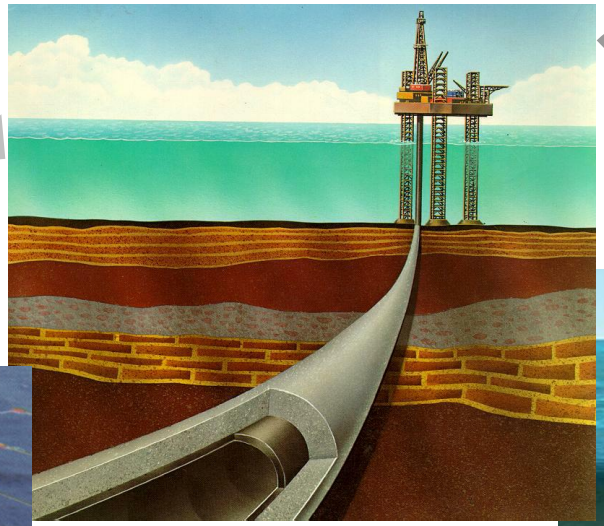
FMC Technologies

Demandas para nanotecnologia na exploração e produção de petróleo offshore

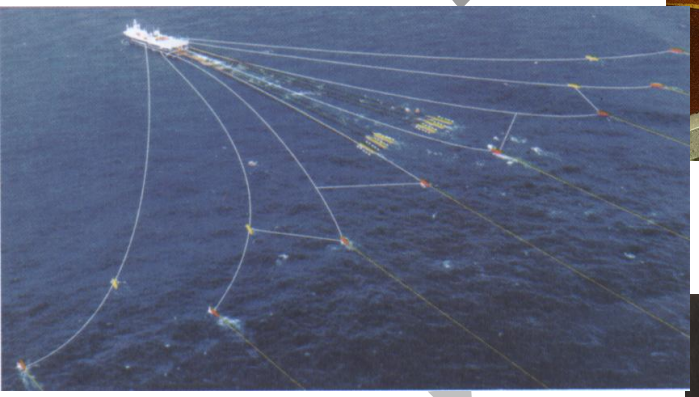
Alan Zaragoza Labes
alan.labes@fmcti.com

