

E - Sistema de Escoamento e Transferência da Produção

Neste item serão descritos os principais aspectos técnicos referentes ao sistema de coleta e escoamento da produção, aos elementos e procedimentos de segurança envolvidos e à caracterização dos produtos escoados.

A produção dos poços do Campo de Mexilhão e adjacências será coletada por um sistema de linhas flexíveis e rígidas e enviada para tratamento na plataforma PMXL-1. Desta plataforma, a produção será escoada por um gasoduto de exportação até a unidade de tratamento de gás (UTGCA) em terra, localizada em Caraguatatuba/SP. A Figura II.2.4.2-12 ilustra o sistema de coleta e escoamento da produção. Na Figura seguinte (Figura II.2.4.2-13) é apresentado o diagrama unifilar do Campo de Mexilhão.

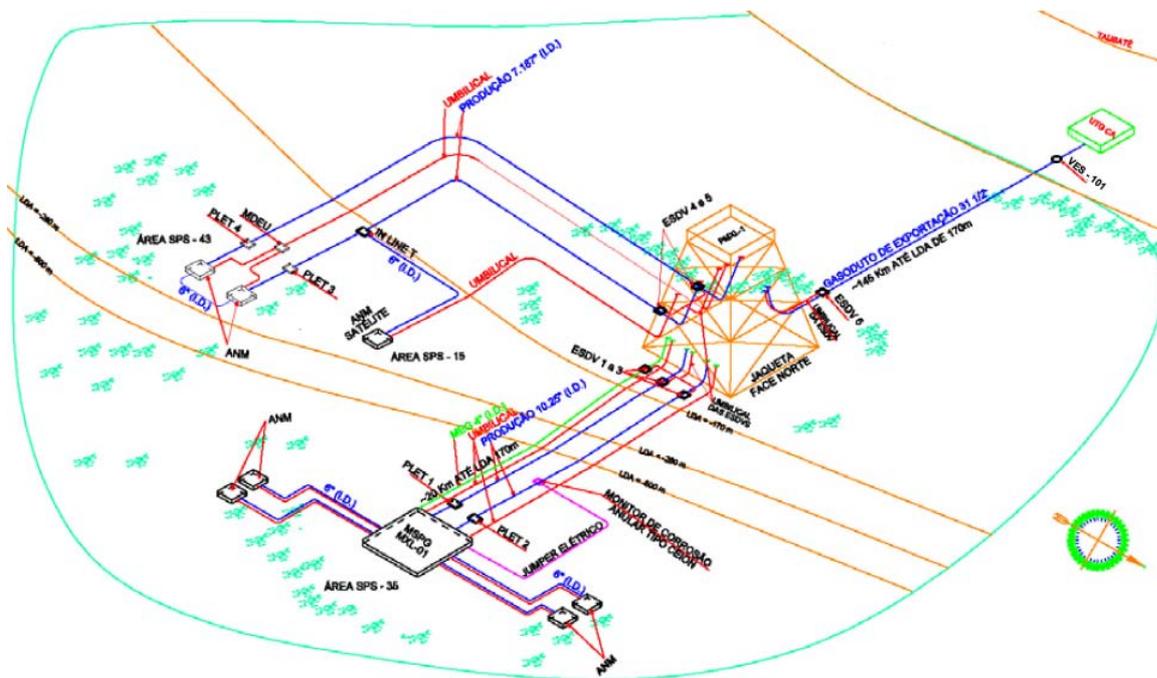


Figura II.2.4.2-12 - Desenho esquemático do sistema de coleta do Campo de Mexilhão.

Figura II.2.4.2-13 - Diagrama Unifilar.

Figura II.2.4.2-13 - Diagrama Unifilar.

E1 - Sistema de Coleta da Produção

Os poços produtores do Campo de Mexilhão e adjacências estarão interligados, das árvores de natal molhadas (ANM's) à plataforma PMXL-1, por um sistema de coleta composto por dutos flexíveis e rígidos e por elementos de interligação tais como: *manifolds* de produção e controle PLET e caixa de junção.

As linhas rígidas serão interligadas ao *manifold* MSPG-MXL-1-B através de *PLETS* e *Jumpers* (linhas flexíveis) e ao *header* de produção da PMXL-1 através de *risers* rígidos, com auxílio de suportes e *casings*, instalados na jaqueta da plataforma e protegidos por defensas.

O controle dos poços será feito por linhas umbilicais, amplamente utilizadas pela indústria do petróleo.

