

## 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, quais sejam: sistemas de força, de suspensão, rotativo, de circulação, de segurança e de monitoramento do poço.

No processo de perfuração rotativa, um poço é aberto com o emprego de uma coluna de perfuração, a qual é 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 deste fluido é transportar à superfície os fragmentos de rocha gerados durante a perfuração (cascalhos).

Encontram-se descritos, a seguir, os equipamentos dos sistemas supracitados existentes no navio-sonda West Polaris, da Seadrill, plataforma a ser utilizada para a realização da atividade de perfuração marítima no Bloco CE-M-661, na Bacia do Ceará. Será descrito, também, o sistema de posicionamento dinâmico existente na unidade.

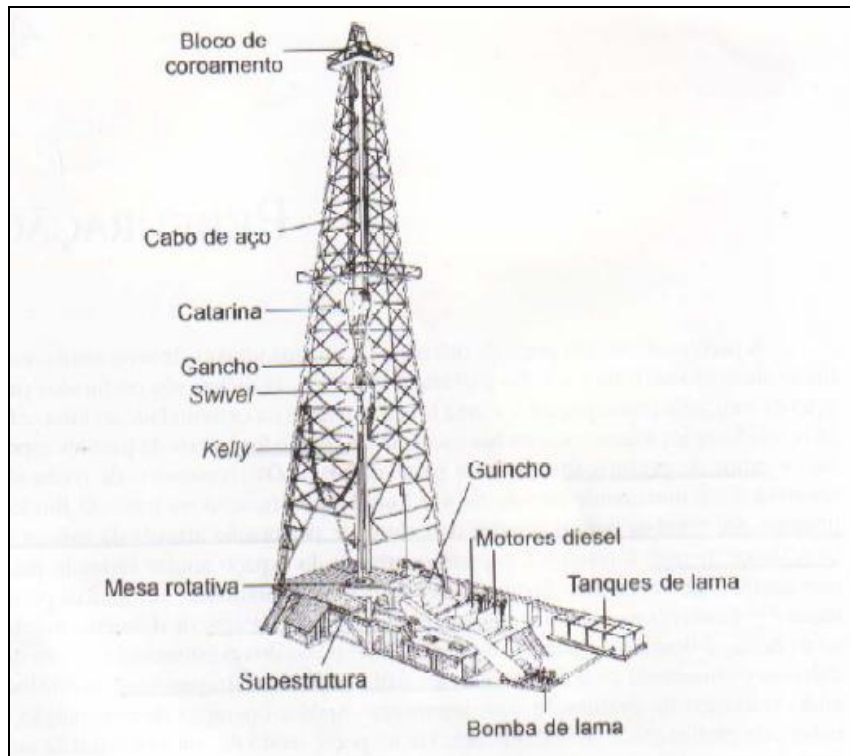
#### i) Principais Sistemas que Compõem uma Sonda Rotativa

- **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** (**Figura II.3.1.2**) 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.



**FIGURA II.3.1.2 – Tubos de perfuração organizados em uma sonda marítima.**

Fonte: <http://www.smst.nl/includes/resize.asp?func=min&website=implementatie&wdth=710&height=329&image=md245.jpg>

A mesa rotativa (**Figura II.3.1.3**) 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.3.1.3 – Plataforma com mesa rotativa de uma sonda de perfuração marítima.**

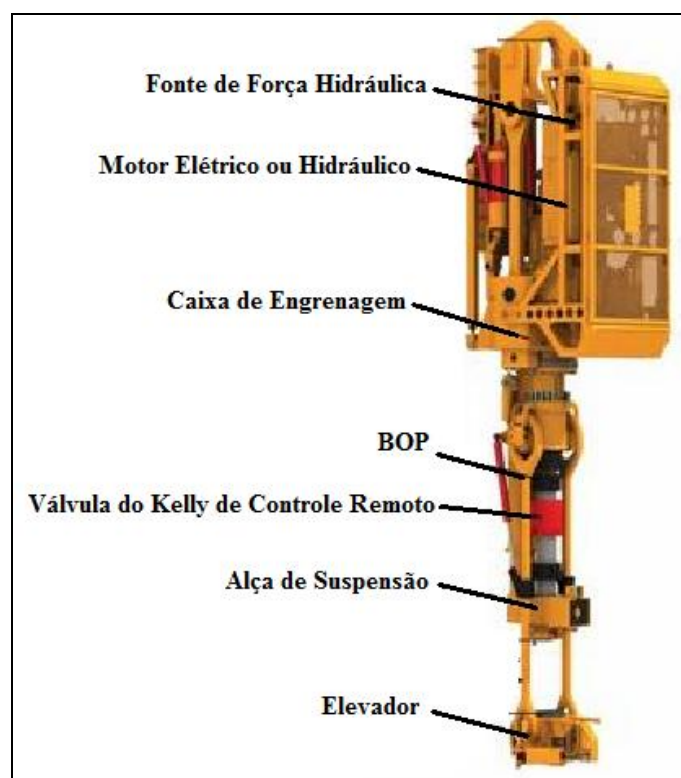
Fonte: Internet: <http://www.pvdrilling.com.vn/>

O sistema *top drive* (ilustrado na **Figura II.3.1.4**) 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.3.1.4 – Sistema Típico Top Drive®**