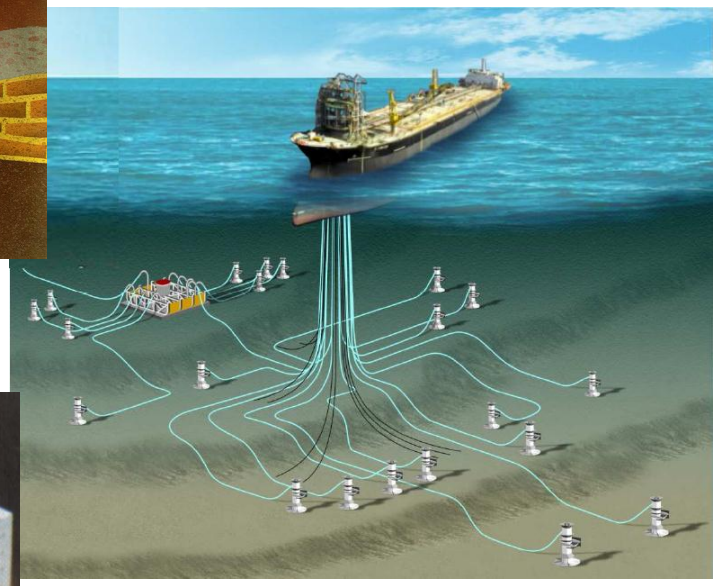
Cadeia de valor do EP offshore

PERFURAÇÃO / COMPLETAÇÃO

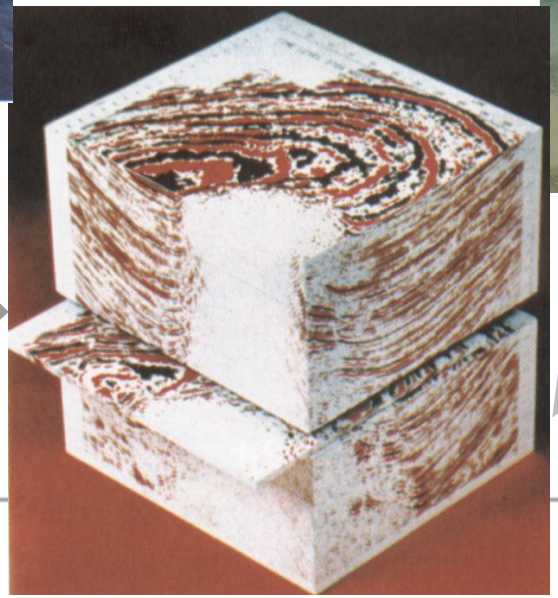


PROSPECÇÃO





PRODUÇAO

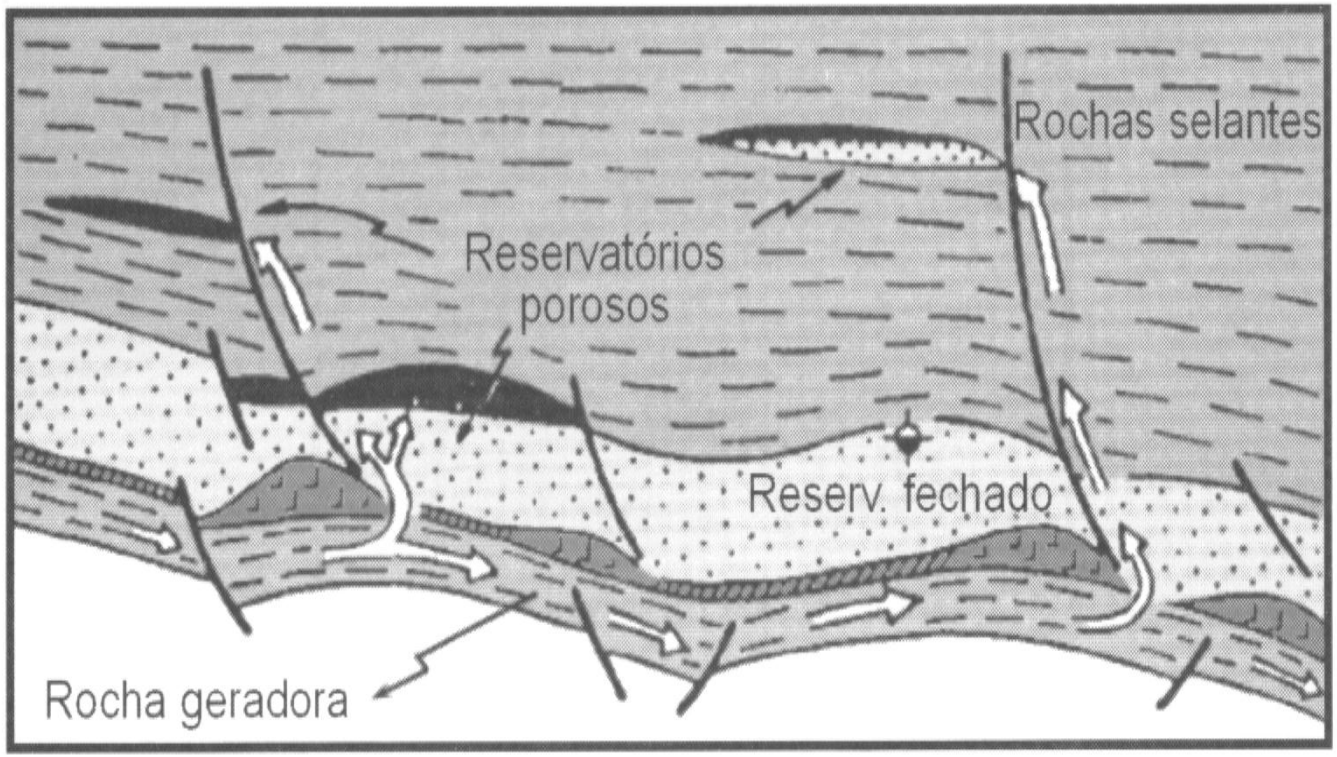


RESERVATÓRIO

Reservatório

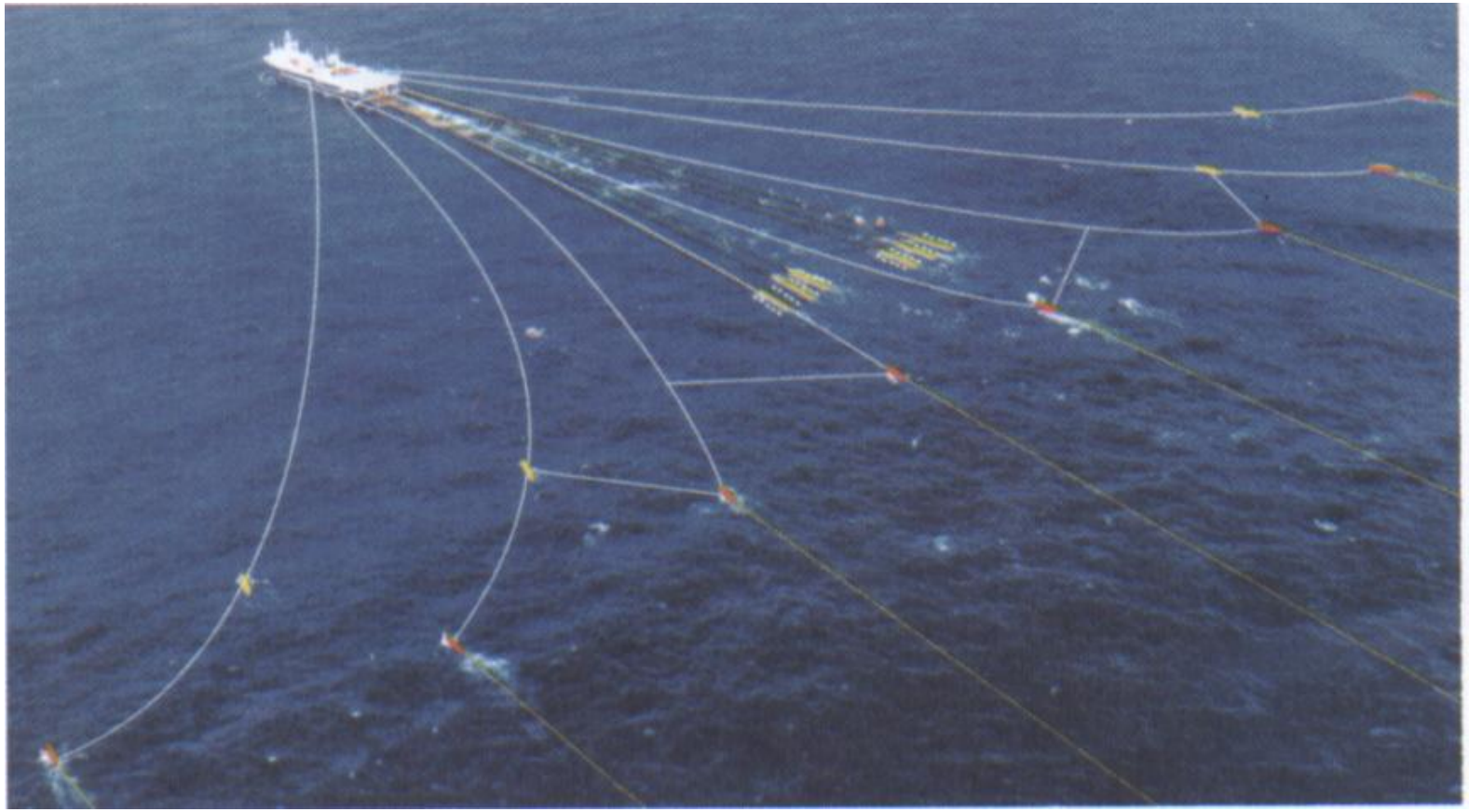
Condições necessárias para encontrar petróleo...