Além das linhas de produção e umbilicais, o sistema de coleta também é composto por uma linha de injeção de MEG, ligando a PMXL-1 ao *manifold* MSPG-MXL-1-B. O *manifold* MSPF-MXL-1-1 é interligado através de *Jumper* ao *manifold* MSPG-MXL-1-B, através do qual enviam MEG as ANM's por linhas flexíveis.

As interligações dos componentes do sistema de coleta podem ser observados na Figura II.2.4.2-13, diagrama unifilar do Campo de Mexilhão, anteriormente apresentada.

E1.1 - Linhas de Coleta da Produção e Umbilicais de Controle

O sistema de coleta da produção é composto por dutos rígidos, de aproximadamente 22 km de extensão, e por linhas flexíveis, com comprimentos significativamente menores, variando de 60 m a 2845 m. Tais características implicam em condições operacionais bem diferenciadas. As características gerais das linhas de coleta da produção estão apresentadas no Quadro II.2.4.2-9.

Quadro II.2.4.2-9 - Características gerais das linhas de coleta da produção.

POÇO DE ORIGEM	DIÂMETRO NOMINAL (pol)	COMPRIMENTO (m)	DESTINO
	FLOWLINE	FLOWLINE	
MXL-2HP	6	1890	MSPG-MXL-1-B
PB-3	6	825	MSPG-MXL-1-B
PB-5	6	2430	MSPG-MXL-1-B
PB-1	6	2080	MSPG-MXL-1-A
PB-2	6	2580	MSPG-MXL-1-A
PB-6	6	2845	MSPG-MXL-1-A

Com relação ao controle dos poços, os umbilicais serão do tipo eletro-hidráulicos, consistindo de um conjunto de mangueiras termoplásticas e cabos elétricos, integradas em um único cabo, conforme ilustrado na Figura II.2.4.2-14, para transmitir suprimentos hidráulicos de baixa e alta pressão (para as válvulas de segurança, fechamento e controle do fluxo do poço nas ANMs, etc), injetar produtos químicos (inibidor de incrustação e inibidor de hidrato) e receber/emitir sinais elétricos necessários para operar e monitorar os poços de produção.



Figura II.2.4.2-14 - Foto representativa de um umbilical flexível.

Fonte: Petrobrás.

Para o controle hidráulico das funções das estruturas submarinas (ANM's) será utilizado um fluido do tipo aquoso (Transaqua DW) cuja ficha de segurança (FISPQ) encontra-se no Anexo II.2-2 deste EIA.

No Quadro a seguir, são apresentadas as características dos umbilicais eletro-hidráulicos do sistema submarino do Campo de Mexilhão.

Quadro II.2.4.2-10 - Características dos umbilicais eletro-hidráulicos do sistema submarino do Campo de Mexilhão.

ORIGEM	DESTINO	COMPOSIÇÃO	COMPRIMENTO TOTAL (m)
PMXL - 1	CJ - 1	UH	40
PMXL - 1	MSPG-MXL-1-B	UEH (4+1+CE)	22.230
PMXL - 1	MSPG-MXL-1-B	UEH (4+1+CE)	22.230
PMXL-1	SDV-05	UH	130
MSPG-MXL-1-B	MXL-2HP	UEH (5+3+CE)	1890
MSPG-MXL-1-B	PB-3	UEH (5+3+CE)	825
MSPG-MXL-1-B	PB-5	UEH (5+3+CE)	2430
MSPG-MXL-1-A	PB-1	UEH (5+3+CE)	2080
MSPG-MXL-1-A	PB-2	UEH (5+3+CE)	2580
MSPG-MXL-1-A	PB-6	UEH (5+3+CE)	2845
CJ - 1	SDV - 4	UEH	-
MSPG-MXL-1-B	MSPG-MXL-1-A	UEH	
CJ - 1	SDV - 01	UH	45
CJ - 1	SDV - 02	UH	92
CJ - 1	SDV - 03	UH	100

Nota: o comprimento dos umbilicais que saem dos poços - riser + flowline)

UH - umbilical hidráulico;

UEH - umbilical eletro-hidráulico;

E1.2 - Sistema de Injeção de MEG

O sistema de injeção de MEG será constituído por uma única linha rígida de 4" de diâmetro, na qual será instalada uma válvula de segurança do tipo SDV. Esta linha parte da PMXL-1 em direção ao *manifold* MSPG-MXL-1-B, com comprimento de 21.315 m, seguindo por um *Jumper* rígido de 30m para o *manifold* MSPG-MXL-1-A.