Fonte: Internet – Tesco Corporation

- **Sistema de Circulação de Lama**

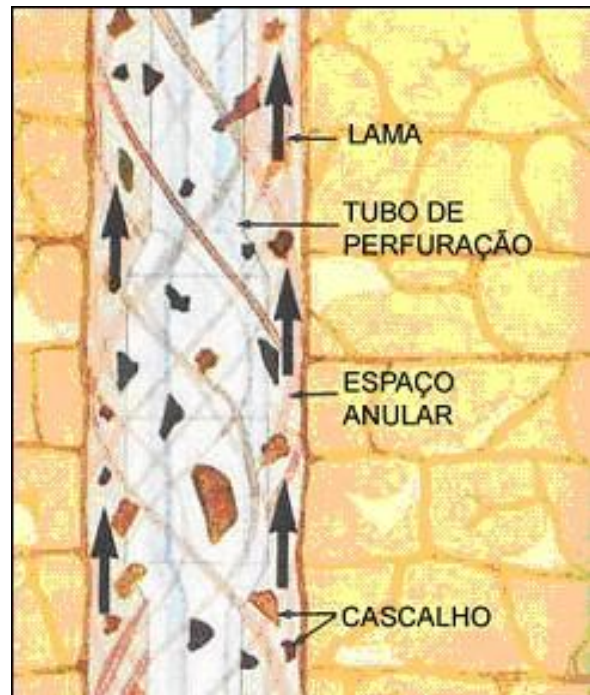
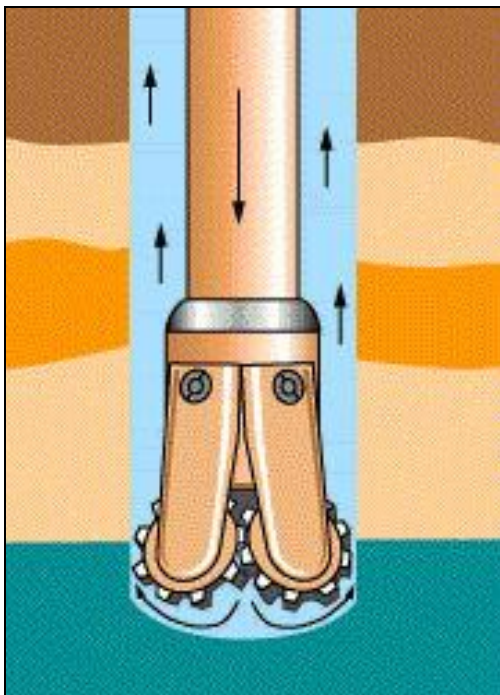
O sistema de circulação de lama é um circuito fechado, responsável pela circulação e tratamento do fluido de perfuração na sonda. Suas funções principais são remover de dentro do poço os cascalhos formados pela broca, transportando-os para a superfície junto com a lama de perfuração, lubrificar e resfriar 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 últimos 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 seu re-aproveitamento ou descarte para o mar, quando aprovado pelo órgão ambiental, e encontram-se descritos com maiores detalhes no Projeto de Monitoramento de Cascalho e Fluido de Perfuração – PMCF (Capítulo II.11.1.1 deste EAP).

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**.



**FIGURA II.3.1.5 – Injeção e retorno de fluido e cascalho pelo espaço anular.** **FIGURA II.3.1.6 – Retorno de fluido e cascalho pelo espaço anular.**

Fonte: [http://www.bluepetroleum.com/how\\_oil\\_drilling\\_works.htm](http://www.bluepetroleum.com/how_oil_drilling_works.htm) Fonte: BAKER, 1985

Quando o fluido chega à superfície, após passar pelo sistema de controle de sólidos, este é acondicionado nos chamados tanques de fluido, onde é 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.

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;

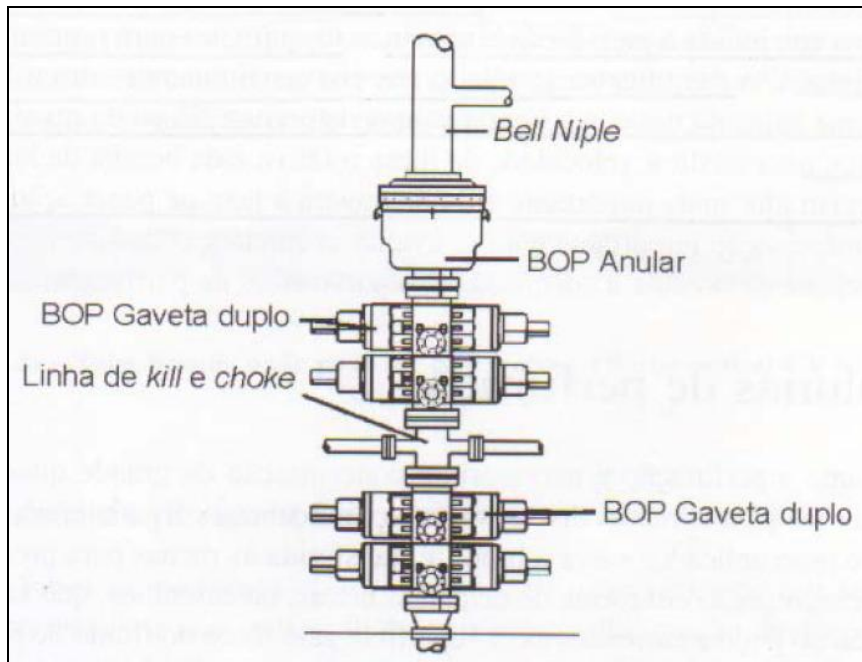
- Manter os cascalhos em suspensão, evitando que decantem no poço, prevenindo problemas de prisão da coluna.
- Lubrificar e resfriar a broca para evitar os efeitos das altas temperaturas encontradas no poço ou causadas por atrito da broca com a formação;
- Minimizar o atrito causado pela rotação da coluna 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.

O tratamento da lama reduz a necessidade de produção de mais fluido durante a perfuração, com consequente redução no custo da operação e, principalmente, minimização do impacto ambiental inerente à disposição final deste resíduo no mar, após tratamento, ou 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 componente o *Blowout Preventer* (BOP). O BOP, ilustrado 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.

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.3.1.7 – 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.

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 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. O sistema de geração de energia para acionamento de equipamentos em sondas de perfuração modernas é, geralmente, composto por motores diesel. Tais equipamentos operam em velocidade e torque variáveis, afetando o processo de transmissão de energia. Este é o caso da sonda SEADRILL WEST POLARIS, prevista para atuar na presente atividade.

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.3.1.8**, 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.3.1.8 – 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

Conforme apresentado no Capítulo II.2 - Caracterização da Atividade, e também no FCA da atividade, a TOTAL tem o compromisso de perfurar 01 (um) poço exploratório na Bacia do Ceará. Caso sejam encontrados indícios da presença de hidrocarbonetos, poderá ser realizado um teste de formação no poço, a fim de avaliar o potencial petrolífero local e determinar as características das reservas potenciais de hidrocarbonetos. Este teste, caso realizado, será limitado em um fluxo real de 72 (setenta e duas) horas, conforme Portaria N° 249 da ANP, publicada em 01 de novembro de 2000.

