

F - Empreendimentos Associados e Decorrentes

A seguir serão descritos os procedimentos de instalação dos dutos rígidos do sistema de coleta e escoamento da produção, além da jaqueta metálica da plataforma, seus módulos e demais equipamentos constituintes do arranjo submarino, como os elementos de interligação.

A duração das atividades de instalação está apresentada no item II.2.1.B. deste EIA.

F1 - Procedimento Geral de Instalação das Linhas Rígidas do Sistema Submarino de Coleta da Produção

O procedimento geral de instalação das linhas rígidas prevê o levantamento de batimetria e das características do solo na rota de lançamento, seguido de inspeção por ROV (*Remote Operated Vehicle*), antes do lançamento dos dutos.

A instalação dos dutos será realizada pelo método *Reel-Lay*, através de embarcações equipadas com sistema de posicionamento dinâmico, carretel para lançamento de linhas, rampa provida por tensionadores, guinchos, ROV de inspeção e intervenção, entre outros, semelhantes a embarcação MSV *Skandi Navica*, ilustrada na Figura II.2.4.2-23.



Figura II.2.4.2-23 - Embarcação a ser empregada nas atividades de instalação dos dutos – Skandi navica. Fonte: Petrobras

Geralmente, os tramos do duto são soldados e carregados no carretel do navio de lançamento através de bobinamento (*spooling*). Após completar o bobinamento dos dutos ou trecho do duto, dependendo da dimensão e capacidade do carretel, o navio desloca-se para o local de instalação e conforme o comprimento do duto, o lançamento é feito em etapas, tais como:

- ★ lançamento e abandono de um trecho;
- ★ retorno ao canteiro para carregamento de novo trecho;
- ★ viagem para a locação da extremidade do trecho abandonado;
- ★ recuperação da extremidade do trecho abandonado e solda com a extremidade do trecho do carretel;
- ★ continuação do lançamento; e
- ★ abandono parcial ou final.

Após o lançamento, os dutos rígidos do sistema de coleta da produção do Campo de Mexilhão serão submetidos a um teste hidrostático e posteriormente preenchidos com MEG. No final do período de hibernação, os dutos serão conectados diretamente a PMXL-1, quando então o MEG é encaminhado para a planta de processo, junto com a produção coletada.

F2 - Procedimento Geral de Instalação das Estruturas Submarinas

Instalação dos Manifolds

O transporte será realizado por uma plataforma (sonda) até a locação, que também será responsável pelo início do lançamento. Dois rebocadores serão utilizados para o apoio no lançamento e alinhamento do *manifold*. Adicionalmente, outros dois barcos equipados com ROV serão responsáveis pela inspeção visual submarina.

As atividades de instalação dos *manifolds* serão precedidas pelas seguintes etapas de preparação:

- ★ Instalação de *transponders* no fundo do mar, que auxiliarão no posicionamento dos *manifolds*;
- ★ Estabelecimento dos parâmetros de segurança para a realização da operação em relação às condições de mar e deslocamentos máximos das embarcações;
- ★ Simulações dos esforços durante o lançamento do *manifold*;
- ★ Monitoração das condições de mar: corrente para várias profundidades, velocidade do vento, altura e frequência das ondas;
- ★ Monitoração dos movimentos da plataforma e do rebocador de apoio, com acelerômetros, visando a segurança da operação;
- ★ Monitoração dos esforços sofridos no compensador da sonda.

Inicialmente, o lançamento do *manifold* será realizado através do guindaste da sonda. Em seguida, um dos rebocadores de apoio dividirá, com a sonda, a carga envolvida no lançamento através de um cabo de sustentação de 4". A transferência da carga e o restante da descida são acompanhados por ROV. As Figuras II.2.4.2-24 e II.2.4.2-25 ilustram o início das operação de lançamento do *manifold* e a etapa de transferência de carga para o rebocador de apoio.

