontram-se detalhados no Projeto de Monitoramento de Fluidos e Cascalhos (PMFC), elaborado em consonância com o Parecer Técnico 02022.000498/2015-72 COEXP/IBAMA, emitido em 25/09/2015, que apresentou as novas “Diretrizes para o uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de poços exploração e produção de petróleo e gás natural”, disponível no site do IBAMA (www.ibama.gov.br/licenciamento) e encaminhado para a TOTAL nesta mesma data, através do Ofício 02022.002923/2015-68 COEXP/IBAMA .

C. VOLUMETRIA ESTIMADA DE FLUIDOS UTILIZADOS E DE CASCALHO GERADO

As estimativas de volumetrias de cascalhos, fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento previstas durante a perfuração marítima na Bacia da Foz do Amazonas da TOTAL são apresentadas nas **Tabelas II.3.2.1 a II.3.2.7**. São apresentadas volumetrias distintas para as opções de utilização de fluido de base aquosa (FPBA) – Opção 1: **Tabela II.3.2.1 e Tabela II.3.2.2** – e fluido de base não aquosa (FPBNA) – Opção 2: **Tabela II.3.2.3 e Tabela II.3.2.4**.

Cabe ressaltar, também, que as volumetrias apresentadas não consideram as perdas de fluido para a formação, apenas o volume de fluido que é descartado (perdido) para o mar, de forma excedente ou aderido ao cascalho, o que justifica a diferença entre as volumetrias estimadas para cada seção e a soma dos volumes descartados ao mar (final da fase) + descartado ao mar aderido ao cascalho.

TABELA II.3.2.1 – Planilha de Volumetria de Cascalhos (m³) – Opção 1: Fluido de Base Aquosa (FPBA)

Fase	Diâmetro da broca (pol) / Diâmetro do alargador	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Intervalo (m)	Inclinação (°)	Volume de cascalho gerado (m ³)	Volume de cascalho descartado ao mar (m ³)
I	42	51,44	2.638 - 2.718	0	107,19	107,19
II	26 x 32 ½	39,80	2.718 - 2.952	0	187,73	187,73
III	26	31,84	2.952 - 3.450	0	255,70	255,70
IV	18 1/8" x 22"	24,10	3.450 - 4.210	0	223,52	201,16
V	16 ½" x 20"	21,91	4.210 - 4.749	0	131,01	117,91
VI	14 ¾" x 17 ½"	19,17	4.749 - 5.094	0	64,20	57,78
VII	12 ¼" x 14 ¾"	15,82	5.094 - 5.521	0	54,10	48,69
VIII	10 5/8" x 12 ¼"	13,14	5.521 - 6.124	0	52,69	47,42
IX	8 ½"	8,91	6.124 - 6.940	0	32,84	29,55

Note-se que devido à impossibilidade de remover-se todo o cascalho do fluido, para as fases perfuradas com *riser* (IV a IX), onde o cascalho retorna à superfície para tratamento na sonda antes de seu descarte ao mar, o volume de cascalho descartado é ligeiramente inferior ao que é gerado.

TABELA II.3.2.2 – Planilha de Volumetria de Fluidos de Perfuração (m³) – Opção 1: Fluido de Base Aquosa (FPBA)

Fase	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Volume de Fluido descartado ao mar (Final da Fase) (m ³)	Volume de Fluido descartado ao mar aderido ao cascalho (m ³)
I	51,44	285,50	
II	39,80	533,70	
III*	31,84	778,00	
IV	24,10	111,30	100,60
V	21,91	103,35	59,00
VI	19,17	63,60	28,90
VII	15,82	39,75	24,30
VIII	13,14	31,80	23,70
IX	8,91	1.621,00	14,80

TABELA II.3.2.3 – Planilha de Volumetria de Cascalhos (m³) – Opção 2: Fluido de Base Não Aquosa (FPBNA)

Fase	Diâmetro da broca (pol) / Diâmetro do alargador	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Intervalo (m)	Inclinação (°)	Volume de cascalho gerado (m ³)	Volume de cascalho descartado ao mar (m ³)
I	42	51,44	2.638 - 2.718	0	107,28	107,28
II	26 x 32 ½	39,80	2.718 - 2.952	0	187,89	187,89
III	26	31,84	2.952 - 3.450	0	255,91	255,91
IV	18 1/8" x 22"	23,59	3.450 - 4.210	0	214,38	192,94
V	16 ½" x 20"	21,45	4.210 - 4.749	0	125,65	113,09
VI	14 ¾" x 17 ½"	18,77	4.749 - 5.094	0	61,58	55,42
VII	12 ¼" x 14 ¾"	15,61	5.094 - 5.521	0	52,73	47,46
VIII	10 5/8" x 12 ¼"	12,96	5.521 - 6.124	0	51,36	46,22
IX	8 ½"	8,83	6.124 - 6.940	0	32,27	29,04