E1.3 - Árvores de Natal Molhadas (ANM)

O projeto de desenvolvimento do Campo de Mexilhão compreenderá a instalação de 6 ANM's do tipo GLL (operadas sem mergulhador e sem cabos-guia), a serem instaladas sobre a cabeça de cada poço produtor, sendo responsáveis pelo controle da pressão e vazão do poço.

As válvulas das ANM's são do tipo *fail safe close*, ou seja, em caso de falha as válvulas ficam na posição fechada.

E1.4 – Elementos de interligação

O sistema de coleta da produção em Mexilhão contará com elementos de interligação tais como *manifolds*, PLET e caixa de junção (CJ).

O sistema submarino interligado à PMXL-1 será provido de dois *manifolds*, MSPG-MXL-1-A e MSPG-MXL-1-B interligados entre si e terão a função de distribuir o controle eletro-hidráulico para os poços produtores além de interligar as linhas de produção dos poços do Campo de Mexilhão. No Quadro a seguir são apresentadas as interligações entre os *manifolds* de produção no Campo de Mexilhão.

Quadro II.2.4.2-11 – Interligações entre manifolds.

ORIGEM	DESTINO	QUANTIDADE DE LINHAS	PRODUÇÃO DE GÁS		INJEÇÃO DE MEG	
			Diâmetro Jumper Rígido (pol)	Comprimento Jumper Rígido (m)	Diâmetro Jumper Rígido (pol)	Comprimento Jumper Rígido (m)
MSPG-MXL-1-A	MSPG-MXL-1-B	2	12.75	30	-	-
MSPG-MXL-1-B	MSPG-MXL-1-A	1	-	-	4	30

O PLET (*Pipeline End Termination*) ilustrado na Figura II.2.4.2-15, é um equipamento provido de válvula de bloqueio e utilizado quando se deseja interligar uma linha flexível a um duto rígido .



Figura II.2.4.2-15 - Foto ilustrativa de um elemento de interligação-
PLE. Fonte: Petrobras.

A caixa de junção CJ tem a finalidade de realizar a distribuição do sinal hidráulico oriundo de um cabo, para até três cabos, conectando os umbilicais às SDVs presentes nas linhas do sistema de coleta e escoamento da produção. A CJ não é provida de válvulas sendo assim menor e mais simples que as estruturas anteriores.

E2 - Sistema de Escoamento da Produção

Conforme mencionado, a produção da PMXL-1 será transferida para a terra (UTGCA) por meio de escoamento multifásico de gás e condensado, através de gasoduto rígido submarino. Neste sistema de escoamento, o duto atravessará trechos marítimos e terrestres.

No Quadro a seguir, são apresentadas as características dos trechos atravessados, ilustrados na Figura II.2.4.2-16.

Quadro II.2.4.2-12 - Características do trecho de escoamento da produção.

TRECHO*	TIPO	COMPRIMENTO (km)	DIÂMETRO (pol)	POSIÇÃO INICIAL	POSIÇÃO FINAL	CARACTERÍSTICAS
A-B	Marítimo	135,5	34	PMXL-1 (LDA=172 m) Lat = 24°21'9,66" Long = 44°22'56,45"	Praia Lat = 23°39'28,49" Long = 45°25'40,97"	Assentado e calçado no assoalho marinho, até LDA de 70 m. Deste ponto até a praia, duto enterrado.
B-C	Terrestre	8,5	34	Praia Lat = 23°39'28,49" Long = 45°25'40,97"	UTGCA Lat = 23 42 01.99 Long = 39 25 40.65	Duto enterrado

* Localização dos trechos conforme apresentado na Figura II.2.4-22.