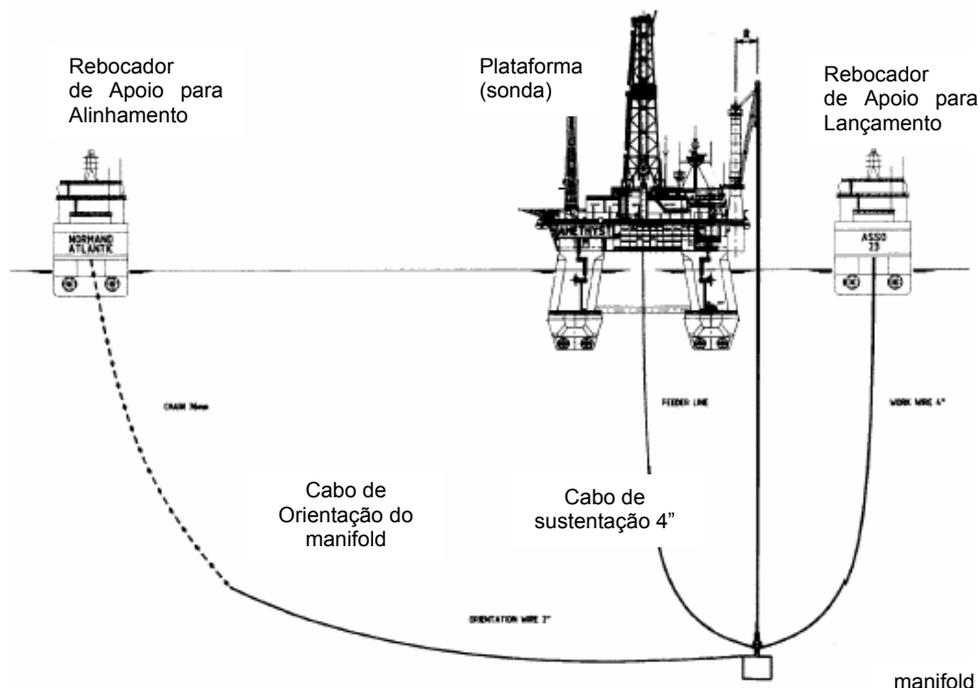


Figura II.2.4.2-24 - Esquema ilustrando o início do lançamento do manifold

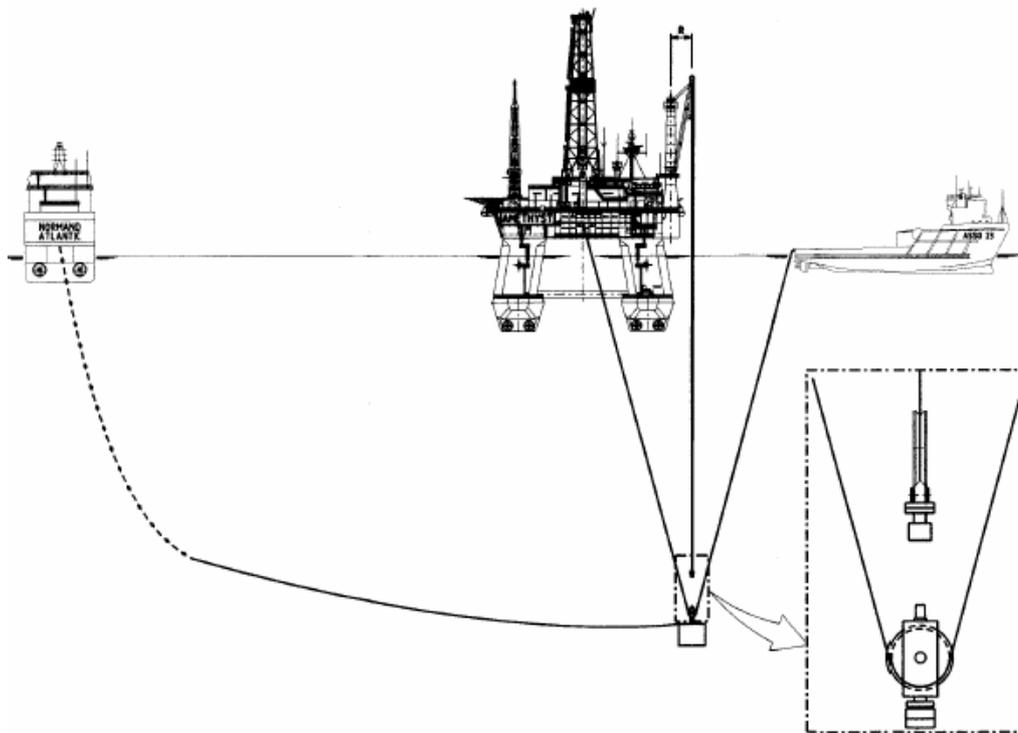


Figura II.2.4.2-25 - Esquema ilustrando a transferência de carga da sonda para o rebocador

Devido ao risco da perda de posição das embarcações provocada pelo fenômeno de cintilação ionosférica, o início das operações anteriores à transferência de carga (da plataforma para o rebocador de apoio) se dará preferencialmente durante o dia, sendo que a operação de transferência propriamente dita deverá ocorrer antes da meia-noite.