1. Rocha geradora
2. Migração
3. Rocha reservatório
4. Rocha selante
5. Aprisionamento



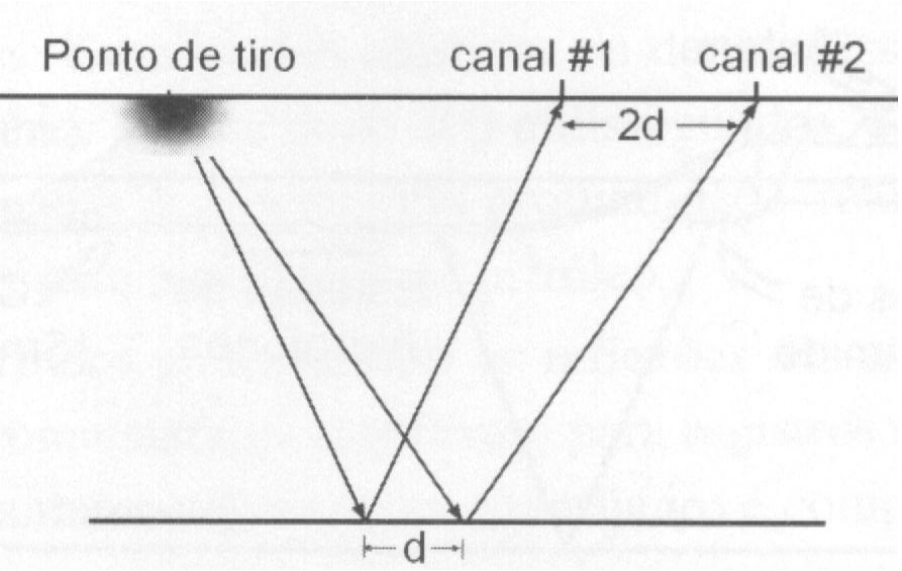
Prospecção

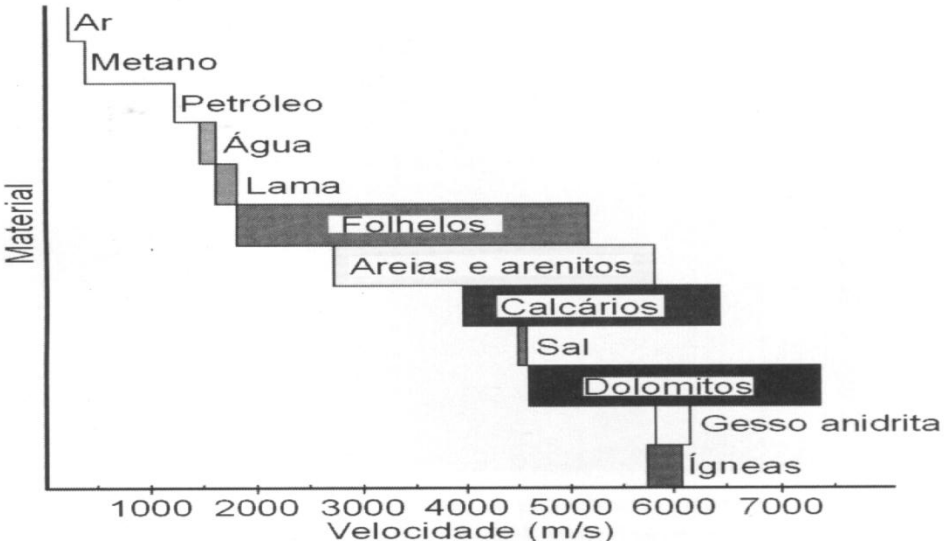
- Sísmica de reflexão



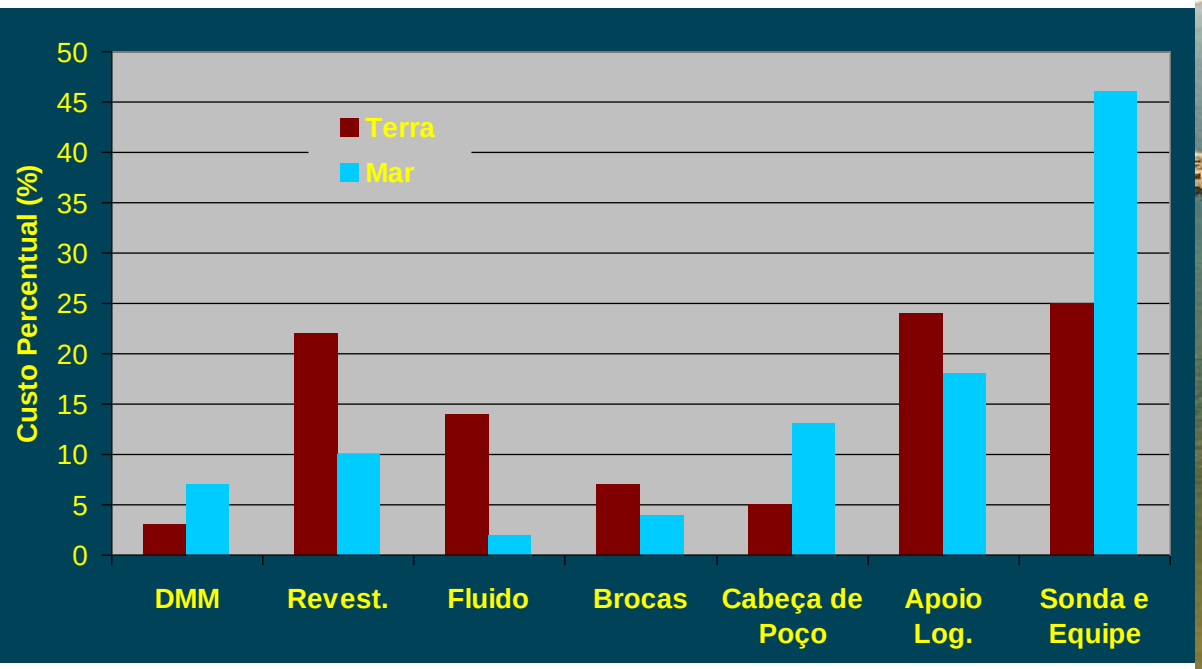
Prospecção

- Sísmica de reflexão



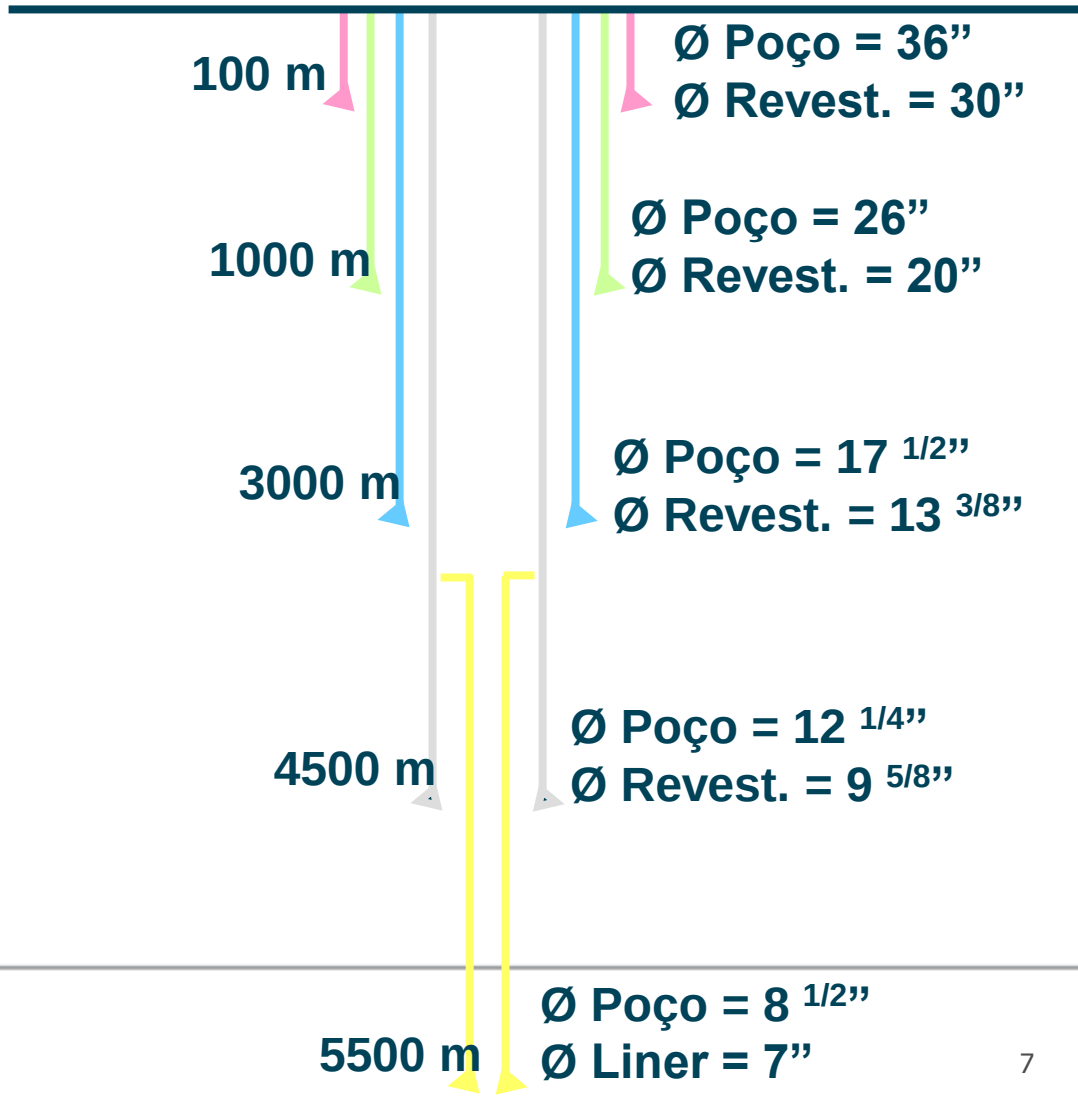


Perfuração / Completação



Perfuração / Completação

- Perfuração – drill pipes e brocas
- BOP
- Drilling riser
- Revestimento
- Cimentação
- Canhoneio
- Instalação da coluna de completação