São descritas, a seguir, as principais etapas da atividade de perfuração no Bloco CE-M-661.

- **Processo de Perfuração do Poço**

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. Estes são abertos com o emprego de uma coluna de perfuração, com uma broca acoplada a sua extremidade. Durante a perfuração, a broca lança um fluido, que circula pelo poço, voltando à superfície através do espaço anular entre a coluna de perfuração e a parede do poço. Uma das funções deste fluido é transportar à superfície os fragmentos de rocha gerados durante a perfuração (cascalhos).

O poço Itarema, referência para esse estudo por apresentar as maiores volumetrias e, conseqüentemente, as maiores extensões de cada fase, deverá ser perfurado em 07 (sete) fases. As duas primeiras fases serão perfuradas sem a presença de *riser*, enquanto que as demais fases (IV a VII) serão perfuradas com a presença

de *riser* - tubos especiais cuja finalidade é criar um invólucro para colina de perfuração e para as colunas de revestimento, como uma parede de poço artificial, entre o fundo e a superfície do mar.

De uma forma geral, a perfuração a ser realizada pode ser dividida em três etapas:

- Perfuração sem a presença de *riser* – onde não há retorno de cascalho e fluido de perfuração para a superfície, sendo estes descartados próximos ao fundo do mar, no entorno da locação. Nesta etapa, que abrange as 02 (duas) primeiras fases, é compulsória a utilização de fluidos de perfuração de base aquosa de formulações simplificadas, o que os torna menos tóxicos ao meio ambiente.
- Instalação do *riser* e BOP – etapa intermediária entre a perfuração das fases sem *riser* e com *riser*, sendo o BOP testado previamente, conforme descrito no subitem *Sistema de Monitoramento do Poço*.
- Perfuração com *riser* – onde ocorre o retorno de fluido de perfuração carregando os cascalhos para a unidade de perfuração, sendo estes separados pelo Sistema de Controles de Sólidos (SCS), com recuperação do fluido para reutilização nos poços e condicionamento do cascalho aos padrões previstos na legislação para descarte no mar. Nesta etapa, que se estende da fase IV até a fase final do poço, embora também esteja prevista a utilização de fluidos de base aquosa, existe a possibilidade de sua substituição destes por fluidos de base não aquosa.

Apresenta-se, a seguir, uma descrição sucinta da perfuração de cada fase.

- A primeira fase será perfurada com broca de 42” até a profundidade de 2.2000m, e seguida pela cimentação do revestimento de 36”, sendo utilizado fluido de base aquosa. Nesta fase não há retorno de cascalho e fluido para a superfície.
- A segunda fase será perfurada com broca de 26” até a profundidade de 3.115m e seguida pela cimentação do revestimento de 20”, sendo utilizado fluido de base aquosa.. Nesta fase não há retorno de cascalho e fluido para a superfície.
- A terceira fase será perfurada com broca de 20” até profundidade de 3.940m, com utilização preferencial de fluido de base aquosa. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 16”. Já tendo ocorrido a instalação do riser, esta fase, como as subsequentes, prevê o retorno de cascalho e fluido para a superfície.
- A quarta fase será perfurada com broca de 17 ½” até uma profundidade final estimada em cerca de 4.340m, com utilização preferencial de fluido de base aquosa. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 13 5/8”.
- A quinta fase será perfurada com broca de 14 ¾” até a profundidade de 4.940m, também com a utilização preferencial de fluido de base aquosa. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 11 7/8”.

- A sexta fase será perfurada com broca de 12 ¼” até a profundidade de 5.540m, também com a utilização preferencial de fluido de base aquosa. Em seguida será descido e cimentado o revestimento de 9 7/8”.
- Por fim, a sétima e última fase será perfurada com broca de 8 ½” até uma profundidade final de 6.040m, preferencialmente com fluido de base aquosa. Reitera-se que da quarta fase à sétima fase, é possível a utilização de fluido de base não-aquosa, ainda que não seja esse o caso preferencial.

A **Tabela II.3.1.1** resume o projeto de poço Itarema e a **Figura II.3.1.9** apresenta um desenho esquemático do respectivo projeto de poço.

**TABELA II.3.1.1 – Projeto do poço Itarema (contingências incluídas).**

Fase	Diâmetro da broca (pol) / Diâmetro do alargador	Diâmetro do Revestimento (pol)	Profundidade (m)*	Tipo de fluido utilizado
I	42	36	2.140 – 2.200	Fluido de Base Aquosa (compulsório)
II	26	20	2.200 – 3.115	
III	20	16	3.115 – 3.940	Fluido de Base Aquosa (preferencial) / Fluido de Base Não Aquosa
IV	17 ½	13 5/8	3.940 – 4.340	
V	14 ¾	11 7/8	4.340 – 4.940	
VI	12 ¼	9 7/8	4.940 – 5.540	
VII	8 ½	sem revestimento	5.540 – 6.040	

\* Profundidade levando-se em consideração 2.140 m de lâmina d'água.