TABELA II.3.2.4 – Planilha Volumetria de Fluidos de Perfuração (m³) – Opção 2: Fluido de Base Não Aquosa (FPBNA)

Fase	Diâmetro do poço com fator de alargamento (pol)	Volume de Fluido descartado ao mar (Final da Fase) (m ³)	Volume de Fluido descartado ao mar aderido ao cascalho (m ³)
I	51,44	285,50	
II	39,80	533,70	
III	31,84	788,00	
IV	23,59	00,00	67,50
V	21,45	00,00	39,60
VI	18,77	00,00	19,40
VII	15,61	00,00	16,60
VIII	12,96	00,00	16,20
IX	8,83	00,00	10,20

TABELA II.3.2.5 – Planilha de Volumetria (m³), Função e Destinação de Fluidos Complementares de Base Aquosa (FPBA)

Fluido	Função	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço (m ³)	Forma de destinação
Colchão Traçador	Traçador	I, II, III	150,00	Mar
Colchão Espaçador I	Espaçador	I, II, III	180,00	Mar
Colchão Espaçador II	Espaçador	IV, V, VI, VI, VIII, IX	180,00	Poço
Colchão Lavador	Lavador	IV, V, VI, VI, VIII, IX	90,00	Poço
Colchão Viscoso	Carreador	IV, V, VI, VI, VIII, IX	72,00	Poço

TABELA II.3.2.6 – Planilha de Volumetria (m³), Função e Destinação de Fluidos Complementares de Base Não Aquosa (FPBNA)

Fluido	Função	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço (m ³)	Forma de destinação
Colchão Traçador	Traçador	I, II, III	150,00	Mar
Colchão Espaçador I	Espaçador	I, II, III	180,00	Mar
Colchão Espaçador II	Espaçador	IV, V, VI, VI, VIII, IX	180,00	Poço
Colchão Espaçador III	Espaçador	IV, V, VI, VI, VIII, IX	150,00	Poço
Colchão Espaçador IV	Espaçador	IX	20,00	Terra*
Colchão Lavador	Lavador	IV, V, VI, VI, VIII, IX	90,00	Poço
Colchão Viscoso	Carreador	IV, V, VI, VI, VIII, IX	72,00	Poço
Salmoura	Espaçador	IX	72,00	Mar

* A destinação final do Colchão Espaçador III será em terra.

TABELA II.3.2.7 – Planilha de Volumetria (m³) e Destinação de Pastas De Cimento

Fluido	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço (m ³)	Forma de destinação
Pasta de cimento Leve	I, II e III	500,00	Mar*
Pasta de cimento Leve	IV, V, VI, VII, VIII	259,00	Poço
Pasta de cimento pesado	Todas as fases	1.217,00	Poço

* Fases I, II e III referem-se ao início do poço, quando ainda não há retorno de fluido à superfície. Destinação ao mar refere-se ao excesso de cimento que transborda no leito marinho durante a operação de cimentação do revestimento de superfície, procedimento estes 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 dos navios sonda ENSCO DS-4 e West Polaris, um sistema de coletores e filtros (*dust collectors*), que é 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 durante o preparo do cimento a ser utilizado na etapa de cimentação.

No total existem quatro coletores, com capacidade de recolhimento individual de 2,0 m³, que são responsáveis pela captura de material particulado do material a granel. Dentre estes, 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 monitorar o nível de preenchimento de material, indicando 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. O material recolhido nos filtros pode ser reutilizado ou encaminhado para descarte em terra como resíduo.

E. PRODUTOS QUÍMICOS

As informações sobre todos os produtos químicos previstos a serem utilizados nas formulações de fluidos de perfuração, fluidos complementares e pastas de cimento serão devidamente apresentadas no endereço eletrônico no sítio do Ibama (<http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo> - link: Processo de Fluidos de Perfuração e Complementares) tão logo haja definição da empresa fornecedora de fluidos para a atividade de perfuração marítima nos Blocos FZA-M-57, FZA-M-86, FZA-M-88, FZA-M-125 e FZA-M-125, Bacia da Foz do Amazonas.

Reitera-se que as informações a serem apresentadas estarão em consonância com o estabelecido no Parecer Técnico 02022.000498/2015-72 COEXP/IBAMA, que apresentou as “Diretrizes para o uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de poços exploração e produção de petróleo e gás natural”, disponível no site do IBAMA (www.ibama.gov.br/licenciamento).