



> Organização Nacional da Indústria do Petróleo



Programa de Desenvolvimento de Fornecedores
para o Setor de Óleo e Gás - MULTIFOR

PLATEC – PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS PLATEC INOVAPETRO





> Organização Nacional da Indústria do Petróleo



INSTALAÇÕES SUBMARINAS

Gustavo Adolfo Cavalcanti Freitas

Gerente de Engenharia de Interligações e Equipamentos Submarinos

gustavoacfrei@gmail.com

Tel. : 2166-7330



TÓPICOS



- ✓ **Inspeção e manutenção de equipamentos, dutos flexíveis, dutos rígidos e umbilicais submarinos;**
- ✓ **Limpeza e inspeção interna de dutos multi-diâmetros;**

DESAFIOS DA ATUALIDADE



GRANDES PROFUNDIDADES;

GRANDES EXTENSÕES DE DUTOS;

MULTIDIÂMETROS DAS INSTALAÇÕES;

NOVOS MATERIAIS (Titânio, Cladeados,.....);

NOVAS ÁREAS (SOLOS, CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS);

LOGÍSTICA (300 km da costa).



ALGUMAS DEFINIÇÕES



»»» **Inspeção : verificação da condição de determinado componente;**

Manutenção : dada um condição divergente que prejudique a função de determinado componente, procede-se a intervenção no mesmo;

Limpeza : devido as fases de fabricação ou aos fluidos transportados durante a operação, podem ocorrer deposição de material que prejudique a funcionalidade do componente, devendo-se proceder a retirada deste material por meios químico ou mecânicos



INSPECIONAR



MANTER

VERIFICAR



POR QUE?	O QUE?	COMO?
Manutenção integridade	Oleodutos e gasodutos rígidos	Produção
Desempenho	Risers	Quantificação de dano
Requalificação	Equipamentos acessórios	Registros de dados
Retroalimentação	Meio ambiente	Sem impacto ambiental



INTEGRIDADE



Manutenção das características de determinada instalação para que se garanta que esta opere dentro dos parâmetros de projeto.

Importante:

➤ **agentes de falha**

Internos : pressão interna, fluido transportado...

Externos : correntes, ondas, instabilidade de solo, impacto de objetos.

➤ **modos de falha**

Corrosão;

Amassamento;

Vibração (vãos).

➤ **o que monitorar.**



O QUE INSPECIONAR?



Componentes principais de uma instalação típica:

- dutos rígidos e flexíveis de interligação horizontais;
- equipamentos (conexões, válvulas, manifolds..)
- dutos verticais (ascendentes) de interligação fundo superfície (unidade estacionária de produção) – risers



COMO INSPECIONAR



- ✓ Utilização de sistemas que atuem sem interromper a produção;
- ✓ Sistemas de grande produtividade;
- ✓ Sistemas que quantifiquem o dano;
- ✓ Sistemas que permitam o registro com dados inteligíveis para programas (softwares) de avaliação de integridade;
- ✓ Sistemas que não provoquem impacto ao meio ambiente.



AÇÕES PREVENTIVAS

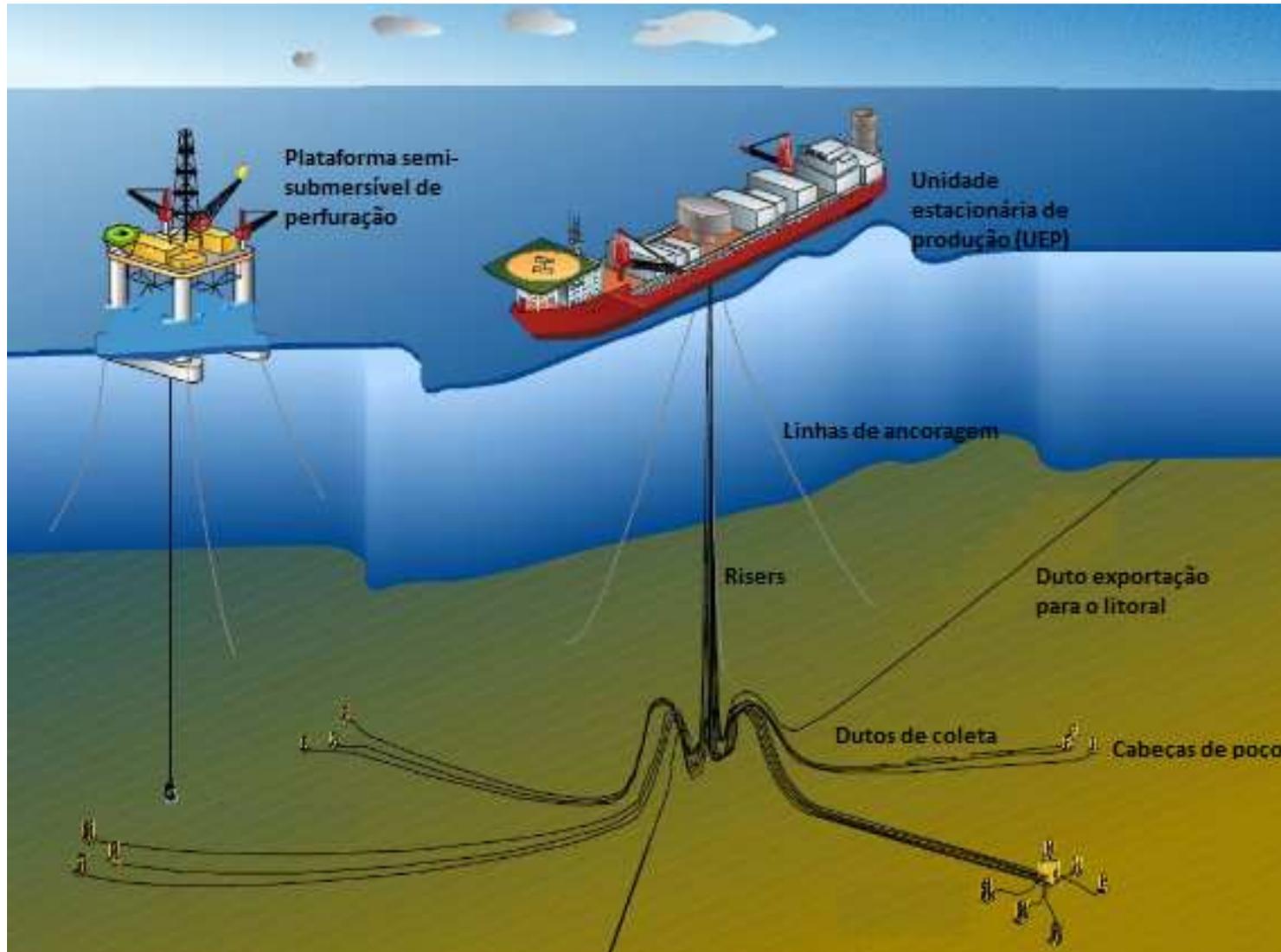


- **Projetos robustos : Normas atualizadas, dados do meio ambiente, dados de fluido....**
- **Metodologias de proteção : revestimentos, proteção catódica, enterramento, sinalização....**
- **Sistemas de monitoração em tempo real: bóias meteoceanográficas, monitoração de movimentos e variáveis de processo em tempo real;**
- **Na Instalação dos equipamentos registram-se suas condições iniciais (1ª inspeção imediatamente após a instalação);**
- **Programas de gestão de integridade com periodicidade de inspeção de toda a malha de produção.**