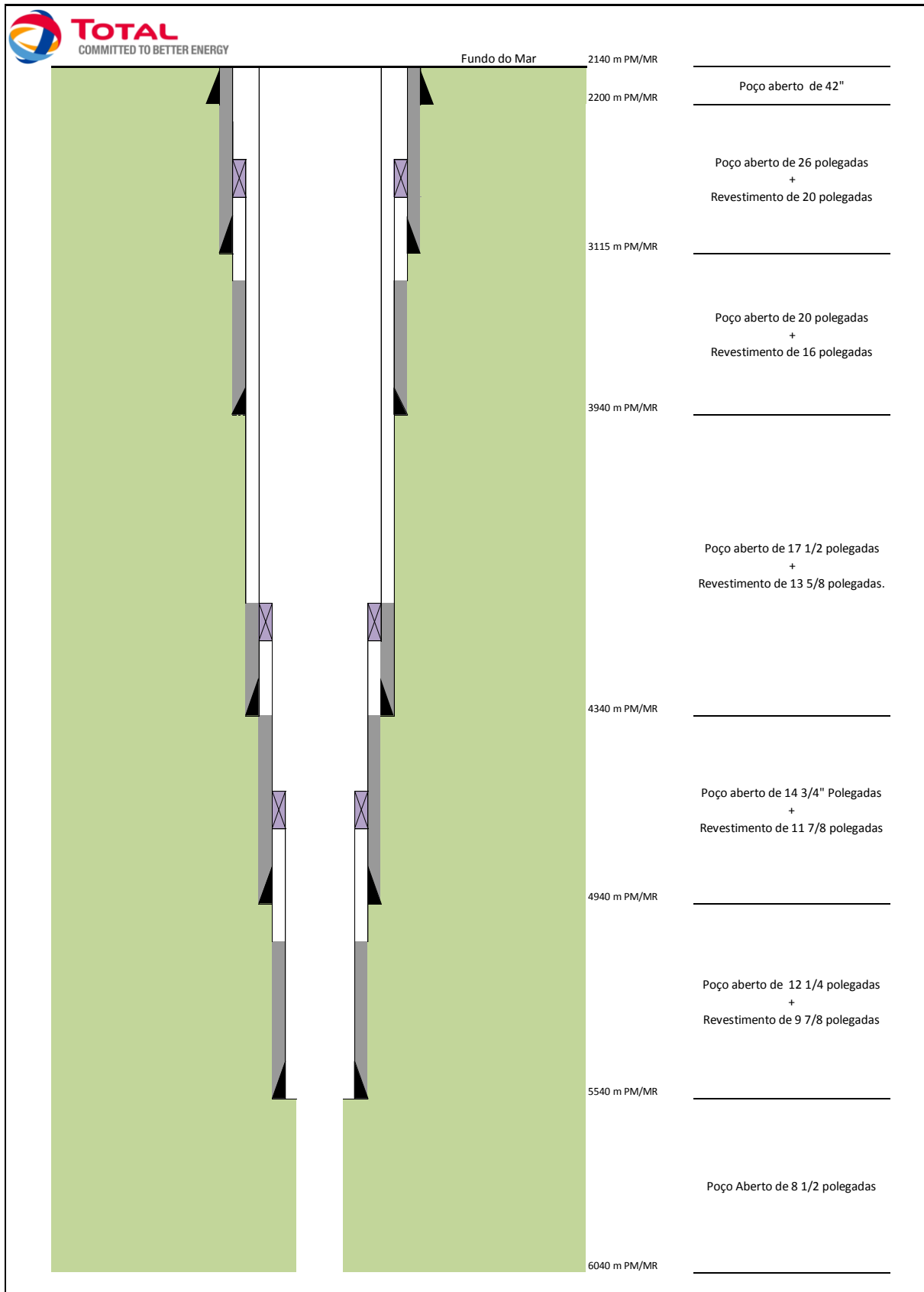


FIGURA II.3.1.9 - Esquema do poço Itarema



## • Processo de Cimentação do Poço

Conforme dito anteriormente, o projeto do poço Itarema, no Bloco CE-M-661, prevê a perfuração de 07 (sete) fases. Ao final de cada fase, a coluna de perfuração é retirada do poço e é descido o chamado revestimento. 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, permitindo que se inicie a perfuração da próxima. Antes disso, porém, tais colunas de revestimento são cimentadas às paredes do poço através do bombeamento, por dentro da própria tubulação de revestimento, de uma pasta de cimento e água, que preenche o espaço anular entre o revestimento e as paredes do poço, fixando a tubulação. Após a cimentação de uma fase, é dado então início à perfuração da próxima fase, utilizando-se uma broca de diâmetro inferior ao do revestimento cimentado, de modo a manter a integridade da fase perfurada.

As colunas de revestimento são classificadas em:

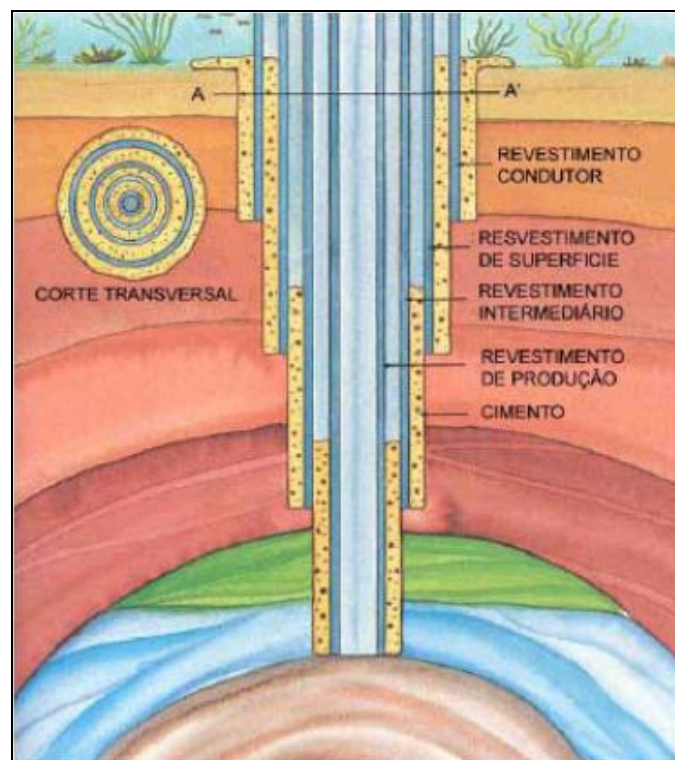
- **Condutor:** É o primeiro revestimento do poço, assentado a pequena profundidade (10 m – 50 m), com finalidade de sustentar sedimentos superficiais não consolidados. Pode ser assentado por cravação, jateamento ou cimentação;
- **Revestimento de Superfície:** Tem o objetivo de proteger os horizontes 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 a 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.3.1.10** apresenta o corte transversal de um poço, exibindo os revestimentos cimentados.



**FIGURA II.3.1.10 – Esquema dos revestimentos cimentados.**

Fonte: BAKER, 1985

## B. Operações Complementares Previstas

Apresenta-se, na **Tabela II.3.1.2**, a seguir, as operações complementares previstas para a atividade de perfuração a ser realizada no Bloco CE-M-661 e os cuidados ambientais a serem tomados para a realização de cada operação.