Após a transferência de carga do guindaste da plataforma para o cabo de 4" e medição de esforços na sonda, é reiniciado a descida com acompanhamento do ROV. A descida será auxiliada por um dos rebocadores.

Próximo ao fundo, são verificados o posicionamento e alinhamento do *manifold* além da configuração das embarcações e dos cabos para, enfim, se realizar o assentamento no leito marinho. A Figura II.2.4.2-26 ilustra o assentamento do *manifold* no leito marinho.

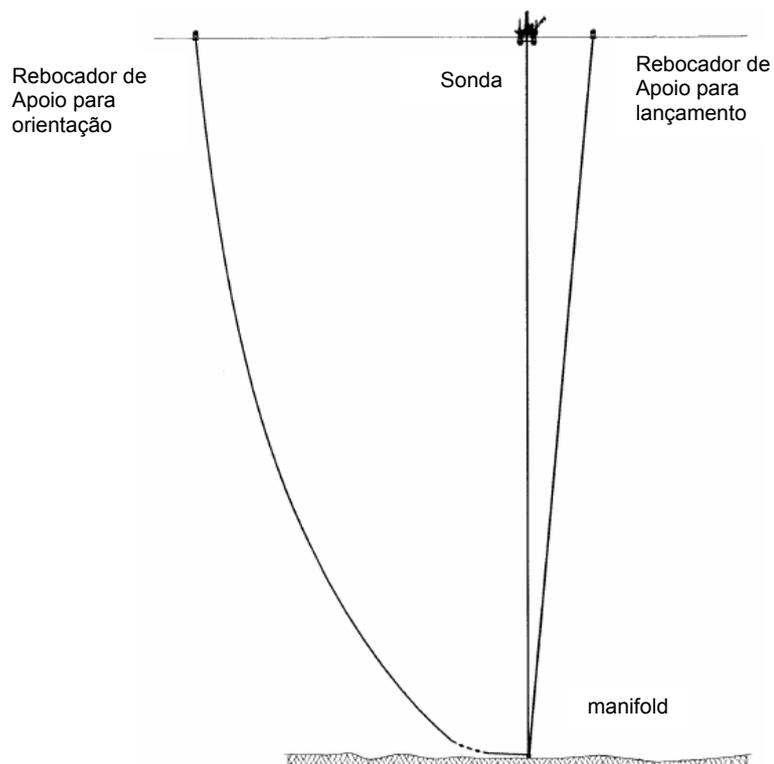


Figura II.2.4.2-26 - Ilustração do assentamento do manifold no leito marinho

Lançamento dos PLET/ILT

Cada estrutura será carregada no navio de lançamento, com todos os certificados de fabricação e de testes da integridade, que deverão ser devidamente comprovados por uma entidade certificadora. Durante o trajeto para a locação, serão feitos testes funcionais para verificar se todas as funções operacionais estão atendendo às especificações de projeto. Na locação, o PLET será posicionado na rampa de lançamento e conectado ao flange do duto rígido. Após o teste de estanqueidade inicia-se a descida do PLET, até seu assentamento final no solo marinho.

O lançamento do ILT será feito da mesma forma que o lançamento do PLET. As conexões das linhas flexíveis às estruturas submarinas serão feitas por um navio de lançamento de linhas flexíveis após a instalação do ILT.

Lançamento das ANMs

As ANMs serão lançadas a partir de recursos da sonda de perfuração e serão instaladas através do *riser* de completção.

F3 - Instalação da Jaqueta e dos módulos da PMXL-1

Após construção em terra, a jaqueta será embarcada, transportada até a sua locação definitiva por uma balsa de lançamento de grande porte e instalada por uma balsa guindaste, conforme ilustrado na Figura II.2.4.2-27 a seguir.