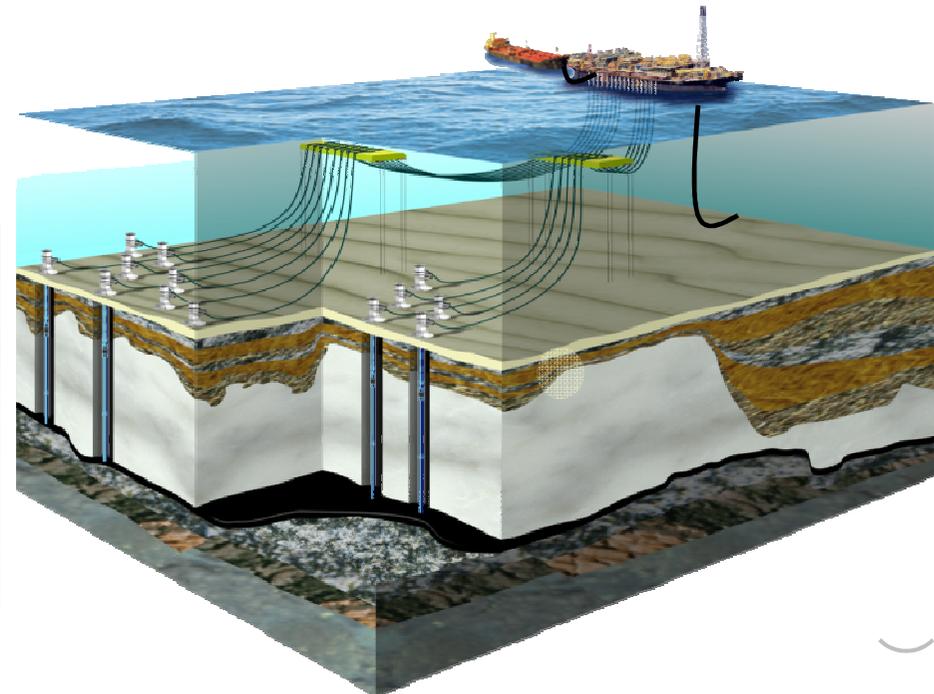
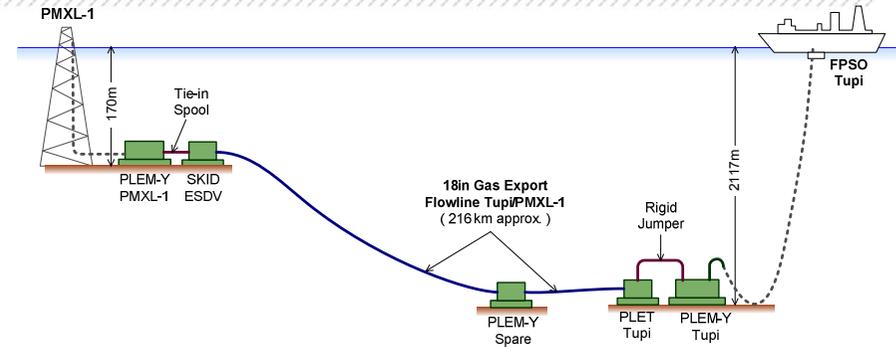
CONTEXTUALIZAÇÃO



INSTALAÇÃO SUBMARINA TÍPICA



INSTALAÇÃO SUBMARINA TÍPICA



PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO SUBMARINA



Tubo rígido revestido com polímero



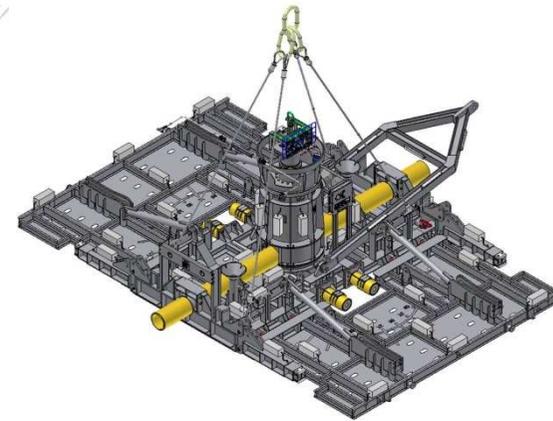
Tubo rígido sem revestimento



Tubo rígido revestido com concreto



PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO SUBMARINA (EQUIPAMENTOS)



PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO SUBMARINA (VÁLVULAS)

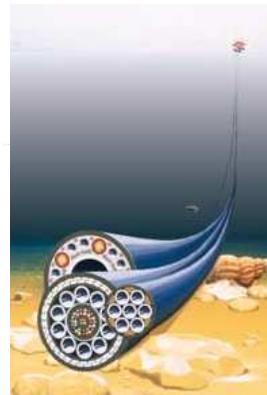


Válvula submarina pronta para instalação



Válvula submarina em montagem e testes

PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO SUBMARINA (LINHAS FLEXÍVEIS E UMBILICAIS)



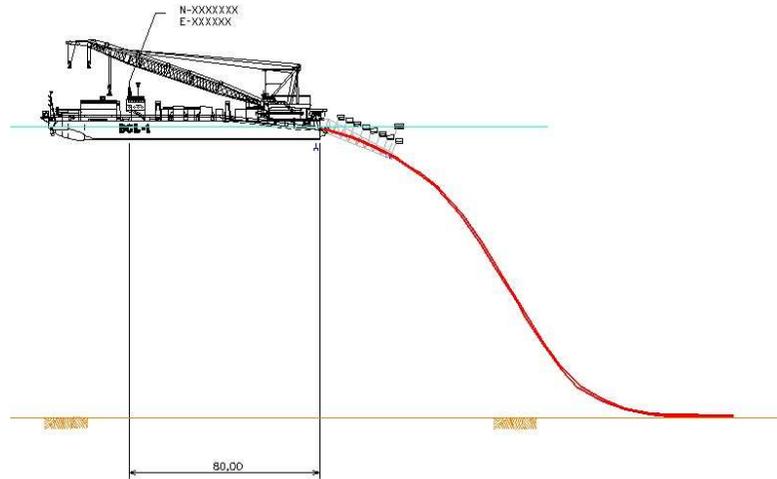
PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA INSTALAÇÃO SUBMARINA (RISERS)