**TABELA II.3.1.2 – Operações Complementares Previstas para a Atividade de Perfuração no Bloco CE-M-661.**

Operação	Descrição Geral	Cuidados Ambientais a serem tomados
Perfilagem	<p>A perfilagem tem o objetivo de caracterizar as litologias e propriedades das rochas perfuradas e identificar possíveis zonas produtoras de hidrocarbonetos, podendo ser realizada durante a perfuração (<i>logging while drilling - LWD</i>) ou a cabo (<i>wireline logging</i>) após a perfuração de uma fase do poço.</p> <p>A maioria das ferramentas que serão utilizadas não apresentam riscos, seja às pessoas envolvidas na operação seja ao meio ambiente. Porém, deverão ser utilizadas ferramentas que necessitam de regulação específica para sua utilização. Tais ferramentas incluem o uso de fonte radioativa específicas para este uso e com o nível de radiação extremamente baixo. Além disso, em caso de prisão ou impossibilidade de circulação dentro da coluna de perfuração, poderá ser necessário o uso de explosivos para liberá-la. Vale ressaltar que da mesma forma que as fontes radioativas, os explosivos são manufaturados especialmente para esse uso específico, apresentando raio de ação focalizado.</p>	<p>Uso de fonte radioativa – Emprego, pelos manipuladores da mesma, de medidores de exposição à radiação para controlar e evitar exposição excessiva e acima do tolerável pela regulamentação existe. Após a realização da perfilagem com uso desta ferramenta, não há qualquer risco de existência de radioatividade residual, dado o tempo mínimo (alguns segundos) em que a formação fica exposta. Adicionalmente, durante o transporte e para permanência na sonda, as fontes radioativas são armazenadas dentro de um container (<i>bunker</i>) especialmente fabricado para conter qualquer emissão de radioatividade para a área externa.</p> <p>Uso de explosivos – São armazenados dentro de um container especial colocado numa área na sonda de acesso restrito e com um sistema de ejeção instantânea no mar, em caso de emergência (fogo na sonda por exemplo).</p>
Teste de Formação	<p>Tem como objetivo identificar os fluidos contidos na formação, identificar o tamanho do reservatório encontrado e obter uma estimativa da produtividade da formação, ou seja, visa avaliar se o reservatório pode ser classificado como uma jazida. A duração do teste se limitará a 72h de fluxo total por zona produtora, conforme portaria da ANP. A TOTAL realizará a queima dos hidrocarbonetos produzidos.</p>	<p>Utilização de equipamentos de fundo para controle de vazão do fluido e equipamentos de superfície responsáveis pelo controle medição, queima e recolhimento dos hidrocarbonetos produzidos.</p>
Completação	<p>Conjunto de operações de preparação do poço para controle e produção de hidrocarbonetos ou injeção de fluidos.</p>	<p>Instalação de equipamentos de superfície (cabeça de produção e BOP); Condicionamento do poço; Avaliação da qualidade da cimentação.</p>
Tamponamento e Abandono	<p>Operações com o objetivo de isolar os diferentes intervalos permeáveis de um poço, podendo ser permanente ou temporário. Em ambas situações, o poço é tamponado com pastas de cimento, podendo receber tampões em diferentes profundidades, a depender da profundidade do poço, colunas de revestimento e coluna litológica.</p>	<p>Operações deverão seguir o Regulamento Técnico N° 25/2002 da ANP, conforme descrito no Item C, a seguir.</p>

### 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 do poço, 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), que determina os

procedimentos a serem adotados para o abandono de poços, de maneira a assegurar o perfeito isolamento das zonas de petróleo e/ou gás e também dos aquíferos existentes, prevenindo:

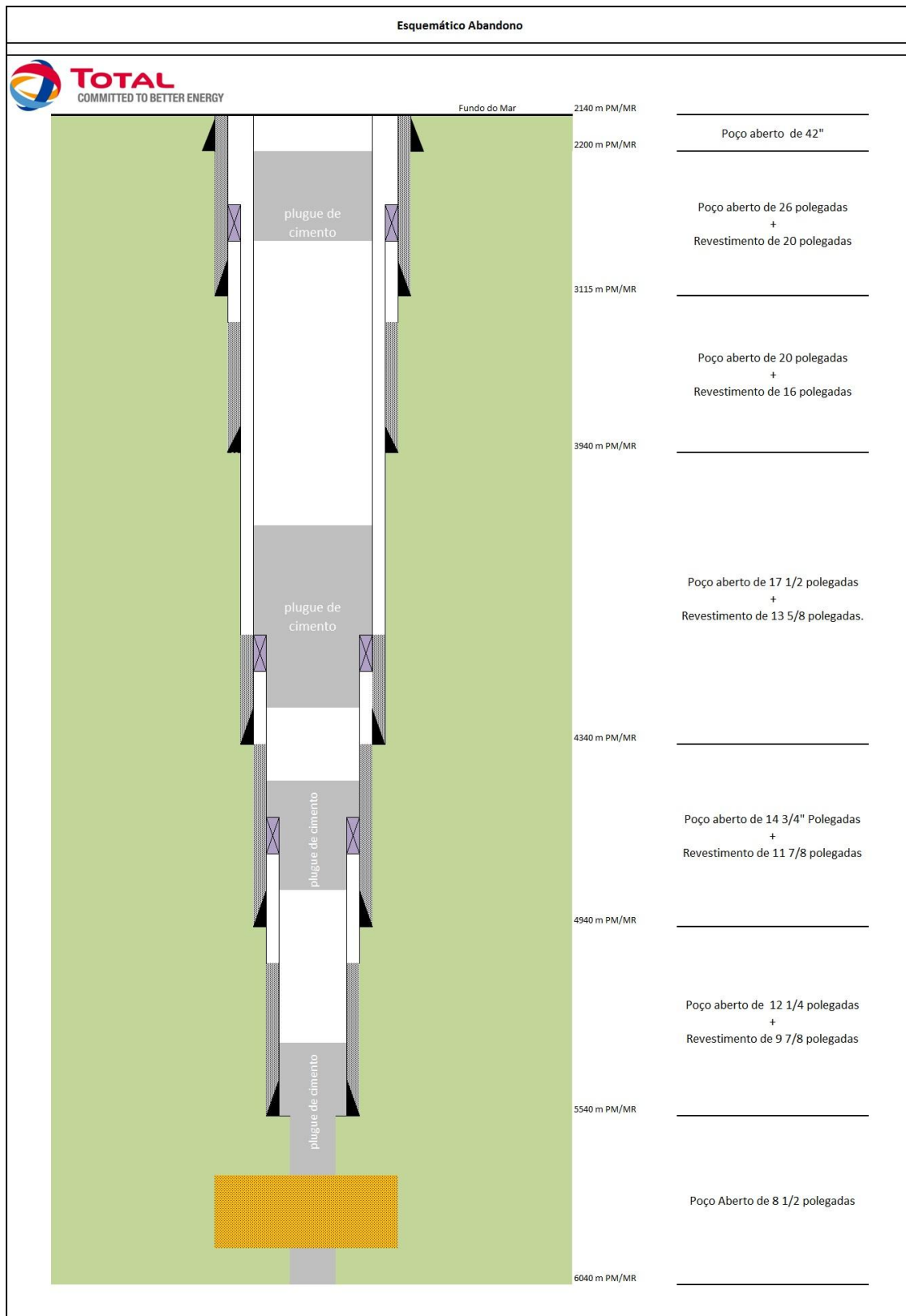
I – A migração dos fluidos entre as formações, quer pelo poço, quer pelo espaço anular entre o poço e o revestimento; e