Figura II.2.4.2-27 - Instalação da jaqueta metálica

Já os módulos da plataforma, serão transportados até a locação por barcos rebocadores, e instalados sobre a jaqueta através de balsas guindaste, conforme ilustrado na Figura II.2.4.2-28 abaixo.



Figura II.2.4.2-28 - Instalação dos módulos da jaqueta

F4 - Instalação do Sistema de escoamento da Produção

De uma maneira geral, a instalação dos dutos de escoamento pode ser resumida através das seguintes etapas:

1. Lançamento dos dutos em ambiente exclusivamente marinho pelo método *S Lay*;
2. Execução do arraste dos dutos no mar para a praia, com auxílio da base guincho;
3. Enterramento dos dutos nas imediações da costa, utilizando a técnica de jateamento hidráulico;
4. Instalação dos dutos na parte terrestre entre a praia e a UTGCA;
5. Teste hidrostático;
6. Desalagamento e secagem do gasoduto.

Lançamento em ambiente exclusivamente marinho

Conforme mencionado anteriormente, o lançamento dos dutos em ambiente exclusivamente marinho será realizado através do método S-Lay, amplamente empregado na indústria de dutos submarinos.

Neste método, utiliza-se uma balsa equipada com uma rampa de produção horizontal, onde tramos são soldados resultando em um trecho de duto a ser instalado. Assim que cada tramo for soldado ao anterior, a balsa se moverá para frente, de modo que o duto seja liberado na sua popa, em uma linha contínua e suavemente curvada, assentando-se no assoalho, seguindo a diretriz estabelecida em projeto, e após terem sido inspecionadas e revestidas as juntas de campo e da instalação dos anodos.

A Figura II.2.4.2-29, a seguir, ilustra este processo de instalação de dutos em leito marinho.

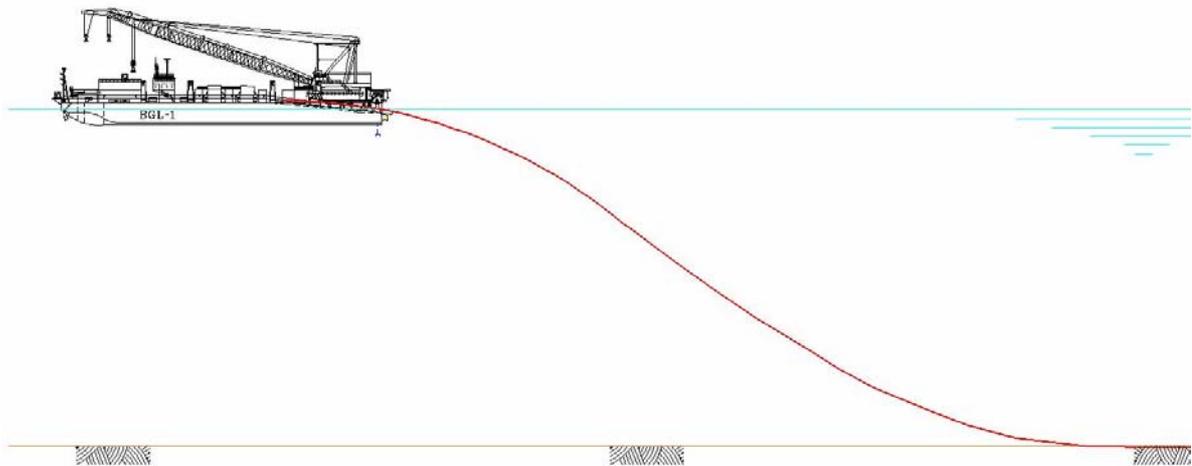


Figura II.2.4.2-29 - Esquema indicando o lançamento do duto no leito marinho.

Fonte: PETROBRAS

A extensão da rampa de produção denominada *stinger*, montada a ré da balsa, tem o objetivo de guiar e sustentar o duto durante a sua imersão, reduzindo

o esforço provocado pelo seu curvamento. Todavia, podem ocorrer deformações na região curva que precede o ponto de contato com o fundo do mar, onde o duto não pode ser suportado. Para evitar essa deformação, a tubulação deverá ser mantida por meio de tracionadores ao longo da rampa de lançamento. Serão empregados rebocadores presos às extremidades dos *strings* (tramos de dutos soldados) responsáveis pelo seu tracionamento.