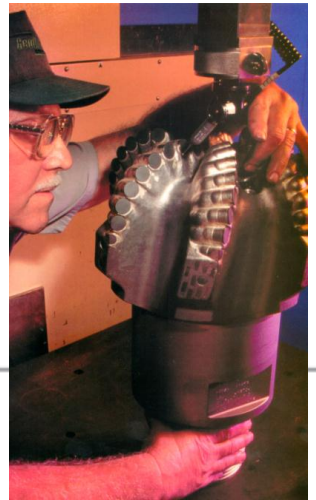
Perfuração / Completação

drill pipe

revestimento

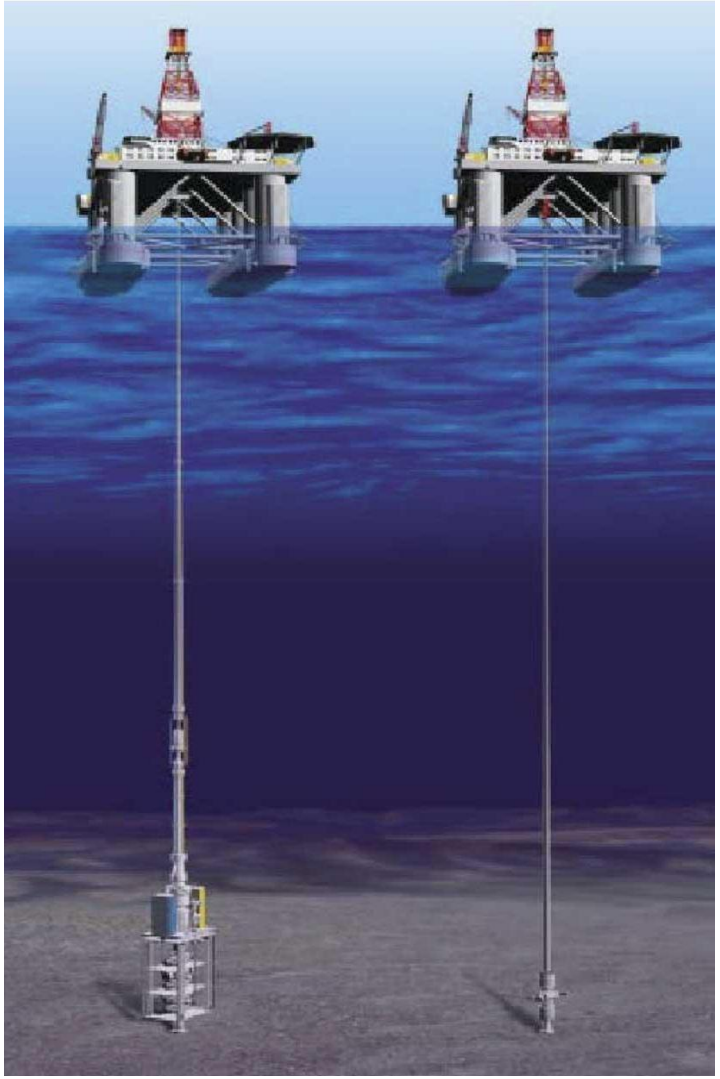
Drilling riser

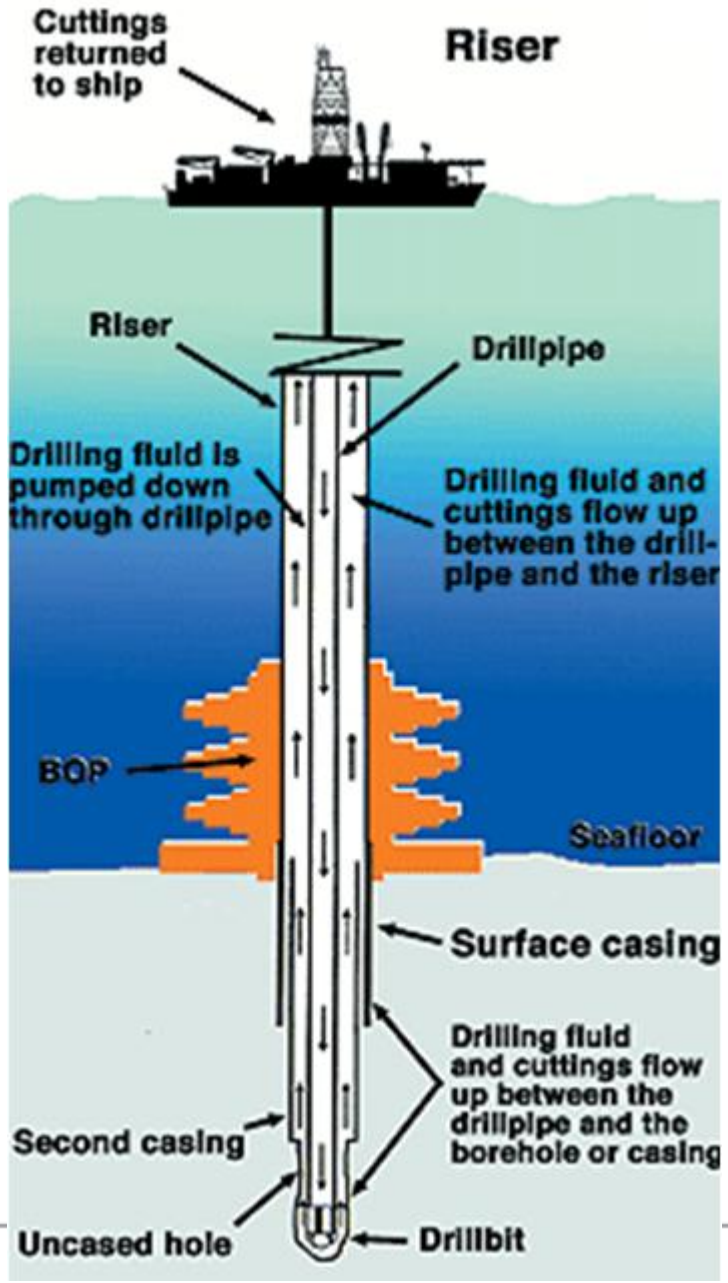
BOP



broca

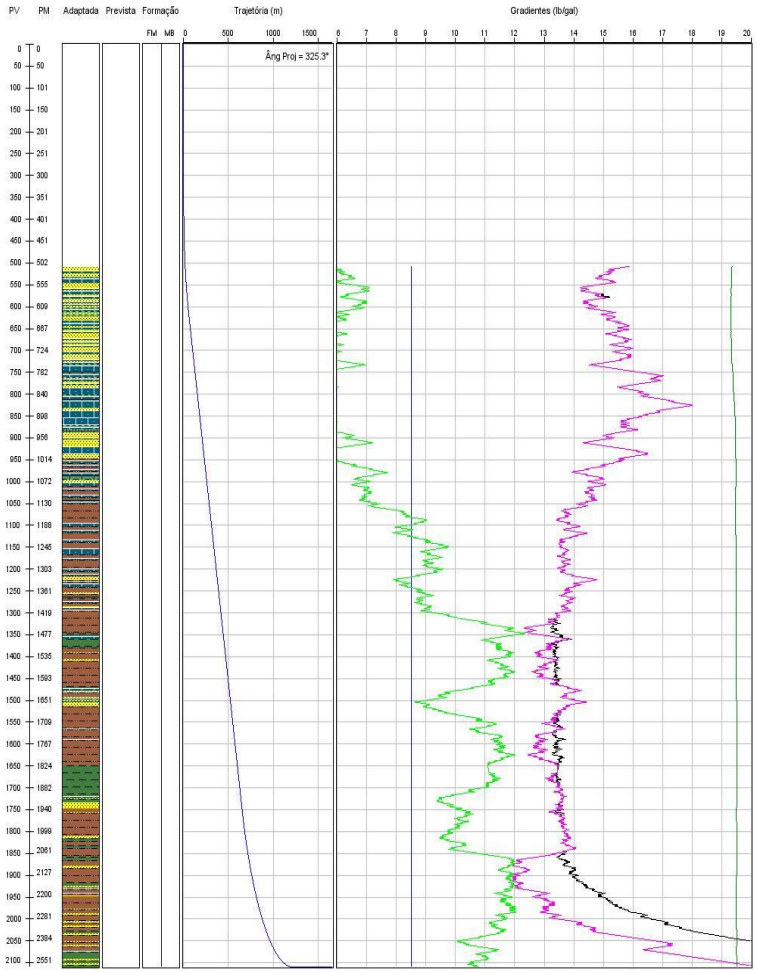
Perfuração / Completação

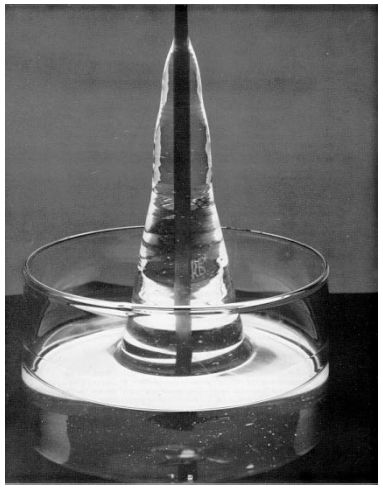