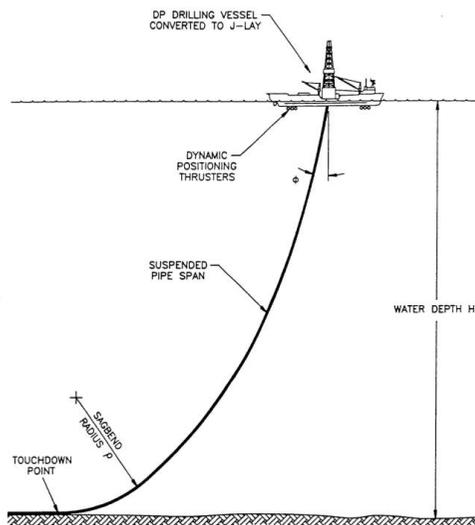
Os risers conectam os sistemas submersos às unidades estacionárias de produção (UEPs), podendo ser compostos por dutos rígidos ou flexíveis ou a composição dos dois (sistemas híbridos).



COMO OS SISTEMAS SÃO INSTALADOS NO FUNDO DO MAR ?



Barcos de instalação de linhas rígidas



COMO OS SISTEMAS SÃO INSTALADOS NO FUNDO DO MAR ?



>>>

DUTO RÍGIDO E QUIPAMENTO SENDO LANÇADOS



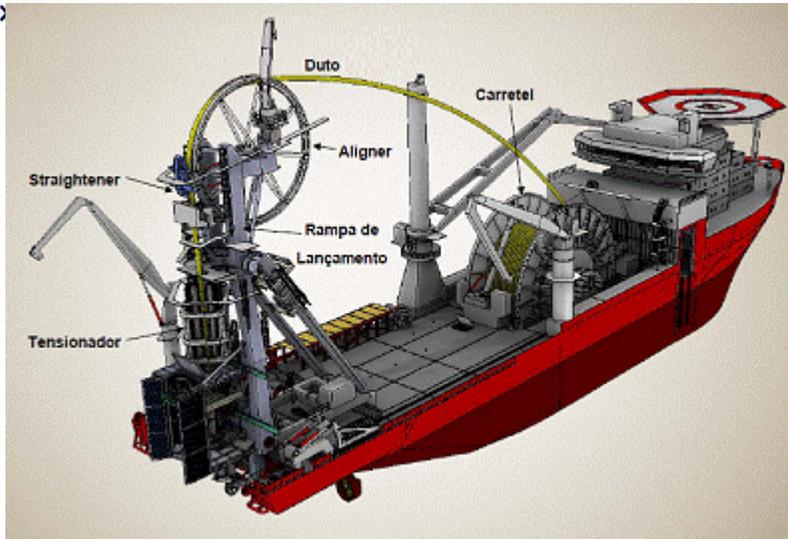
Detalhe da linha de produção da embarcação
(firing line): duto



Detalhe da linha de produção da embarcação
(firing line): equipamento



COMO OS SISTEMAS SÃO INSTALADOS NO FUNDO DO MAR ?



Barcos de instalação de linhas flexíveis



Armazenamento de flexíveis na embarcação:
Cesta



Armazenamento de flexíveis na embarcação :
Bobina

PRIMEIRO TÓPICO



Inspeção e manutenção de equipamentos, dutos flexíveis, dutos rígidos e umbilicais submarinos;



SISTEMAS DE INSPEÇÃO – RISERS



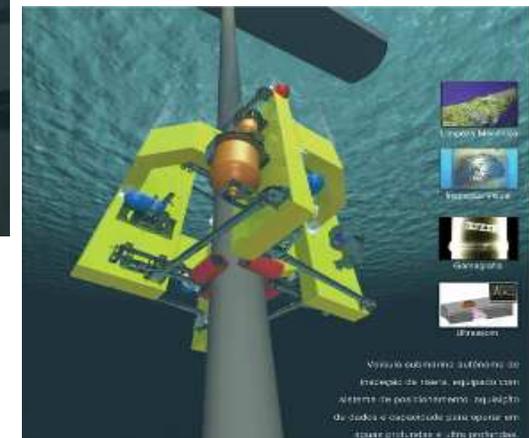
Inspeção Risers flexíveis

Possíveis componentes construtivos

- Estrutura em perfis em aço carbono e alumínio
- Rodas em polímero
- Sistema de detecção composto por cabeçotes de ultrassom
- Flutuadores em fibra de vidro.



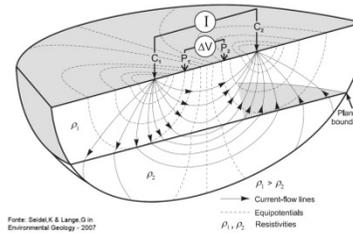
Inspeção dutos rígidos



INSPEÇÃO DE PROFUNDIDADE DE ENTERRAMENTO EM CHEGADA DE PRAIA (TOMOGRÁFIA)



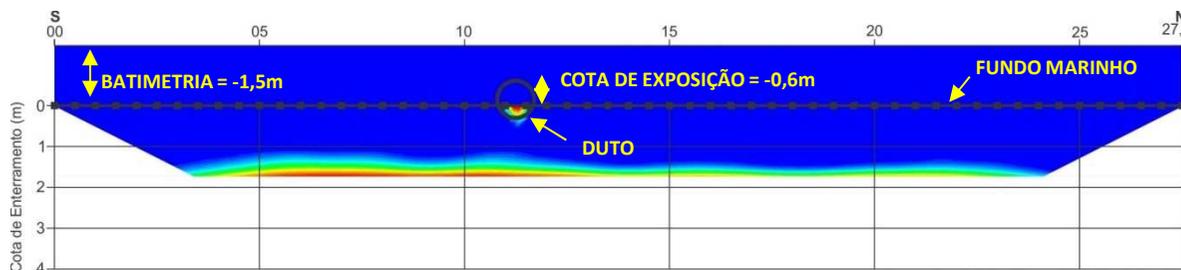
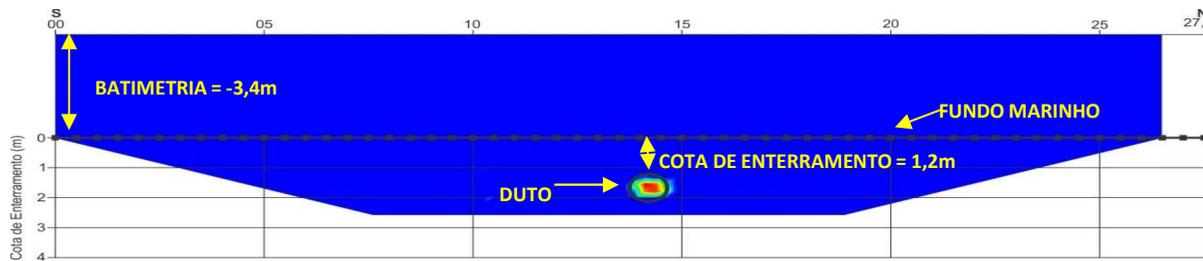
Resistivímetro