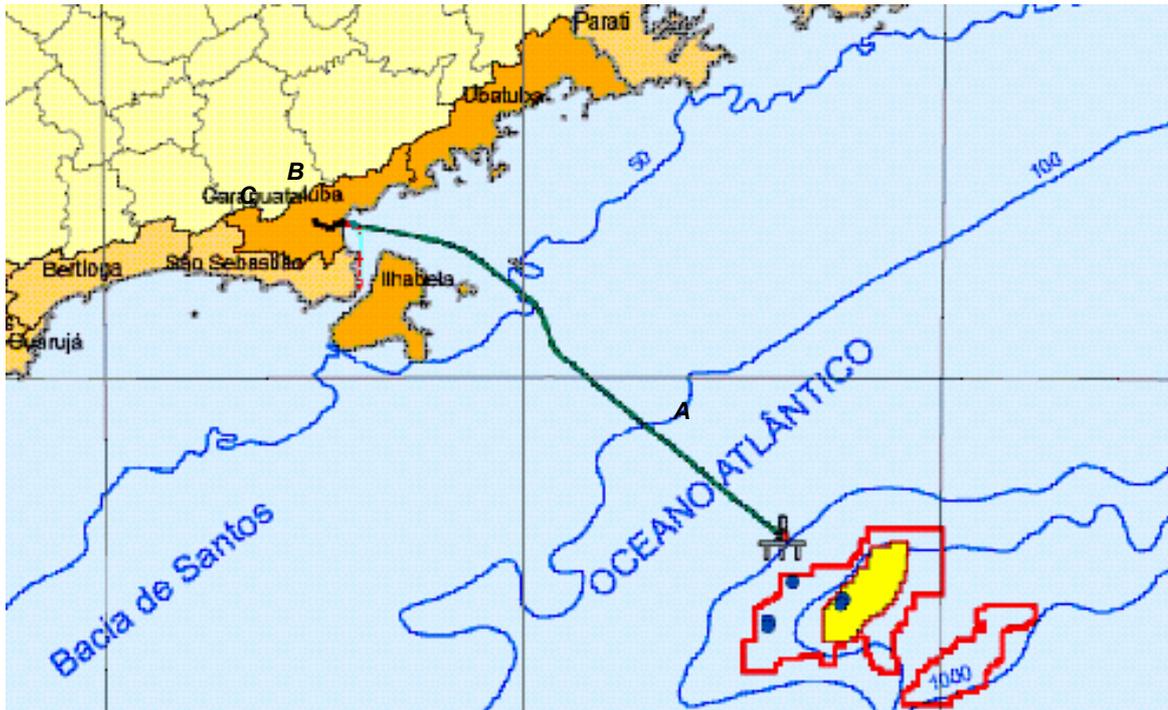


Figura II.2.4.2-16 - Localização dos trechos atravessados pelo duto de escoamento da produção. Fonte: Petrobrás.

A Figura II.2.4.2-17 ilustra as características dos diversos trechos componentes do gasoduto de exportação, descritas no Quadro II.2.4.2-13.

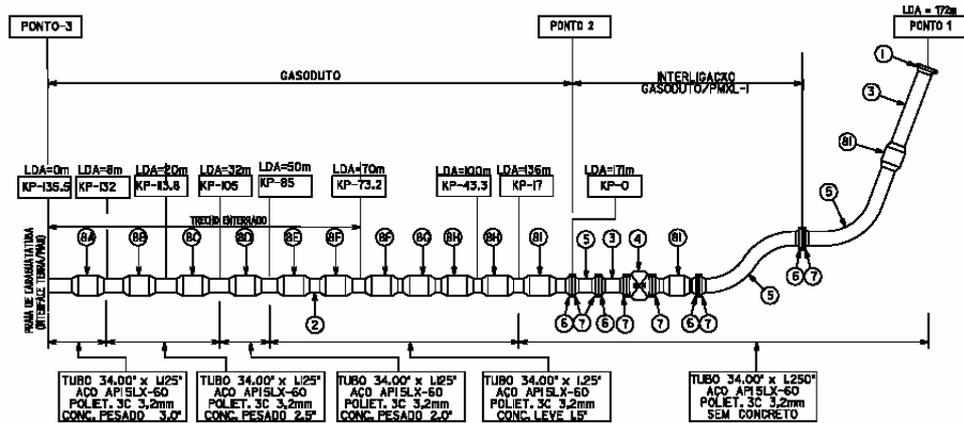


Figura II.2.4.2-17 - Características dos diversos trechos componentes do trecho marítimo Gasoduto 34" de exportação. Fonte: Petrobrás.

Quadro II.2.4.2-13 - Especificações técnicas do gasoduto de exportação.

INDICE	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	QUANTIDADE
1	Flange	1
2, 3	Tubo API 5L, revestimento anticorrosivo (polietileno de alta densidade com camada tripla)	-
4	Válvula de emergência (ESDV - <i>Emergency Shut Down Ball</i>)	1
5	Curva 5D do riser e do tie -in	1
6	Flange	4
7	Flange	5
8 (A-1)	Anodo de sacrifício de liga de alumínio	ver distribuição

No Quadro a seguir, é apresentada a condição operacional do duto de escoamento.

Quadro II.2.4.2-14 - Condições operacionais do duto de escoamento.