Perfuração / Completação

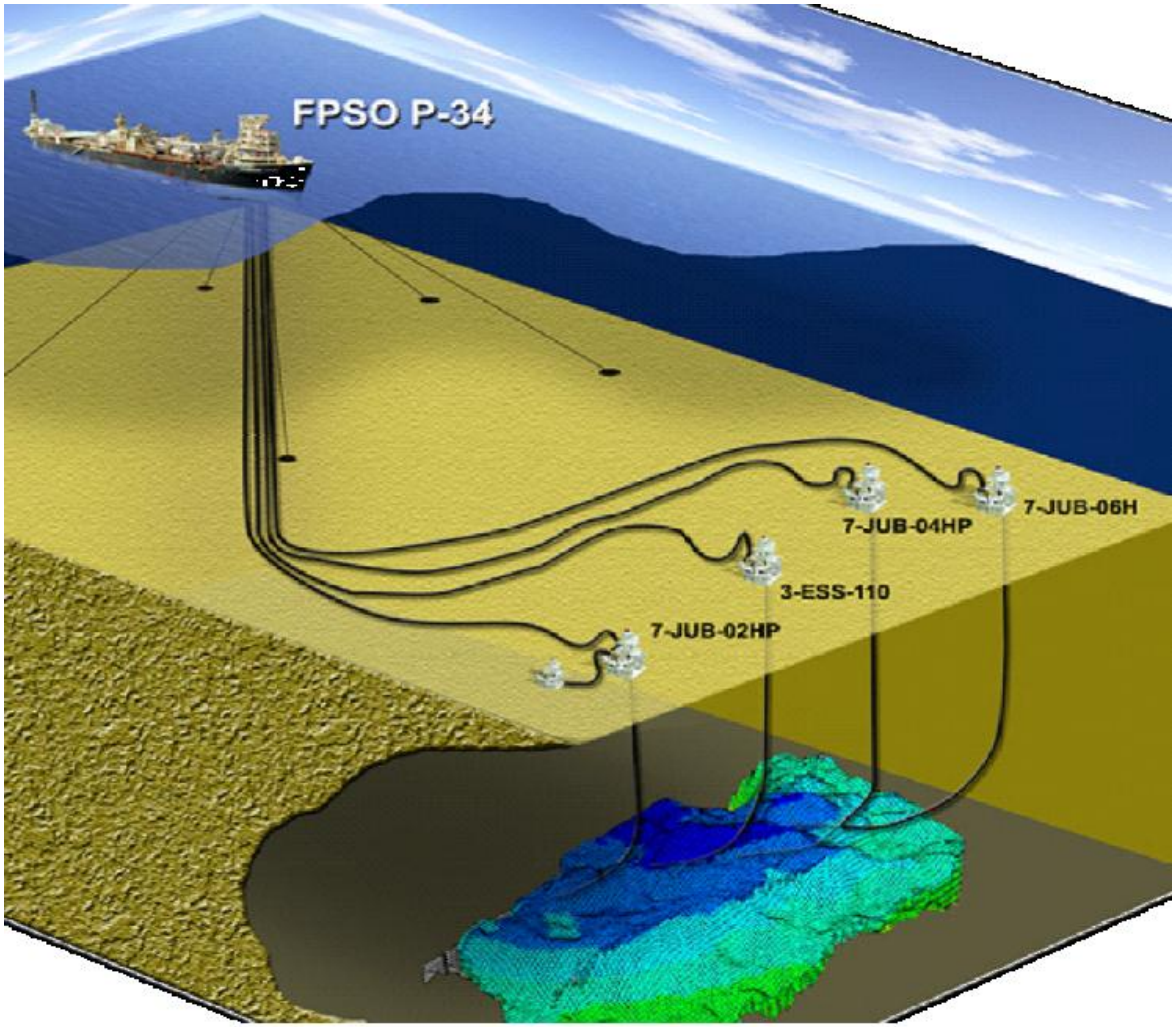
- **Estabilidade e fluidos de perfuração**
- Sustentar a parede do poço
- Carregar os cascalhos perfurados
- Manter os sólidos em suspensão na ausência de bombeamento
- Prevenir a hidratação de formações reativas
- Lubrificar a coluna de produção
- Resfriar a broca