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

O abandono do poço, assim como a possibilidade de perfuração de poços adicionais, dependerá dos resultados da perfuração do primeiro poço. O caso base para o primeiro poço, porém, 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.3.1.11** 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.3.1.11 - 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/m<sup>3</sup>), elasticidade de 0,790 m<sup>3</sup>/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. Reforçamos que no caso de alteração do projeto do poço principal, o diagrama de abandono do poço também será alterado, sempre respeitando as normas vigentes.

Os seguintes procedimentos estão previstos para o abandono permanente do poço do Bloco CE-M-661, na Bacia do Ceará:

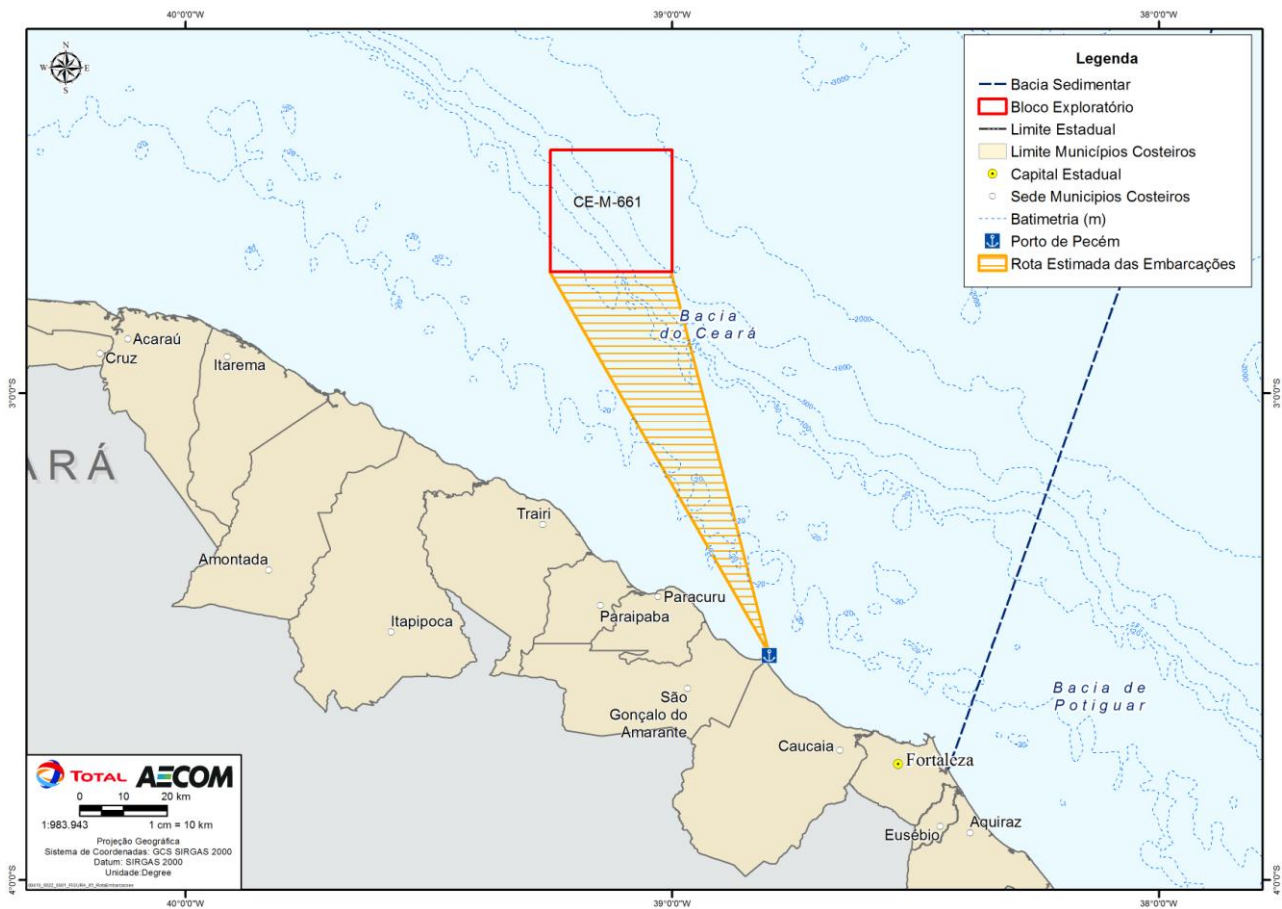
- I – Tampões com pasta de cimento que gerem no mínimo 1.000 psi de força total serão dispostos para isolar todos os intervalos potenciais de hidrocarbonetos, conforme a necessidade;
- II – Como a lâmina d'água é superior a 1.850 m, a cabeça de poço será deixada no assoalho marinho.

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

- **BASE DE APOIO**

A base terrestre de apoio logístico à atividade de perfuração marítima da TOTAL na Bacia do Ceará será o Porto de Pecém, localizado no município de São Gonçalo do Amarante/CE, distante 90 km de Fortaleza, para o norte, e cerca de 90 km do Bloco CE-M-661. Estão previstas de duas a três viagens por semana entre a base logística e a unidade de perfuração (rota apresentada na **Figura II.3.1.12**).