Para a instalação do gasoduto de exportação em ambiente marinho, a partir da profundidade de 6-8 metros, será utilizada uma balsa de lançamento de grande porte, dotada de facilidades para montagem, soldagem e inspeção dos tramos, sistema de ancoragem convencional, área para armazenamento de tubos e equipamentos, equipamentos para enterramento do duto, guindastes, tensionadores, geradores, etc. A embarcação específica para esta etapa ainda será definida em função da disponibilidade das opções adequadas, dentre elas, embarcações do porte da Solitaire, Castoro 6 e Castoro 10, esta última ilustrada no desenho esquemático da Figura a seguir.



Figura II.2.4.2-30 - Vista superior e lateral da embarcação de lançamento Castoro 10

Para o lançamento do duto de condensado no trecho marítimo entre a praia e o TEBAR será utilizada uma balsa de menor porte, também provida de facilidades para acoplamento, solda, revestimento e inspeção dos tramos, área para

armazenagem de tubulações e matérias, além de sistema convencional de ancoragem, sem propulsão própria, dentre outros. Esta balsa específica, ainda indefinida em função da disponibilidade no mercado, poderá ser semelhante à BGL-1 da Petrobras, ilustrada na A Figura II.2.4.2-31 a seguir.



Figura II.2.4.2-31 - Balsa BGL-1

Estarão envolvidos nas operações de lançamento a embarcação de lançamento e rebocadores para reposicionamento das âncoras. Ressalta-se que durante esta etapa, a área de lançamento de dutos será sinalizada por bóias, conforme fotos na Figura abaixo.



Figura II.2.4.2-32 - Bóias sinalizadoras.

Sempre que necessário, o assentamento da tubulação no assoalho marinho será feito mediante a instalação de "calços". O calçamento do duto tem como objetivo nivelar a tubulação para que não ocorram vãos livres, que possam comprometer a tubulação estruturalmente. Assim, após o dimensionamento dos vãos livres máximos admissíveis definidos em projeto, a linha lançada será inspecionada de modo a localizar-se a existência de vãos livres acima dos admissíveis. Todos os vãos livres identificados com medida superior à admissível serão calçados, de modo a evitar que a estrutura venha a sofrer danos futuros.

Para esta atividade poderão ser utilizados ora bolsas preenchidas com pasta de cimento injetada (*grout bag*), após o posicionamento embaixo do duto, ora suportes mecânicos ajustáveis. O critério utilizado para a escolha de um ou outro tipo de calçamento é a altura do vão livre. Os vãos livres são identificados através de ROV (*Remote Operated Vehicle*). As Figuras II.2.4.2-33 e II.2.4.2-34 ilustram estes dois tipos de calçamento de dutos submarinos.

Para a profundidade máxima prevista de instalação do gasoduto de exportação (cerca de 172 m), ambos os tipos de calçamento serão posicionados com o auxílio de mergulhadores.



Figura II.2.4.2-33 - Calçamento com suporte mecânico. Fonte: PETROBRAS



Figura II.2.4.2-34 - Calçamento com sacos de pasta de cimento. Fonte: PETROBRAS

Lançamento em ambiente de transição terrestre / marinho (shore approach)

Neste pequeno trecho, tanto para o gasoduto quanto para o duto de condensado, será utilizada a técnica de arraste da tubulação, em virtude da falta de condição de navegação para a balsa de lançamento de grande porte nas proximidades da linha de costa (região rasa).

Assim, no trecho compreendido desde a praia até 2-4 km em direção ao mar (profundidade de 6-8 metros), os tubos serão lançados a partir da balsa de pequeno porte (a mesma responsável pelo lançamento do duto de condensado, entre a praia e o TEBAR) pelo tracionamento do guincho instalado em terra, na base guincho.

Durante a operação de arraste, os cabos de aço serão dotados de bóias, entre a embarcação de lançamento e a base guincho em terra.

Ao longo do período de construção deste trecho, toda a área de praia entre a base guincho e a linha de baixa-mar, será bloqueada ao trânsito de pessoal e/ou veículos, através de cordão de isolamento ou outro tipo de barreira.