Produção

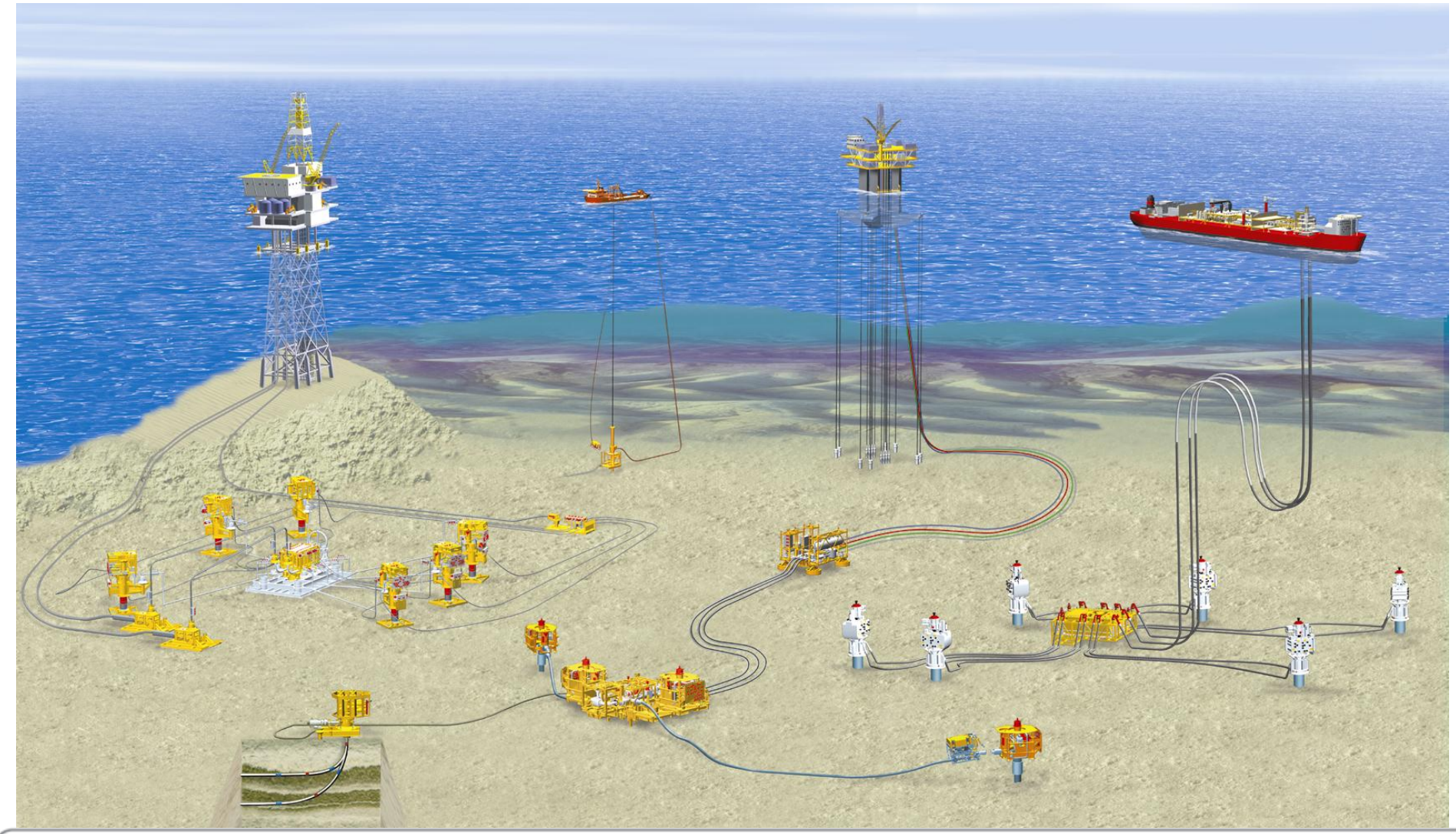
- Poços e Árvores de Natal
- Linhas de Coleta e Interligação (flowline e risers)
- Manifolds
- Unidade de Produção
- Sistemas de Armazenamento e Exportação



Produção

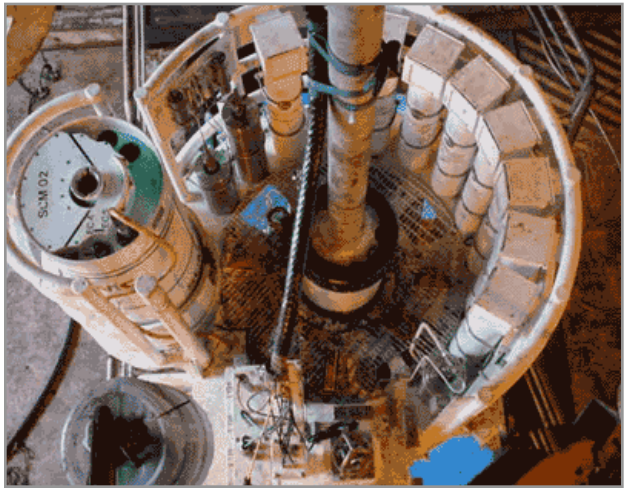
- Garantia do escoamento
  - Hidrato
  - Scale
  - Parafina
  - Emulsão
  - Corrosão
  - Controle de areia
- Integridade submarina
  - Equipamentos submarinos
  - Risers
  - Flowlines

FMC na cadeia de valor do EP offshore



FMC Technologies

FMC na cadeia de valor do EP offshore



FMC na cadeia de valor do EP offshore

- **CDS Separation Systems** Compact in-line primary separation

- **Schilling Robotics**
  ROVs, manipulator systems, controls

- **Direct Drive Systems**
  High power, compact permanent magnet motors, magnetic bearings

- **MPM**
  Multi-phase flowmeters

- **CSI**
  Automation

Nano na prospecção / reservatório

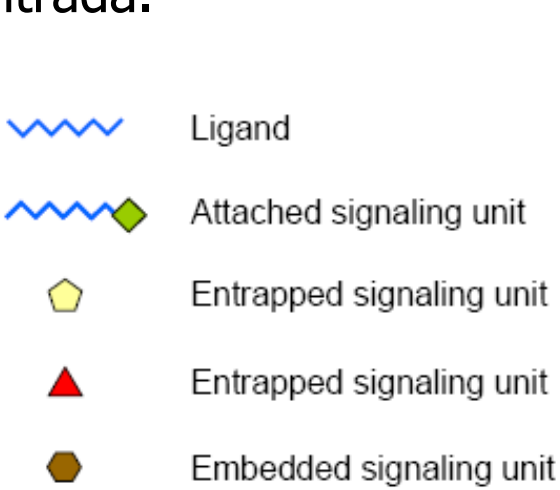
- Desafios
  - Caracterização dos reservatórios
  - Mobilidade de hidrocarbonetos através de meio poroso
  - Adesão de hidrocarbonetos ao meio rochoso
  - Recuperação de zonas de by pass