Fonte: Sadek, K. & Lange, G. in Environmental Geology - 2007



Cabo elétrico com bobinas



Interpretação das sinais de tomografia

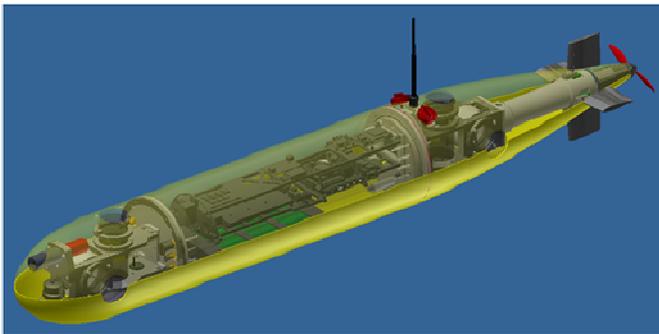
INSPEÇÃO COM VEÍCULOS AUTÔNOMOS - AUV



Barco de transporte e controle



Lançamento veículo autônomo



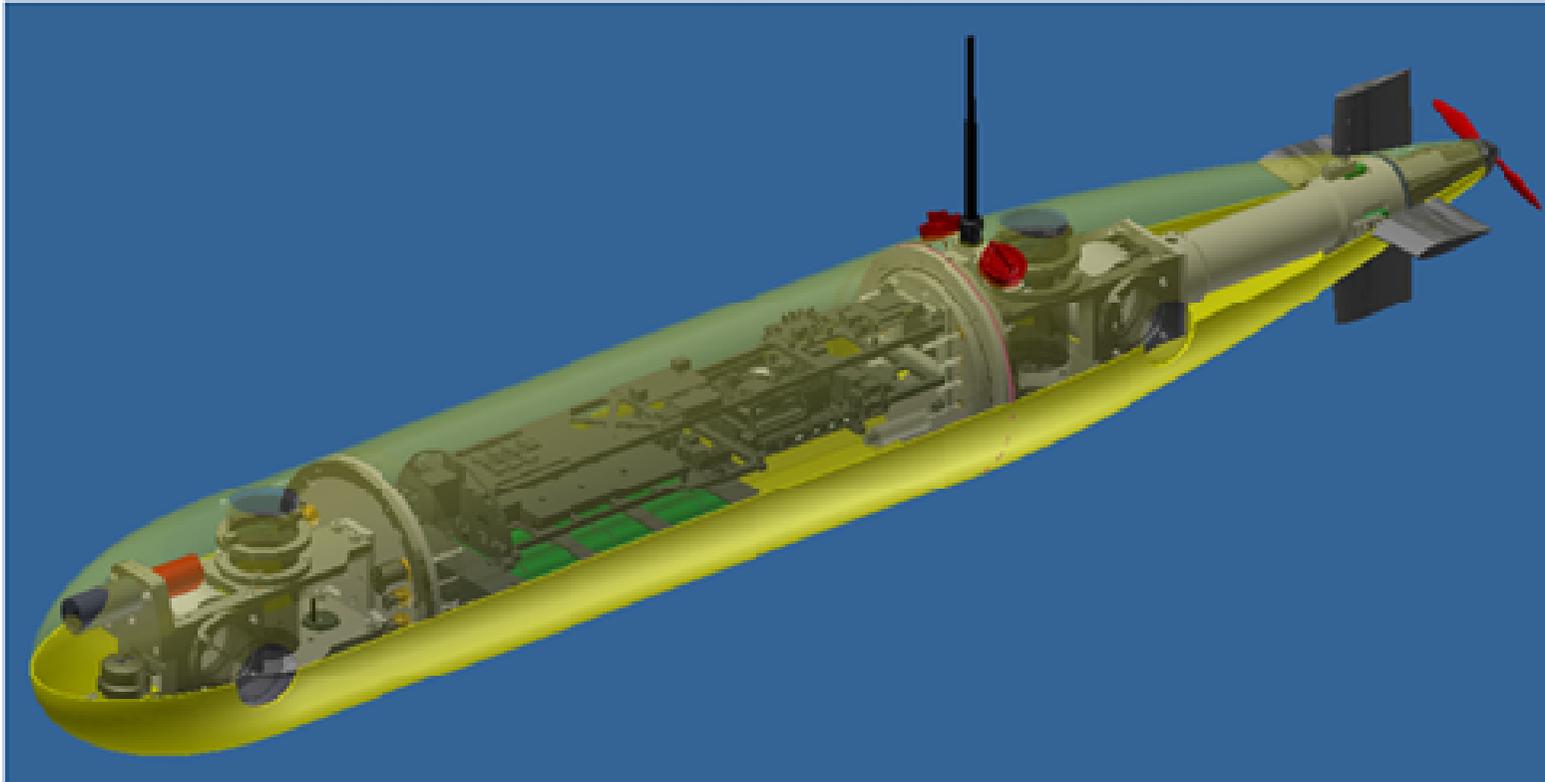
Tipos de sensores embarcados no veículo

- Ecobatímetro : alturas
- Sidescan sonar : reflexões diferenciadas;
- SBP : reflexões de subsuperfície
- Câmera : imagens