O tracionamento da tubulação é realizado à medida que os tubos vão sendo soldados, um a um, a bordo da balsa de pequeno porte. Este procedimento pode ser visualizado na Figura II.2.4.2-35. Ressalta-se que a extremidade conectada ao

guincho permanecerá tamponada ao longo de todo o período. Uma vez concluído o trecho onde é necessário o arraste da tubulação, o lançamento da linha no assoalho marinho será feito sem o auxílio da base guincho.



Figura II.2.4.2-35 - Lançamento em ambiente terrestre-marinho.

Fonte: PETROBRAS

A base guincho é um canteiro de obras terrestre, que será instalado a beira-mar em ambiente de praia, com a finalidade de prover equipamentos para tracionar a tubulação lançada pela balsa de lançamento até a praia.

O canteiro será munido com um guincho de arraste (Figura II.2.4.2-36), responsável pelo arraste da tubulação e é composto de uma unidade hidráulica, bobinador e guincho linear de tração contínua, com capacidade de 600.000 lb, para execução do arraste. O equipamento será assentado sobre pranchões de madeira dispostos, diretamente, sobre um aterro compactado a ser construído no local.



Figura II.2.4.2-36 - Detalhe do guincho de arraste. Fonte: PETROBRAS

Toda a área de operação de arraste será ostensivamente sinalizada, inclusive e principalmente durante os períodos noturnos, alertando transeuntes e embarcações para as operações que estarão sendo efetuadas no local.

Enterramento dos Dutos

Dada a necessidade de enterramento dos dutos nas proximidades da praia até a isóbata de 70 m para o gasoduto de exportação, e em toda a extensão do duto de condensado, este será efetuado com uma camada de cobertura de, pelo menos, 1,0 m a partir de seu bordo superior.

A técnica a ser utilizada para o enterramento dos dutos será a de jateamento hidráulico, que consiste na utilização de um equipamento para injeção de água e ar e tubulação para sucção de material superficial do leito marinho.

Para tanto, comumente é utilizado um equipamento munido de roletes e tubulações para injeção de água ou ar. A Figura II.2.4.2-37, a seguir, apresenta um modelo de equipamento de jateamento hidráulico, similar ao que poderá ser utilizado para o enterramento da tubulação, enquanto que a Figura II.2.4.2-38 mostra a operação de enterramento do duto utilizando a técnica supracitada.

A injeção de água em alta pressão ao lado da tubulação a ser enterrada provoca fluidificação do solo nas imediações. À medida que o equipamento é deslocado sobre a linha, o duto vai se assentando na cota prevista para o seu enterramento. Caso seja necessário, são executadas mais de uma passagem deste equipamento sobre a tubulação para assegurar a cota pretendida.



Figura II.2.4.2-37 - Modelo de equipamento utilizado para jateamento hidráulico.

Fonte: PETROBRAS



Figura II.2.4.2-38 - Enterramento do duto por jateamento hidráulico.

Fonte: PETROBRAS

Instalação dos dutos no trecho terrestre

No trecho terrestre, entre a praia e a UTGCA, os dutos serão instalados conforme metodologia convencional de construção, a partir da abertura de valas por meio de valetadeira ou retroescavadeira, baseando-se em normas técnicas e boas práticas de engenharia. A Figura II.2.4.2-39 A e B ilustra os métodos de abertura de vala com a utilização de valetadeira e retroescavadeira.



Figura II.2.4.2-39 - Abertura de vala utilizando uma valetadeira (A) e uma retroescavadeira (B).

O procedimento de instalação se inicia com o transporte dos dutos até os locais previstos de montagem, de acordo com o traçado projetado, onde são distribuídos ao longo da faixa de trabalho, como ilustrado na Figura II.2.4.2-40. Posteriormente, ocorre a abertura da vala, onde os tubos ficarão acomodados. As valas serão abertas de forma que os bordos superiores dos tubos fiquem a uma profundidade mínima de 1 metro. Estes serão, então, soldados e curvados, quando for necessário realizar mudanças de direção. As soldas serão inspecionadas por ultra-som e, caso seja detectada qualquer anomalia, estas serão corrigidas antes do abaixamento do duto na vala. O processo de soldagem pode ser observado na Figura II.2.4.2-41.