O terminal portuário de Pecém é um terminal projetado como porto *offshore*, possibilitando a atracação direta de navios de maior calado, não havendo canal de acesso ou bacia de evolução. O porto tem grande circulação de navios e capacidade para transportar grandes cargas, tendo, no período de janeiro a dezembro de 2014, chegado a receber mais de 8.2 milhões de toneladas de carga, e registrado, só no primeiro quadrimestre de 2015, um movimento acumulado de 2.9 milhões de toneladas (CEARÁPORTOS, 2015).



**FIGURA II.3.1.12 – Rota aproximada das embarcações de apoio entre a base e o Bloco.**

- **BASE AÉREA**

A base de apoio aéreo a ser utilizada será o Aeroporto Pinto Martins, em Fortaleza/CE, que fica a aproximadamente 120 km de distância do Bloco CE-M-661, conforme ilustrado na **Figura II.3.1.13**. Estão previstos até 02 (dois) vôos por dia, seis dias da semana, entre a base aérea e a unidade de perfuração.

O aeroporto Pinto Martins possui uma área de 5.305.215 m<sup>2</sup> e conta com três pátios de aeronaves – pátio 1: aviação geral (36.720 m<sup>2</sup>); pátio 2: aviação comercial (52.991 m<sup>2</sup>) e pátio 3: aviação cargueira (45.056 m<sup>2</sup>). As dimensões da pista são 2.545 x 45(m) e a área do terminal de passageiros é de 35.660 m<sup>2</sup>. O aeroporto possui capacidade anual de recebimento de 6,2 milhões de passageiros (INFRAERO, 2015).

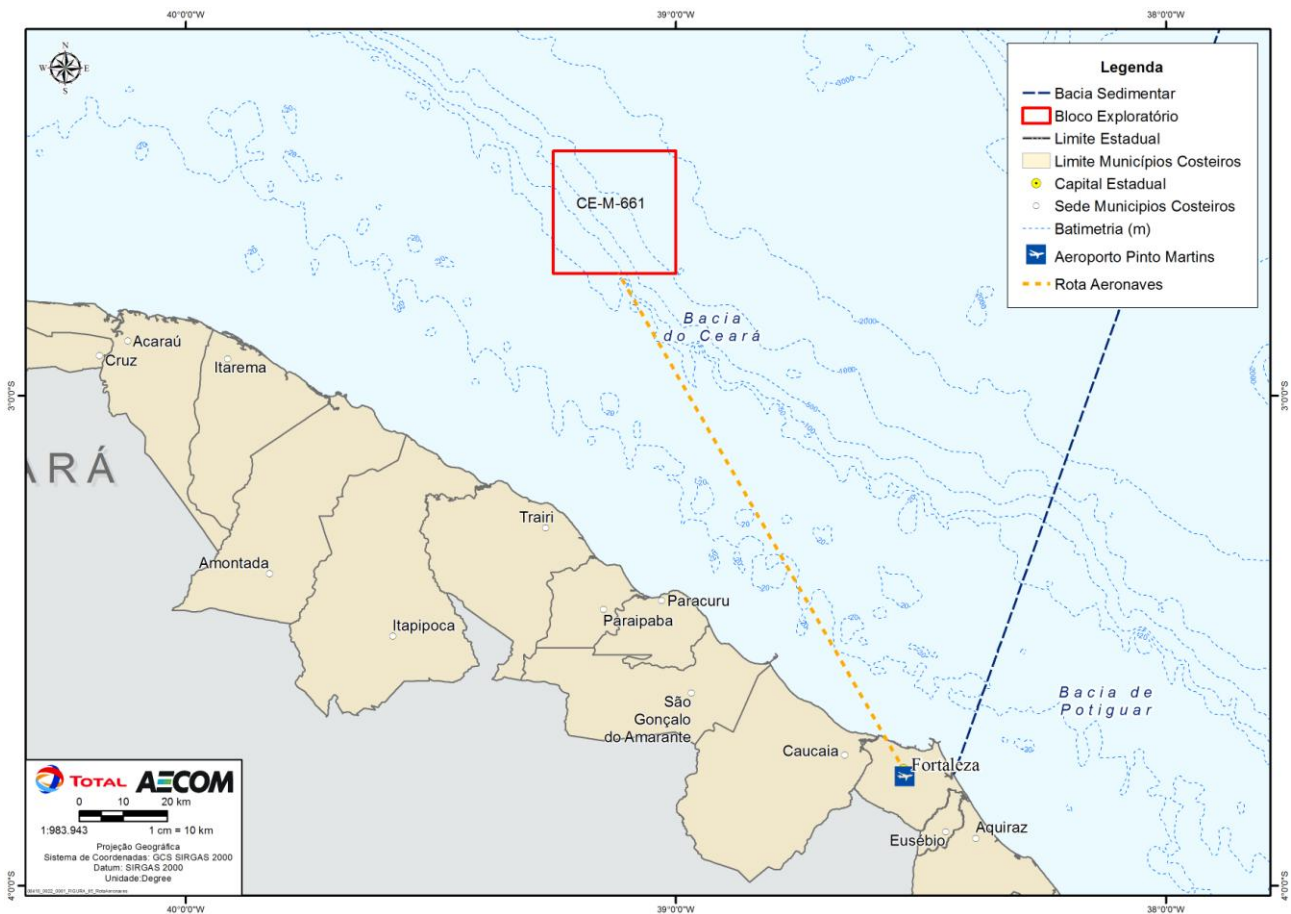


FIGURA II.3.1.13 – Rota das aeronaves.

## 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

### ➤ TIPOS DE FLUIDOS PASSÍVEIS DE SEREM UTILIZADOS NO DECORRER DA ATIVIDADE

Conforme apresentado previamente, foi adotado o poço Itarema como referência para as atividades de perfuração da TOTAL na Bacia do Ceará, em função deste ser o poço de maior extensão e apresentar as maiores volumetrias em termos de descarte cascalhos e fluidos, representando um cenário conservador para a atividade em questão. Para a perfuração do prospecto Itarema está prevista, preferencialmente, a utilização de fluidos de base aquosa, podendo ser utilizados fluidos de base não aquosa.