Veículo navegando e sensoriando

INSPEÇÃO COM VEÍCULOS AUTÔNOMOS - AUV



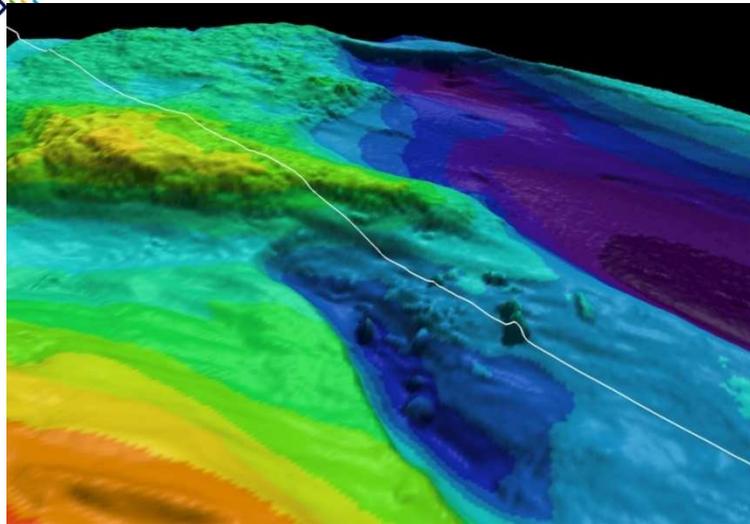
Alguns componentes construtivos

- Estrutura em alumínio
- Motorização elétrica
- Carcaça em aço e fibra

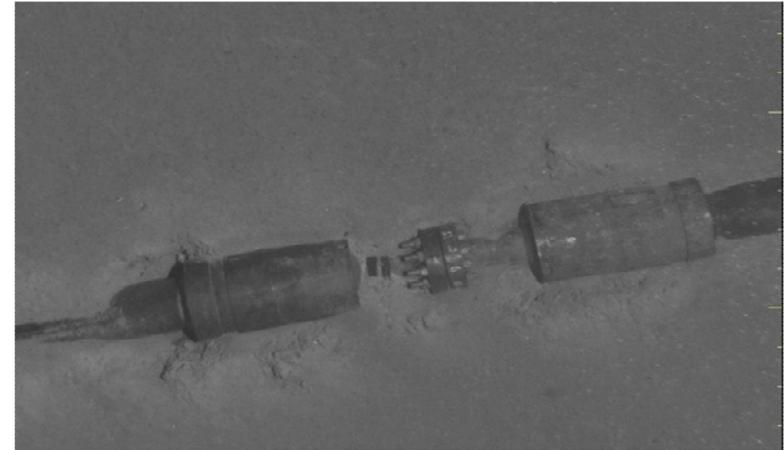
Fornecedores de serviço:

- C&C
- Fugro Brasil
- Gardline
- Axa

IMAGENS GERADAS POR AUV



Imagens com relevo e tipificação do solo



Fotografia – conector de flexível

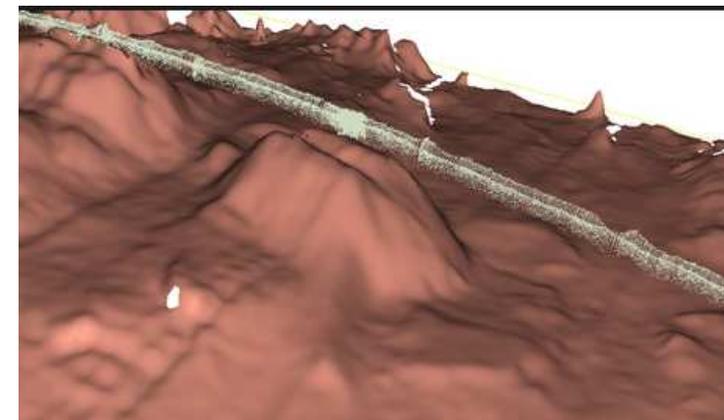
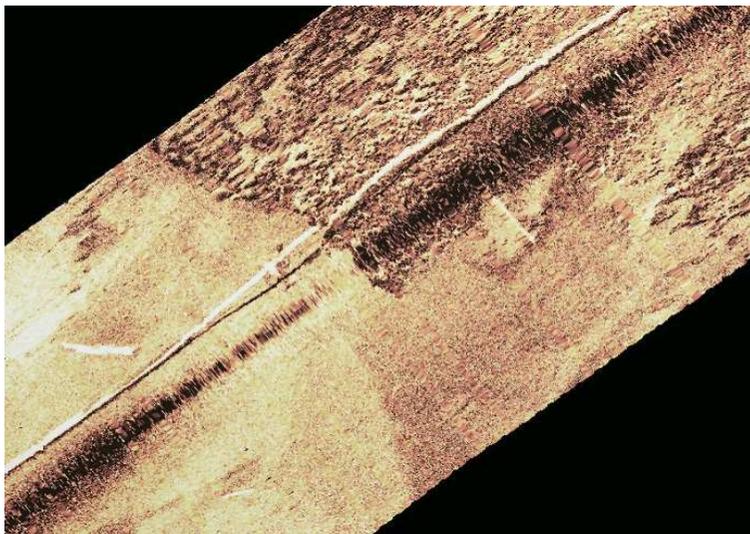
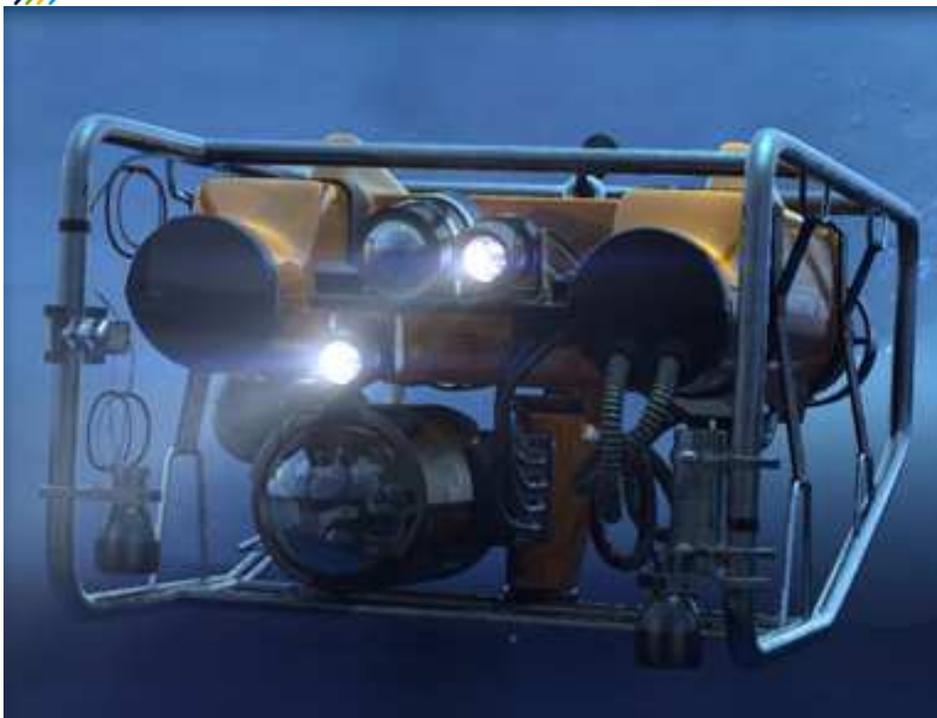
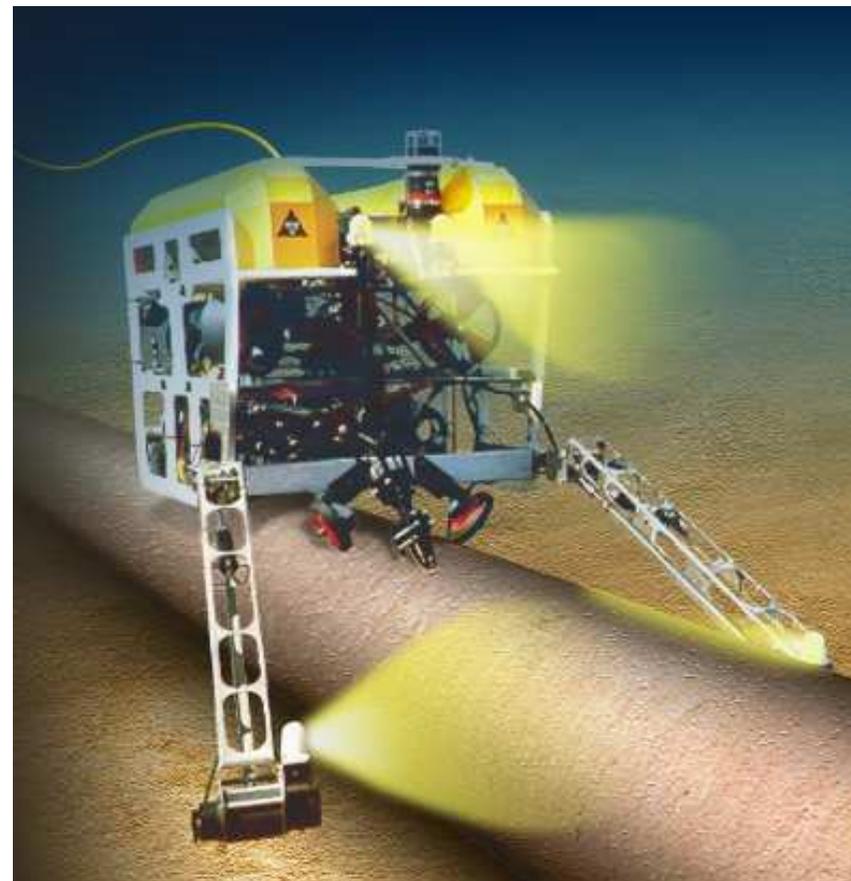