CARACTERÍSTICAS	GASODUTO DE EXPORTAÇÃO
Diâmetro (pol)	34
Comprimento total (km)	144
Vazão Máxima (m ³ /dia)	8.000.000 de gás (1 atm, 20°C) 755 de condensado
Temperatura (°C)	25
Pressão (bar)	Cerca de 73 bar na saída da plataforma

E3 - Elementos de Segurança e Bloqueio Contra Vazamentos

Os principais elementos de segurança e bloqueio contra vazamentos a serem utilizados no sistema submarino do Campo de Mexilhão são discutidos a seguir.

Sistema de detecção, contenção e bloqueio de vazamentos

Todas as linhas que integram o sistema de coleta e escoamento da produção possuem transmissores que permitem o monitoramento e o registro constante de variáveis operacionais estando tais informações centralizadas na sala de controle da plataforma de produção.

Este controle permitirá, em casos de queda ou aumento de pressão a níveis anormais, acionar os sistemas de bloqueio submarinos e de superfície, a partir das válvulas de segurança (SDV), localizadas nos dutos próximos a plataforma, além das válvulas presentes nas demais estruturas submarinas (ANM's, PLET's).

Especificamente para o duto de escoamento da produção, está previsto um sistema detecção e localização de vazamento, do tipo acústico. A detecção de vazamento será realizada em regime contínuo, por um conjunto de sensores acústicos, e se baseia no monitoramento dos ruídos gerados pela ruptura da parede do duto e transmitidos pelo fluido escoado, e pela sua própria estrutura. O sistema é capaz ainda de compensar os ruídos gerados na operação normal, evitando falsos alarmes e indicar a localização de vazamento com precisão de no máximo 500 metros. O sistema de detecção é ilustrado na Figura II.2.4.2-18.

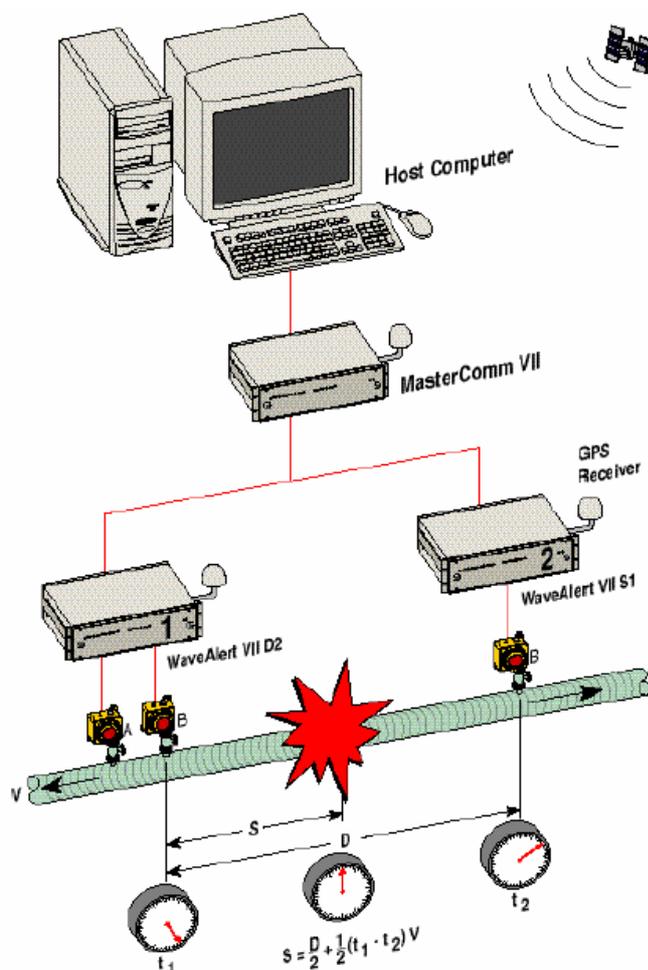


Figura II.2.4.2-18 - Sistema acústico de detecção.

O sistema é ainda provido por válvulas de bloqueio de vazamento do tipo SDV localizadas na praia.