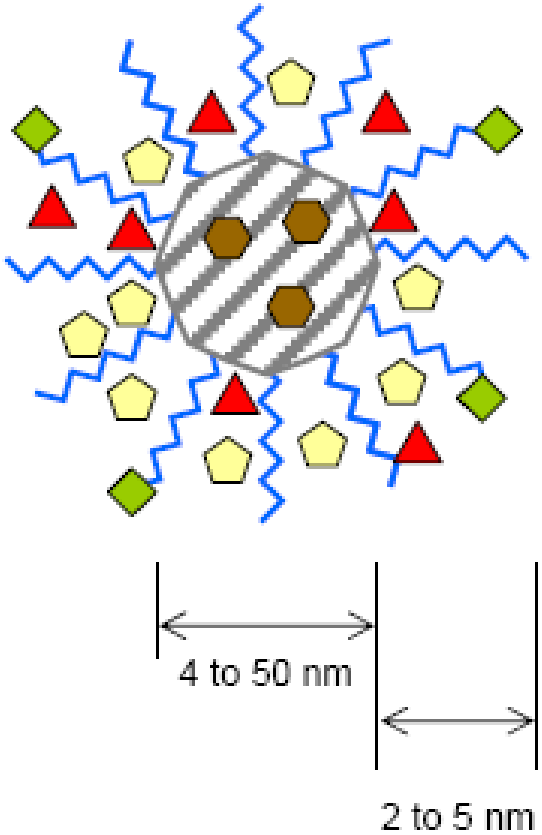
Nano na prospecção / reservatório

- Contraste aumentado
  - Nano partículas aplicadas como indicadores quando podem ser localizadas a concentrações extremamente pequenas (ex núcleo contendo terras raras).
  - Partículas oleofílicas e hidrofilicas
  - Deve fluir através do meio poroso
  - Alta temperatura, alta pressão
  - Químicos agressivos

Nano na prospecção / reservatório

- Nanoreporters
  - Percebem e gravam o ambiente através da liberação de unidades sinalizadoras quando uma condição específica é encontrada.





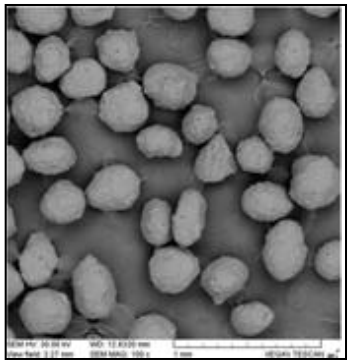
James Tour, Rice University

Nano na prospecção / reservatório

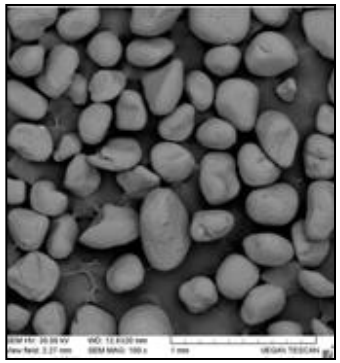
- Aumento da permeabilidade
  - Nano fluidos a base de gotas de óleo e água em escala subnanometrica
  - Redução da tensão superficial permite escoamento em capilares menores

Nano na prospecção / reservatório

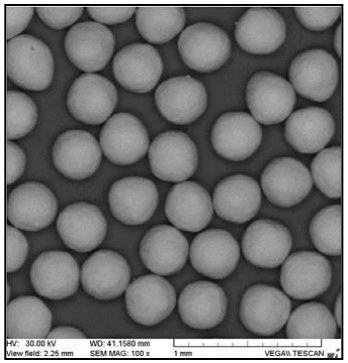
- Proppants nano-enhanced
  - Maior esfericidade – maior penetração na rocha
  - Densidade controlada
  - Maior capacidade de resistir a pressão da rocha



40/70 Carboprop



40/70 Ottawa Sand



45/50 OxFrac

Andrew Barron, Rice University
Oxane Materials, Inc

Nano na perfuração e completação

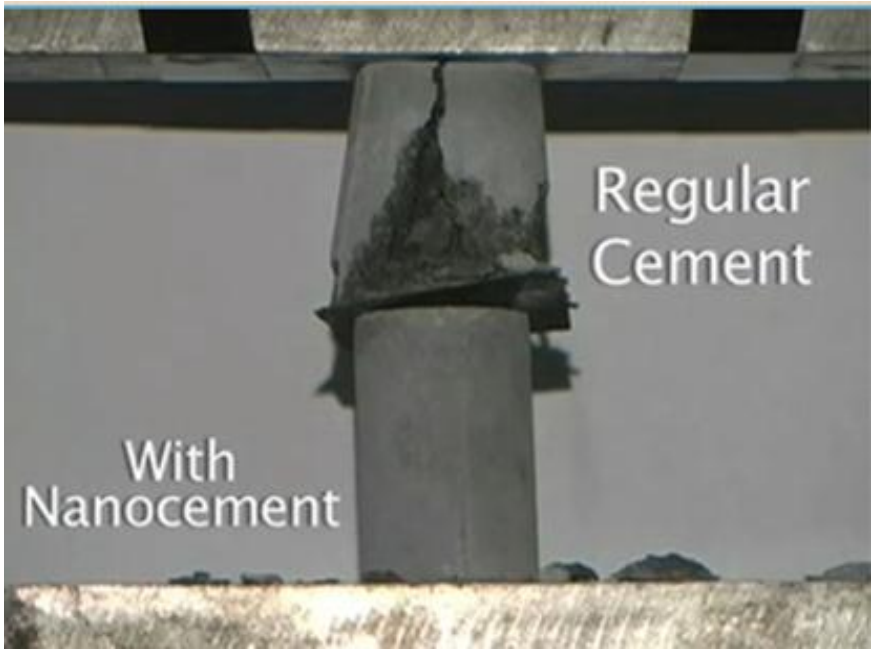
- Desafios
  - Aumento da vida útil das brocas
  - Ambiente corrosivo para tubos
  - Relação resistencia peso mais eficiente
  - Cimentos mais eficientes
  - Fluidos de perfuração menos danosos a formação
  - Selos para alta emperatura ala pressão

Nano na perfuração e completação

- Fluido de perfuração
  - Pesquisas em nano fluidos com objetivos de aumentar a vida dos equipamentos de perfuração
    - Maior resfriamento da broca, menor atrito da coluna
  - Fluidos com reologia adaptável ao ambiente
    - Alteração da porosidade e permeabilidade em função da formação

Nano na perfuração e completação

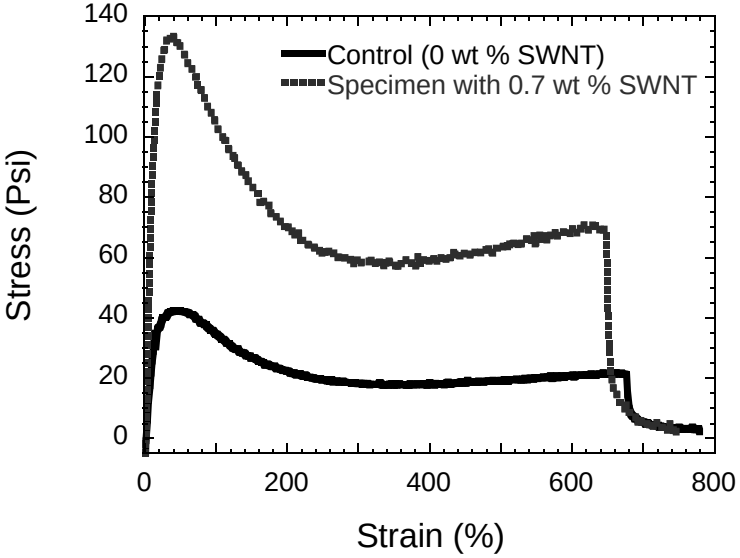
- Cimento
  - Expectativa que nano-aditivos venham a aumentar aresistencia e flexibilidade de cimentos
  - Condutores de eletricidade e com capacidade de percepção de umidade e tensão
  - Cimentos com capacidade de regeneração



MetaMateria Partners

Nano na perfuração e completação

- Elastômeros
  - Nano-aditivos reforçando a matriz polimérica
  - Aumento da resistência a temperatura, desgaste e pressão