Imagem por sonar – duto com vão

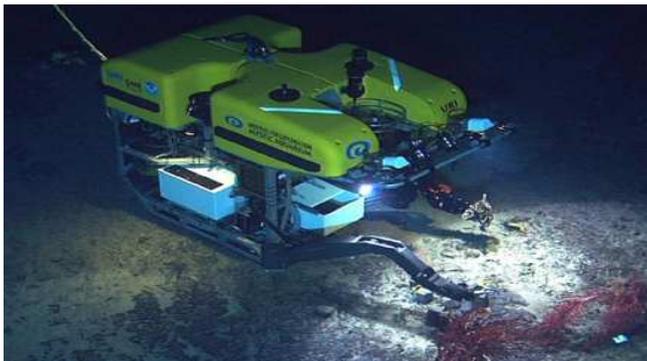
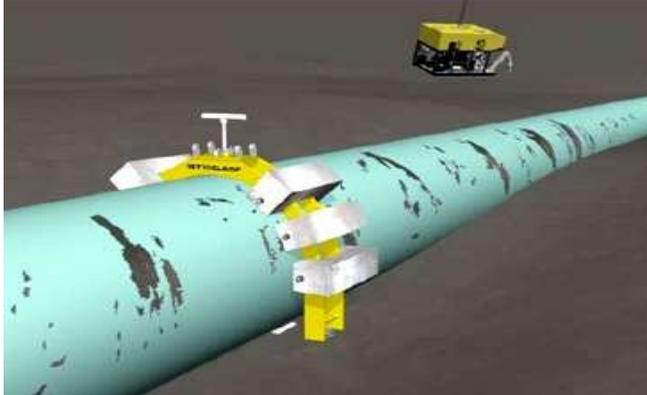
INSPEÇÃO COM VEÍCULOS OPERADOS REMOTAMENTE - ROV



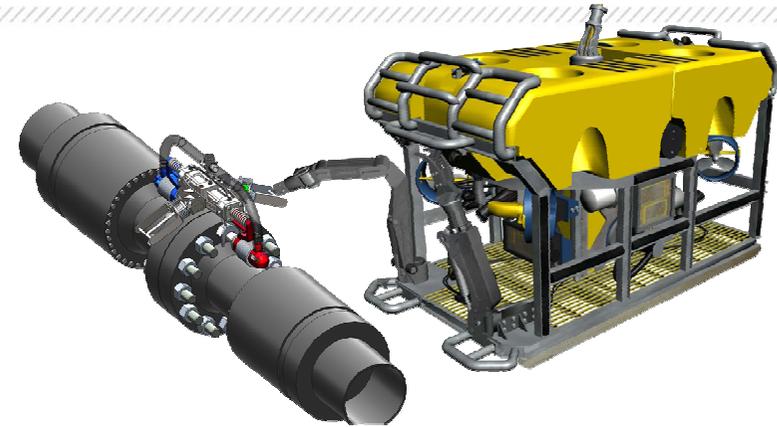
Inspeção com robôs de observação operados remotamente



INSPEÇÃO COM VEÍCULOS OPERADOS REMOTAMENTE - ROV



- Inspeção com robôs de intervenção operados remotamente.