Figura II.2.4.2-40 - Desfile da tubulação ao longo da área de montagem

Fonte: PETROBRAS



Figura II.2.4.2-41 - Soldagem dos tubos.

Fonte: PETROBRAS

Os tubos serão colocados na vala de modo a garantir uma acomodação perfeita, evitando deslocamentos, deslizamentos, deformações ou danos ao revestimento. A Figura II.2.4.2-42, abaixo, apresenta uma típica vala de escavação para enterramento de duto.



Figura II.2.4.2-42 - Ilustração de uma vala de escavação para enterramento de duto. Fonte: PETROBRAS

Depois de estarem devidamente acomodados e soldados, será realizado o teste hidrostático nos dutos. Quando da comprovação da sua integridade, a tubulação será recoberta com a camada de solo originalmente removida e a vegetação superficial, onde houver, será reconstituída.

Nas áreas próximas a aglomerados urbanos, durante a construção e montagem, as vias de tráfego e de acesso às residências serão mantidas, exceto por períodos curtos necessários para o assentamento da tubulação. Serão instalados tapumes temporariamente, nas ruas e casas adjacentes, para isolar a zona de construção. Assim que as valas forem reaterradas, as áreas serão restauradas e limpas imediatamente, com vistas a restabelecer as condições anteriores.

Em áreas úmidas, que não suportam equipamentos nas condições naturais, antes da instalação dos dutos será necessária a estabilização da faixa de instalação através da utilização de recursos e práticas como o uso de mantas geotêxteis, estivas removíveis, terra ou pedregulhos, entre outros. A tubulação também deverá ser revestida com concreto, para proporcionar uma flutuação negativa, e possuir âncoras ou outros dispositivos que permitam o posicionamento no fundo.

Na abertura da vala, poderão ser utilizadas retroescavadeiras sustentadas por esteiras de madeira fabricadas ou bóias, que se moverão gradualmente através da terra úmida, quando a esteira for movida, imediatamente, de trás para a frente da trilha da retroescavadeira. Esse processo reduz o impacto na terra úmida, porque distribui o peso da retroescavadeira e reduz o movimento na terra úmida, minimizando ao máximo a área coberta por esteiras de madeira/toras.

Se na abertura da vala existirem rochas a serem escavadas, no final do processo, as mesmas deverão ser recolocadas com o subsolo. No entanto, o material rochoso não poderá ficar em contato direto com o duto, para não danificá-lo.

Ao fim da instalação, quando a cobertura estiver terminada, as áreas afetadas deverão ser restauradas aos seus contornos originais e o regime de fluxo, restabelecido, sempre que viável, a menos que haja características extraordinárias e níveis instáveis.

Alternativamente, poderá ser utilizado um método construtivo no qual cada segmento de duto flutuante deverá ser empurrado/puxado e guiado pelo fundo da vala. Uma vez que a localização apropriada seja alcançada, as bóias deverão ser soltas, e a tubulação abaixará, devido à presença de dispositivos de flutuação negativa, tais como revestimento de concreto, âncoras ou qualquer outro aplicável.

Esse método deverá ser usado nas grandes extensões de áreas úmidas, onde o nível da água é alto o suficiente, na época da construção, para fazer com que o duto flutue dentro da vala e para que esses níveis sejam mantidos sem problemas.

Em trechos de curso de água, o método convencional para a travessia e abertura de vala utiliza a escavação do leito do rio, com os equipamentos cruzando o fluxo, por meio de retroescavadeira ou “linha de arrasto” (*drag-line*), que operam sobre as margens do curso d’água ou sobre o equipamento de travessia.

Na construção do equipamento de travessia, poderão ser utilizados materiais diversos, tais como: esteiras, pranchas, toras e estacas cravada de madeira, enrocamento e pedra-de-mão, cercas-filtros, ponte portátil de madeira ou

metálica, tubos metálicos (para travessias de talwegues secos) e “rip-rap” de solo-cimento (para travessias de talwegues secos).