Cabe ressaltar que também integra o sistema de contenção e bloqueio de vazamentos, uma válvula que estará instalada no gasoduto de exportação na altura da praia, que terá a finalidade somente de bloqueio. Seu acionamento é apenas manual, não tendo nenhum tipo de integração com os sistemas de controle e operação (sistema acústico). Em caso de necessidade o seu fechamento será feito por um técnico deslocado da UTGCA para área da válvula. Esta válvula possui algumas características como:

- ★ A válvula será instalada no gasoduto e enterrada na praia, em seu entorno serão construídas cercas para proteção.
- ★ A válvula será dotada de manômetro e operará a uma pressão máxima de 100 kgf/cm^2 e temperaturas entre 25 a 40°C ;
- ★ Além de ser válvula de bloqueio, será também de serviço como para passagens de *pigs* e retirada de sólidos em suspensão. Possui dreno, vent e alívio.
- ★ Um suporte de concreto deve ser previsto para a válvula de bloqueio.

A Figura II.2.4.2-19 a seguir apresenta um esquemático desta válvula de bloqueio enterrada para o gasoduto.

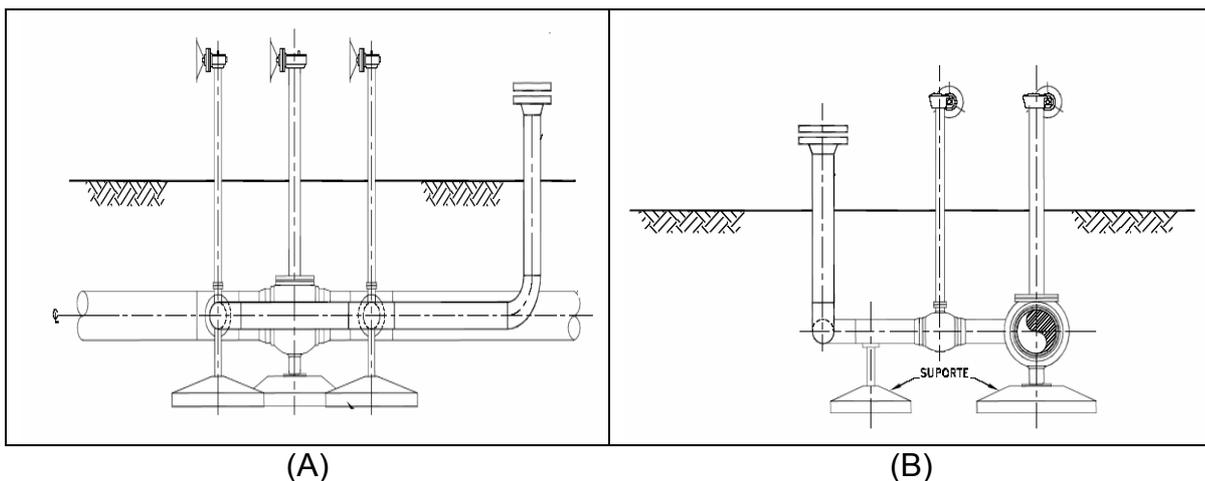


Figura II.2.4.2-19 - Válvula de bloqueio enterrada para o gasoduto, (a) vista frontal e (b) vista lateral.

Operações de raspagem interna (pigging de limpeza e inspeção)

As operações de *pigging* fazem parte de uma prática operacional mandatória para a preservação da condição interna de um duto, as quais visam remover acúmulos de depósitos (como parafina e resíduos de corrosão) e de fases líquidas (como condensado acumulado) no interior do duto, além de monitorar as condições das paredes internas do mesmo, quanto à ocorrência de processos corrosivos.

Conforme ilustrado na Figura II.2.4.2-20, as operações de *pigging* são realizadas por ação de objetos denominados raspadores (*pigs*), que deslocam-se no interior dos dutos impulsionados por um fluido pressurizado, entre lançadores e recebedores de *pig* instalados tanto na plataforma quanto na UTGCA.



Figura II.2.4.2-20 - Ilustrações de raspadores e lançador/recebedor de *pig* utilizados em operações de limpeza. Fonte: Petrobrás.

A inspeção da parede interna do duto é realizada por um *pig* instrumental, o qual é capaz de aferir a extensão e a localização de eventos tais como resíduos de corrosão, mossas, ovalizações e dobras. Estas operações são precedidas por *pigging* de limpeza de modo a preparar a superfície, possibilitando um perfeito acesso do *pig* de inspeção durante todo o comprimento do duto, além de evitar riscos de aprisionamento pelo acúmulo de resíduos não removidos.