- Correção e instalação de acessórios e manutenção (correção de vãos, retirada de revestimentos danificados, troca de componentes em geral).
- Componentes construtivos:
 - Estrutura metálica
 - Flutuadores em fibra;
 - Componentes do braços em aço carbono
- Fornecedores de serviços
 - Subsea 7
 - Fugro
 - Gardline
 - Technip



DETECÇÃO DE VAZAMENTOS



Detector de vazamentos



DETECÇÃO DE DANOS E COM INTERVENÇÃO SUBSEQUENTE



Danos em revestimentos



DANOS DETECTADOS POR ROV E COM INTERVENÇÃO SUBSEQUENTE



>>>



Dano em revestimento de concreto



Vazamento em flanges



Dano em junta revestida



Corrosão severa

NÃO CONFORMIDADES EM LINHAS EMERSAS E SUBMERSAS FLEXÍVEIS



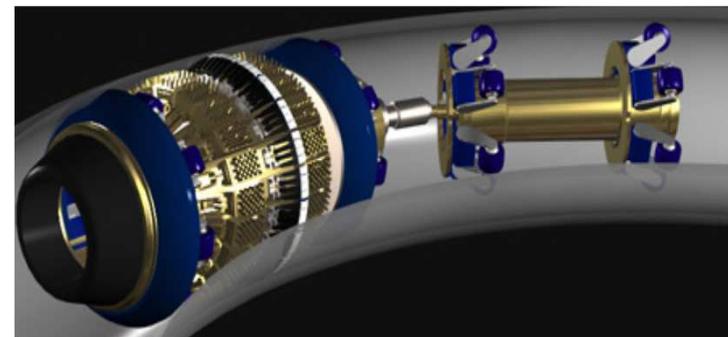
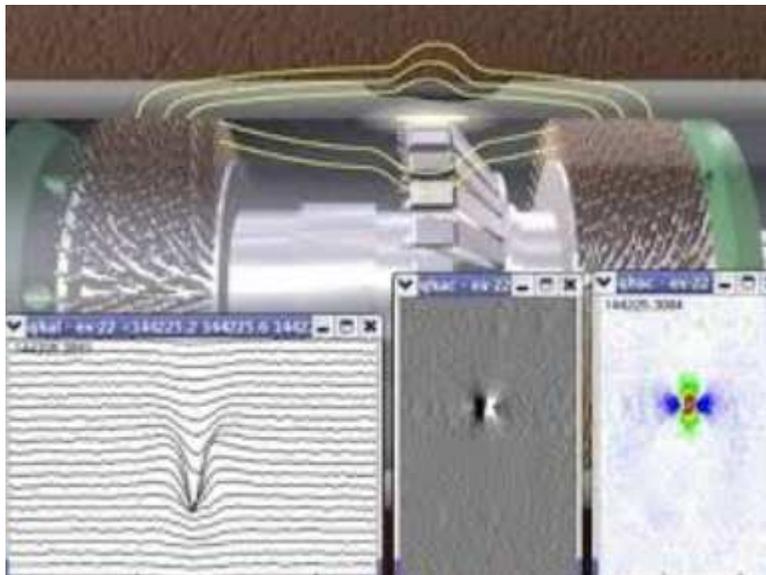
>>>



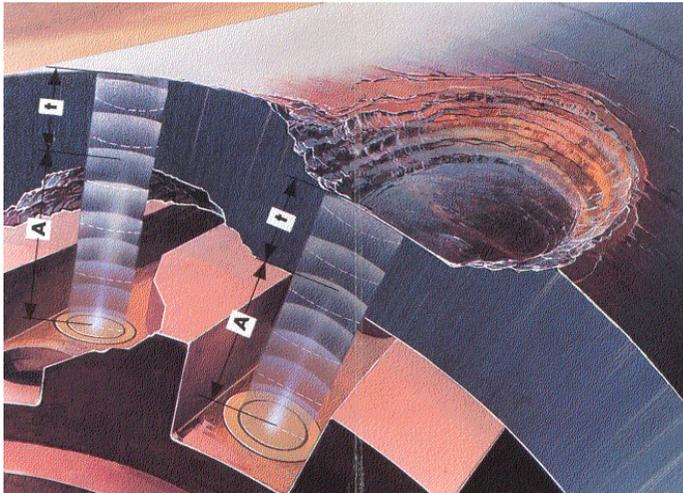
INSPEÇÃO COM PIGs



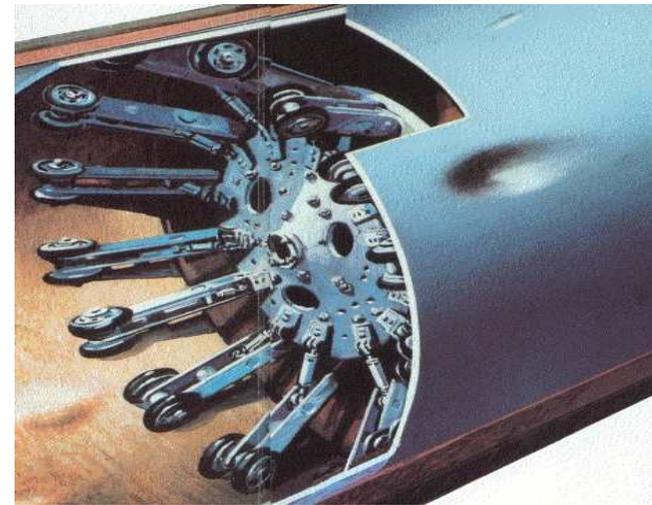
>>>



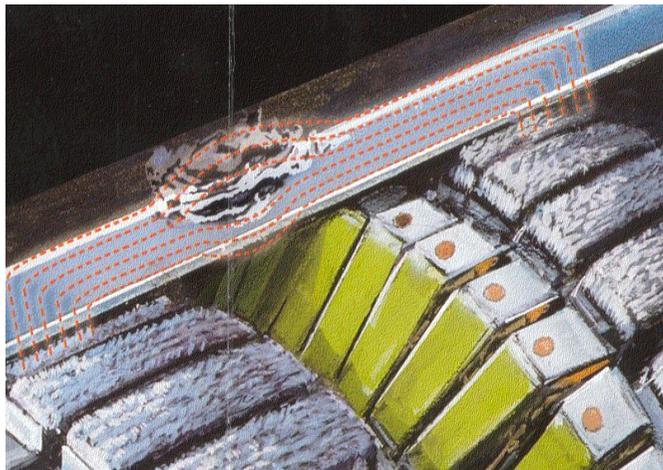
TIPOS DE SENSORIAMENTO



Sensoriamento ultrassônico



Sensoriamento mecânico - Geometria



Sensoriamento magnético -MFL

- A corrosão pode levar a uma redução de espessura que não resista a pressão interna ou a externa;
- O amassamento pode levar o duto a uma propagação de dano (colapso), principalmente quando em águas profundas.



SEGUNDO E TERCEIRO TÓPICO



- **LIMPEZA PREPARATÓRIA PARA INSPEÇÃO INTERNA DE DUTOS MULTIDIÂMETROS**

- **INSPEÇÃO INTERNA DE DUTOS MULTIDIÂMETROS**
 - ✓ Os dutos de multi-diâmetros são um desafio para as ferramentas de inspeção que tem que se adequar a variação de dimensão sem no entanto perder a sua eficiência;

 - ✓ As operações de inspeção precedidas de limpeza geralmente são as executadas logo após a instalação das linhas e durante as atividades preparatórias para a entrada em operação (pré-comissionamento).