Durante a implantação dos equipamentos de travessia e no decorrer das obras, deverão ser observados os seguintes procedimentos:

- ★ a profundidade da vala deve ser suficiente para permitir a cobertura de projeto sobre o duto, abaixo do leito do curso d’água;
- ★ as fases de abertura da vala, abaixamento e cobertura, deverão ser executadas continuamente;
- ★ a implementação de controles de sedimento e erosão, além da estabilização das margens;
- ★ a suavização do talude em faixa longitudinal à vala, com largura estritamente necessária para a operação dos equipamentos, quando as margens do curso d’água estiverem em cota muito elevada, em relação ao fundo da vala;
- ★ o material proveniente das escavações deverá ser disposto a montante da primeira linha de contenção de sedimentos (cerca-filtro), de maneira a evitar seu carreamento para o curso d’água;
- ★ a remoção de todos os materiais usados na travessia de cursos d’água durante a recuperação. As margens deverão ser recuperadas, levando-se em consideração as condições dos materiais, a declividade dos aterros e as condições hidrológicas locais.

Teste Hidrostático

Uma vez concluída a construção e montagem nos trechos terrestre, *shore approach* e marítimo, antes do enterramento dos dutos, estes serão submetidos a um teste hidrostático, juntamente com os seus complementos, quais sejam o ‘riser’, o ‘tie-in’ e acessórios, com os seguintes objetivos:

- ★ verificar e garantir a estanqueidade do sistema (a pressão de teste é mantida por, no mínimo, 24 horas consecutivas);

- ★ verificar e garantir a integridade estrutural do sistema (como a pressão de teste é maior que a pressão de projeto, fica garantida a integridade dos tubos, soldas, uniões flangeadas e válvulas, comprovando-se que não houve danos gerados na montagem que venham a afetar a utilização do sistema).

O teste hidrostático consiste no preenchimento dos dutos com água do mar aditivada (alagamento) com os produtos químicos apresentados a seguir.

Quadro II.2.4.2-18 - Produtos químicos a serem utilizados no alagamento do gasoduto de exportação e no duto do condensado

PRODUTO	DESCRIÇÃO	CONCENTRAÇÃO UTILIZADA	NOME COMERCIAL
Biocida	Glutaraldeído a 43,6%	300 ppm	BULAB 6094 ou similar
Seqüestrante de Oxigênio	Bissulfito de Sódio a 40%	200 ppm	(BULAB 9602) ou similar
Corante	Solução de Fluoresceína a 20%	40 ppm	Fluorene R2 ou similar

Fonte: Petrobras

Após o alagamento, procede-se com a pressurização do duto (25% maior que a pressão de projeto, de acordo com normas internacionais que regem a realização destes testes), monitorando-se parâmetros tais como temperatura, vazão e pressão, para verificação da existência ou não de vazamentos. A detecção de vazamentos é feita através da observação de queda de pressão contínua no duto.

Na parte terrestre, a simples inspeção visual ao longo da linha é suficiente para detectar o local de reparação, caso haja vazamentos. Na parte submarina, este tipo de detecção só é possível devido à presença do corante fluoresceína no fluido de preenchimento do duto. Esta substância dá testemunho, na superfície da água, do local do vazamento. A seguir são descritas as características do teste.

Após realização do teste, os dutos serão despressurizados e permanecerão alagados com um fluido de preenchimento no leito marinho até a execução do enterramento e interligação com seus respectivos pontos. O gasoduto permanecerá em fase de hibernação por cerca de 16 meses e o duto de condensado permanecerá alagado até interligação com o Tebar, por cerca de 6

meses. Após o período de hibernação ambos os dutos serão desalagados, conforme apresentado no item seguinte.

Desalagamento dos Dutos

O processo de desalagamento é realizado através da passagem de um raspador (*pig*), em intervalos constantes, deslocando o fluido contido no interior dos dutos.

O desalagamento do gasoduto de exportação se dará no sentido praia-plataforma, descartando o volume de 70.000 m³ de fluido de preenchimento, durante cerca de 15 dias, na plataforma numa profundidade de 10 m abaixo da superfície do mar.

Já o desalagamento do duto de condensado (volume de 337 m³) será realizado no sentido praia-Tebar, de onde será encaminhado para tratamento nas instalações internas do terminal.

Após o desalagamento, inicia-se o processo de secagem, que também consiste na passagem de *pigs* especiais para absorção da umidade residual, até se atingir o ponto de orvalho, estabelecido em -20°C a 1 atm. Em seguida, o espaço interno é preenchido com gás inerte, quando são mantidas as condições mínimas para evitar formação de hidratos no início do escoamento do gás.