A extensão do duto a ser inspecionada, a taxa de formação de depósitos e as condições operacionais irão influenciar na escolha do tipo de *pig* a ser utilizado e na frequência das operações. A princípio, a frequência das operações de *pigging*

de limpeza será de uma por mês, no sistema de coleta da produção e de 1 a cada 1,5 dia, para o sistema de escoamento (gasoduto de exportação), enquanto que inspeções com o *pig* instrumental serão realizadas a cada 3 ou 5 anos.

a) Medidas contra corrosão

Periodicamente, haverá limpeza do gasoduto (semanal) e monitoramento (3-5 anos) da espessura de parede e pontos de corrosão, em toda a sua extensão, realizado através da passagem de *pigs* espuma ou instrumentado. Na estação da UTGCA, todo o óleo e borra que chegam juntos com o *pig* serão coletados na câmara de recebimentos dos *pigs* e posteriormente acondicionados em sacos plásticos transparentes, devidamente fechados. Os sacos plásticos contendo os resíduos são acondicionados em tambores metálicos com tampa e cintados, de modo a impedir vazamentos, para posterior disposição final.

O duto de escoamento da produção apresenta, em toda sua extensão e também nas juntas soldadas, revestimento anti-corrosivo (polietileno tripla camada 3,0 mm). Além do revestimento anti-corrosivo, existirá um sistema de proteção catódica por corrente impressa. Neste sistema, os anodos são compostos de uma liga de Al/Zn/In, montados na forma de braçadeira no duto e ligados diretamente à superfície de aço através de solda ou cabo elétrico. Os anodos são instalados com espaçamentos previamente calculados para que haja uma proteção total de todos os dutos.

Como uma proteção a mais contra a corrosão, tanto nas linhas de chegada da PMXL-1 como no duto de exportação, serão instalados *cupons* de corrosão e tomadas de 1 1/2" para sistema de aquisição de dados e sonda eletroquímica para monitoração da corrosão. Este procedimento visa monitorar a taxa de corrosão no sistema de dutos, sendo um cuidado adicional aos processos de pigagem instrumentada para medição da espessura da parede.

O duto no trecho terrestre será revestido externamente com polietileno extrudado de tripla camada para proteção anticorrosiva. Para o revestimento das juntas de campo deverá ser utilizada manta termocontrátil. Visando a proteção do revestimento externo poderão ser empregadas folhas de mastique betuminoso em vala aberta no solo rochoso.

b) Inspeções externas

O gasoduto, em seu trecho marítimo, passará também por inspeções externas a cada 5 anos (prática interna recomendada) a fim de detectar possíveis danos. A inspeção visual - feita por veículo de controle remoto ou mergulhadores - tem por objetivo verificar; a existência de vãos livres; a condição do revestimento; presença de sucata, corrosão, estado dos anodos, vazamentos e apoios. Será feita também medição de potencial eletroquímico a fim de avaliar o desempenho do sistema de proteção catódica. Serão feitas medições da espessura do duto para detecção de pontos de corrosão no local e ensaios com partículas magnéticas para detecção de danos mecânicos como trincas e amassamentos.

O trecho terrestre do duto será rotineiramente inspecionado de modo a observar, ao longo de toda a extensão da faixa, áreas adjacentes e acessos, a existência de irregularidades ou não conformidades que possam alterar as condições físicas da faixa, causar esforços mecânicos anormais nas tubulações, colocar em risco as instalações existentes e provocar danos ao meio ambiente.

c) Sinalização

De forma a evitar danos aos dutos decorrentes de ação humana, as faixas e áreas de domínio ao longo do duto no trecho terrestre serão identificadas e sinalizadas com marcos e placas, segundo norma técnica específica (PETROBRAS N-2200).

Os marcos deverão ser instalados aos pares nas laterais da faixa para a demarcação dos limites da faixa de domínio, sendo que os limites máximos de espaçamento deverão ser de 500 metros para áreas rurais e de 100 metros para urbanas (ver esquema ilustrativo na Figura II.2.4.2-21, a seguir). Marcos quilométricos indicarão a distância a cada quilômetro em um dos lados da faixa de domínio.

Serão instaladas placas para sinalizar cruzamentos, travessias, acessos, área de válvulas e leitos de anodos. Onde julgado aplicável e como atitude preventiva, serão instaladas placas com mensagens proibindo construções, lançamentos de entulhos, etc. A Figura II.2.4.2-22 apresenta uma típica placa de sinalização.

Está prevista ainda uma sinalização subterrânea instalada na vala do duto e composto por fitas de aviso em polietileno.