Conforme informado anteriormente, o projeto do poço Itarema contempla a perfuração de 07 (sete) fases, sendo as 02 (duas) primeiras – I (42”) e II (26”) - perfuradas sem *riser*. Nestas seções será utilizado fluido de perfuração de base aquosa de composição simplificada. Nas demais fases do poço (IV a VII), a serem perfuradas com *riser*, a TOTAL planeja utilizar, preferencialmente, fluidos de base aquosa, podendo, porém, também utilizar fluidos de perfuração de base não aquosa.



## ➤ 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 no Bloco CE-M-661, na Bacia do Ceará, encontram-se detalhados no Projeto de Monitoramento de Cascalho e Fluidos (PMCF), apresentado no Capítulo II.11.1.1 do presente EAP, elaborado em consonância com o documento “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”, disponível no site do IBAMA ([www.ibama.gov.br/licenciamento](http://www.ibama.gov.br/licenciamento)).

## ➤ 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 do poço do Bloco CE-M-661, na Bacia do Ceará, 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 (m<sup>3</sup>) – 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 <sup>3</sup> )	Volume de cascalho descartado ao mar (m <sup>3</sup> )
I	42	41,72	2.140 – 2.200	0	52,89	52,89
II	26	29,30	2.200 – 3.115	0	397,82	397,82
III	20	21,74	3.115 – 3.940	0	197,44	177,70
IV	17 ½	18,83	3.940 – 4.340	0	71,82	64,64
V	14 ¾	15,68	4.340 – 4.940	0	74,69	67,22
VI	12 ¼	12,89	4.940 – 5.540	0	50,46	45,41
VII	8 ½	8,81	5.540 – 6.040	0	19,63	17,67

Note-se que devido à impossibilidade de remover-se todo o cascalho do fluido, para as fases perfuradas com *riser* (III a VII), o volume de cascalho descartado é ligeiramente inferior ao que é gerado.

**TABELA II.3.2.2 – Planilha de Volumetria de Fluidos de Perfuração (m<sup>3</sup>) – 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 <sup>3</sup> )	Volume de Fluido descartado ao mar aderido ao cascalho (m <sup>3</sup> )
I	41,72	222,6	
II	29,30	1195,0	
III	21,74	108,70	88,85
IV	18,83	60,20	32,32
V	15,68	66,70	33,61
VI	12,89	55,60	22,71
VII	8,81	1707,90	8,84

**TABELA II.3.2.3 – Planilha de Volumetria de Cascalhos (m<sup>3</sup>) – 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 <sup>3</sup> )	Volume de cascalho descartado ao mar (m <sup>3</sup> )
I	42	41,72	2.140 – 2.200	0	52,89	52,89
II	26	29,30	2.200 – 3.115	0	397,82	397,82
III	20	21,74	3.115 – 3.940	0	197,08	177,37
IV	17 ½	18,83	3.940 – 4.340	0	71,68	64,52
V	14 ¾	15,68	4.340 – 4.940	0	74,55	67,10
VI	12 ¼	12,89	4.940 – 5.540	0	50,46	45,41
VII	8 ½	8,81	5.540 – 6.040	0	19,60	17,64

**TABELA II.3.2.4 – Planilha Volumetria de Fluidos de Perfuração (m<sup>3</sup>) – 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 <sup>3</sup> )	Volume de Fluido descartado ao mar aderido ao cascalho (m <sup>3</sup> )
I	41,72	222,60	
II	29,30	1195,00	
III	21,74	0	62,10
IV	18,83	0	22,60
V	15,68	0	23,50
VI	12,89	0	15,90
VII	8,81	0	6,20

**TABELA II.3.2.5 – Planilha de Volumetria (m<sup>3</sup>), Função e Destinação de Fluidos Complementares de Base Aquosa (FPBA)**

Fluido	Função	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço (m <sup>3</sup> )	Forma de destinação
Colchão Traçador	Traçador	I, II	142	Mar
Colchão Espaçador I	Espaçador	I, II	178	Mar
Colchão Espaçador II	Espaçador	III, IV, V, VI, VI	178	Poço
Colchão Lavador	Lavador	III, IV, V, VI, VI	83	Poço
Colchão Viscoso	Carreador	III, IV, V, VI, VI	69	Poço

**TABELA II.3.2.6 – Planilha de Volumetria (m<sup>3</sup>), Função e Destinação de Fluidos Complementares de Base Não Aquosa (FPBNA)**

Fluido	Função	Fase em que será utilizado	Volume estimado por poço (m <sup>3</sup> )	Forma de destinação
Colchão Traçador	Traçador	I, II	140	Mar
Colchão Espaçador I	Espaçador	I, II	170	Mar
Colchão Espaçador II	Espaçador	III, IV, V, VI, VII	170	Poço
Colchão Espaçador III	Espaçador	III, IV, V, VI, VII	140	Poço
Colchão Espaçador IV	Espaçador	VII	30	Terra*
Colchão Lavador	Lavador	III, IV, V, VI, VII	85	Poço
Colchão Viscoso	Carreador	III, IV, V, VI, VII	70	Poço
Salmoura	Espaçador	VII	70	Mar

\*O fluido será recuperado, armazenado e enviado para destinação final em terra.

**TABELA II.3.2.7 – 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 de cimento Leve	I e II	400	Mar*
Pasta de cimento Leve	III, IV, V, VI, VII	230	Poço
Pasta de cimento Pesado	Todas as fases	1.100	Poço

\* As Fases I e II 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.

## ➤ SISTEMA DE FILTROS

De forma a evitar a descarga de material a granel existe, a bordo do navio sonda 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 m<sup>3</sup>, 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.

## ➤ 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 no Bloco CE-M-661, Bacia do Ceará.

Reitera-se que as informações a serem apresentadas estarão em consonância com o determinado no documento “Novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural”, disponível no site do IBAMA ([www.ibama.gov.br/licenciamento](http://www.ibama.gov.br/licenciamento)).

É esclarecido que o documento supracitado trata-se da Minuta de Nota Técnica a respeito das novas diretrizes para uso e descarte de fluidos de perfuração e cascalhos, fluidos complementares e pastas de cimento nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás natural. Caso o documento sofra alterações, as informações a serem apresentadas deverão atender a versão final da Nota Técnica.