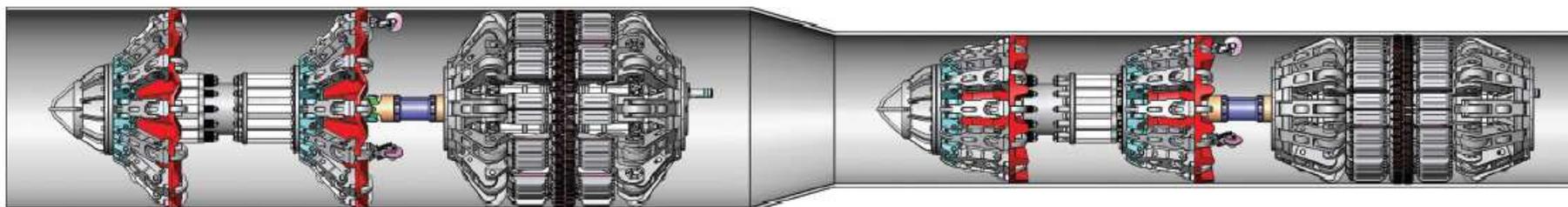
INSPEÇÃO COM PIG MULTI – DIÂMETRO



- ✓ RELAÇÃO DE REDUÇÃO: 50%
- ✓ AUTONOMIA: 700 KM
- ✓ RANGE : 6 A 56 IN



SENTIDO DO DESLOCAMENTO



INSPEÇÃO COM PIG MULTI – DIÂMETRO



Módulo de tração do PIG – copos especiais



Módulo de tração do PIG em 42 in



Módulo de tração do PIG em 28 in- copos deformados

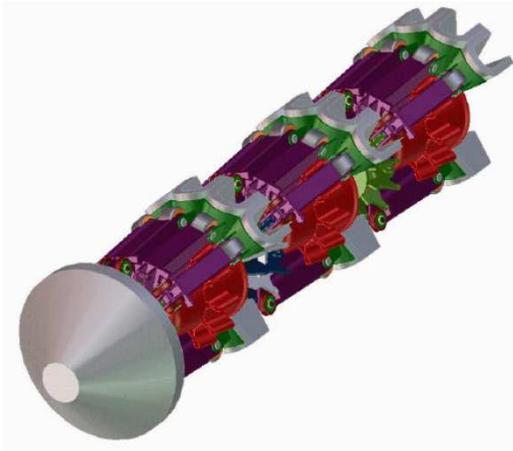
Gasoduto de Asgard : 42in → 28 in – 700 km



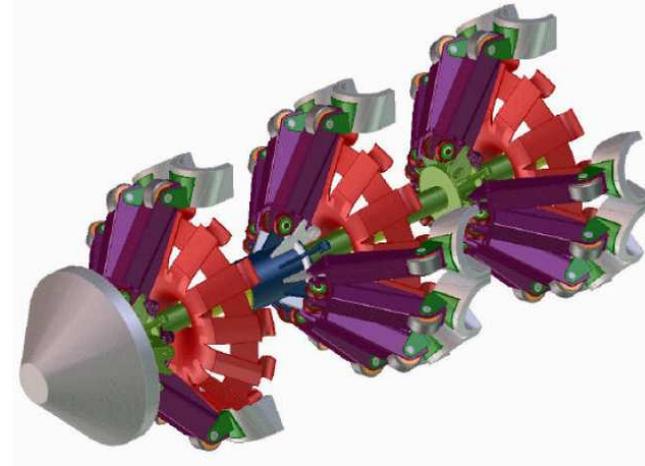
INSPEÇÃO COM PIG MULTI – DIÂMETRO



>>>



Módulo de tração do PIG instrumentado
(28 in)



Módulo de tração do PIG instrumentado
(42 in)



Módulo sensor do PIG instrumentado



PIG DE LIMPEZA (raspadores, secadores e magnéticos)



>>>

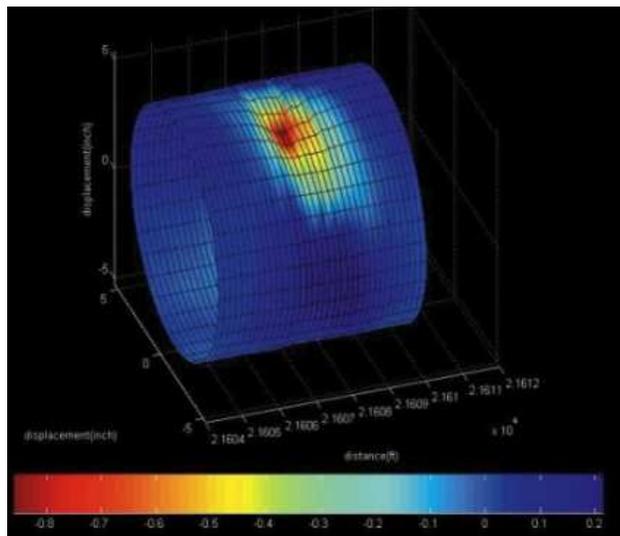


- Pigs rígidos e flexíveis (espuma)



- Sujeira dentro dos sistemas submarinos podem levar a erosão, perda de eficiência de produção e contaminação de produtos;
- Para determinados sistemas de inspeção podem inviabilizar a inspeção

PIGs GEOMÉTRICOS



- Esta ferramenta monitora a geometria da linha e localizando amassamento determina a localização linear (odômetro) e radial (potenciômetros)



PIGs



- Principais componentes:
 - Vazo de pressão em aço inox ou carbono;
 - Copos de propulsão em polímero (polipropileno);
 - Demais componentes em alumínio;
 - Escovas de aço (acoplamento magnético);
 - Ímas de terras raras (neodímio ferro boro);
 - Demais componentes eletrônicos
 - Espumas
 - Cabeças de lançamento



- Algumas prestadores de serviços de pigs (<http://ppsa-online.com/buyers-guide.php>)
 - Pipeway
 - HRosen;
 - Enduro;
 - T.D. Williamson
 - Weatherford
 - PII
 - Baker Hugges
 - Halliburton

DEFICIÊNCIAS ATUAIS



- Inspeção de dutos em áreas ultra-rasas (chegadas de praia);
- Inspeção de dutos flexíveis (compósitos);
- Inspeção de risers (regiões de transição);
- Levantamento causas de danos devido a fadiga, vãos (detecção de trincas);
- Disponibilidade de soluções brasileiras para indústria *offshore*, com aumento de oferta (AUV, PIGs instrumentados, etc);





FIM

Gustavo Adolfo C. Freitas

Tel.: 021 2166 7330

e_mail : gustavoacfre@gmail.com