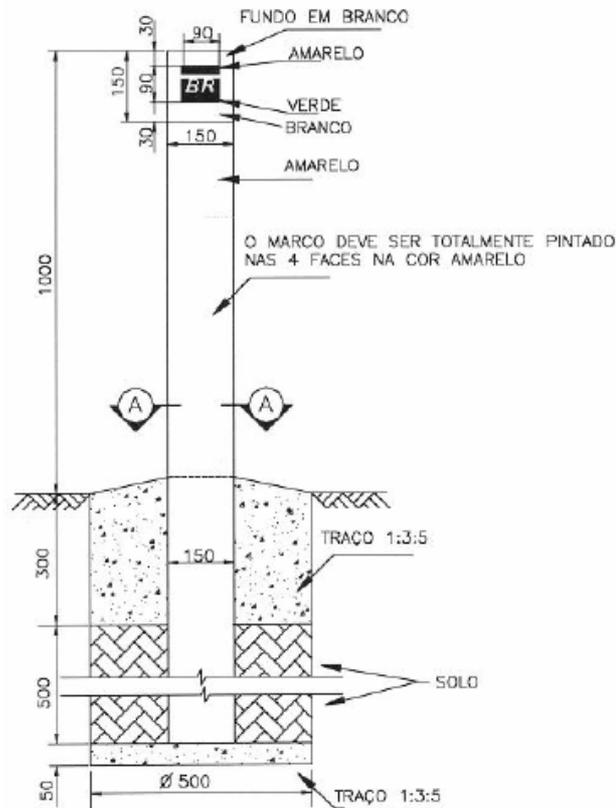


Figura II.2.4.2-21 - Esquema ilustrativo de marco delimitador.

Fonte: Petrobras N-2200 (Sinalização de Faixa de Domínio de Duto)



Figura II.2.4.2-22 - Foto de placa de sinalização para faixa de domínio.

d) Garantia de Escoamento

O sistema de injeção contínua de MEG foi elaborado visando evitar a formação de hidratos na linha e conseqüentemente, garantir o escoamento da produção. A injeção de MEG, a jusante do *choke* de produção localizada na ANM, será continuamente monitorada e controlada através de medidores de vazão e *chokes* submarinos individuais para cada poço instalado no *manifold* submarino de produção.

E4 - Características do gás e do condensado a ser escoado

O fluido (gás e condensado) a ser transportado pelo gasoduto de exportação apresentará as seguintes características resumidas nos Quadro II.2.4.2-15.

Quadro II.2.4.2-15 - Características do fluido a ser escoado a partir do Campo de Mexilhão pela PMXL-1.

PROPRIEDADES	
Densidade (°API)	48,3
Densidade relativa (a 20/4 °C)	0,7827
Pressão de vapor Reid (kPa)	35,48
Ponto de fluidez (°C) 1C/1C	-7
Viscosidade (mm ² /s)	
a 20,0 °C	2,077
a 30,0 °C	1,766
a 50,0 °C	1,363
Resíduo de carbono micro (% m/m)	< 0,1
Fator de caracterização	12,2
Hidrocarbonetos (% m/m)	
saturados	86
aromáticos	14
resinas + asfaltenos	< 1,0
Análise elementar (% m/m)	
carbono	86,1
hidrogênio	13,8
nitrogênio	< 0,3
Enxofre (% m/m)	0,0096
Enxofre mercaptídico (mg/kg)	2,0
Nitrogênio básico (mg/kg)	3,5
Nitrogênio (mg/kg)	8

(continua)

Quadro II.2.4.2-15 (continuação)

PROPRIEDADES	
Nº de acidez total (mg KOH/g)	< 0,02
Metais (mg/kg) níquel vanádio	< 1 < 5
Cinzas (% m/m)	0,003
Sal (% m/m)	0,0050
Água e sedimentos (% v/v)	< 0,05

Fonte: CENPES/PDP/TPAP - 2005

O condensado estabilizado a ser escoado pelo duto que interligará a UTGCA ao TEBAR apresentará as seguintes características resumidas no Quadro II.2.4.2-16:

Quadro II.2.4.2-16 - Características do condensado C5.

PROPRIEDADE	CONDENSADO C ₅ ⁺
Temperatura (°C)	30
Pressão (KPa man)	490
Peso molecular	87,0
Vazão molar (kmol/h)	146
Vazão mássica (kg/h)	1.270
Vazão volumétrica	19,5
Densidade (kg/m ³)	652
Z	-
Viscosidade (mPa.s)	0,28
Pressão de vapor Reid 37,8°C (KPa abs)	73,6

Fonte: Petrobrás.