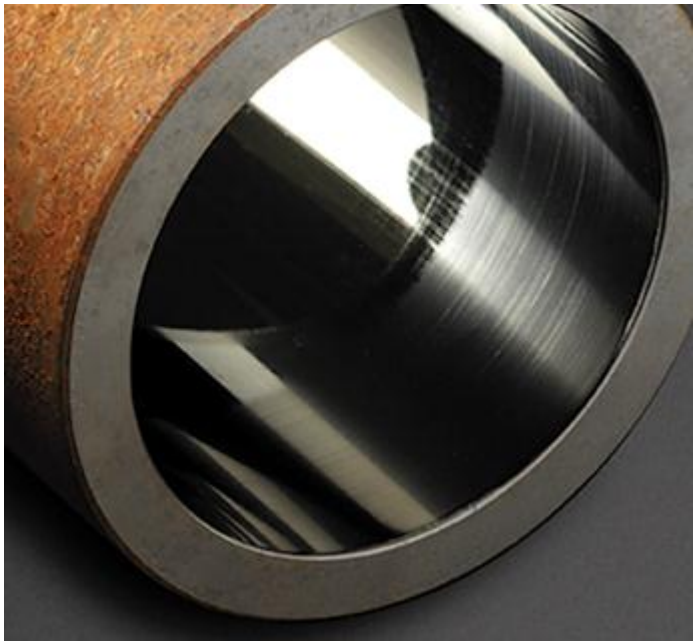


Above: Seals fabricated from NCI materials have shown significantly reduced wear and degradation in field trials.

NanoComposites

Nano na perfuração e completação

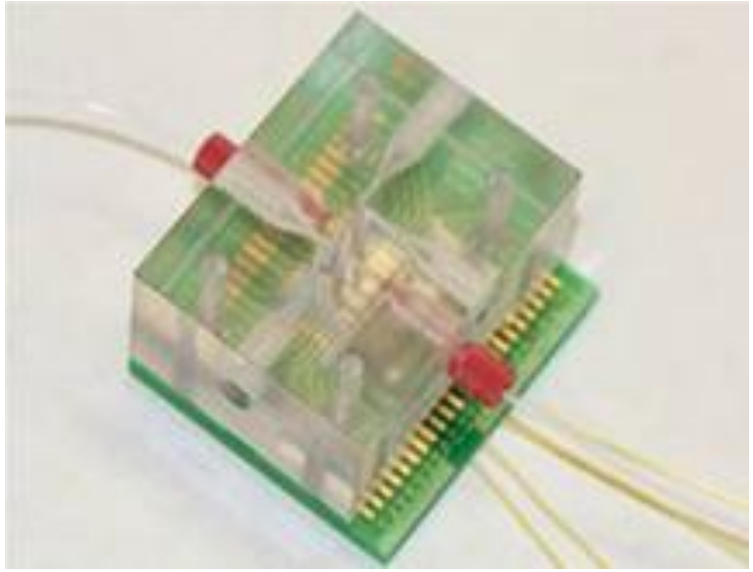
- Tubos
  - Deposição por plasma de DLC ou diamante em superfícies internas de tubos
  - Menor corrosão e desgaste
  - Menor atrito – maior vazão



subone

Nano na perfuração e completação

- Potência elétrica no poço
  - Membranas nanoestruturadas separam o catodo do anodo
  - Maior tempo de vida
  - Menor tempo de recarga
  - Catodos e anodos nanoestruturados para operação em alta temperatura



mPhase

Nano na produção

- Desafios
  - Integridade submarina
  - Garantia de escoamento
  - Emulsão
  - Separação água-óleo
  - Separação CO2
  - Resistência a CO2 e H2S
  - Transporte de flúidos multifásicos
  - Erosão
  - Bombeamento e compressão
  - Escoamento de óleo pesado

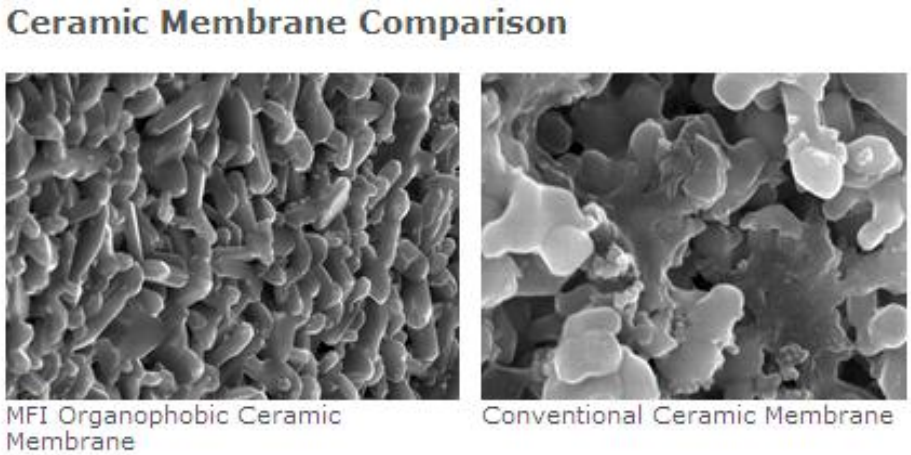
Nano na produção

- Isolamento térmico
  - Aerogel e utilizada em mantas para isolamento de tubulações.
  - Maior resistencia a transmissão de calor
  - Menores diametros de isolamento
  - Menor custo

Aspen aerogel

Nano na produção

- Membranas
  - Membranas nanoestruturadas oleofóbicas.
  - Menor perda de carga na separação água óleo
  - Menor manutenção



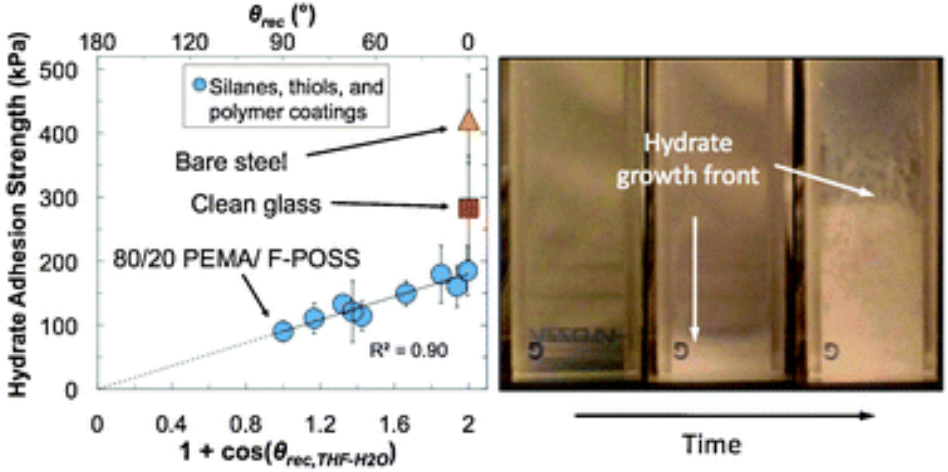
Molecular filtration

Nano na produção

- Catálise
  - Relação área/volume de nanopartículas é atrativa para catálise
  - Upgrade de óleo pesado
  - Gás to Liquid (GTL)

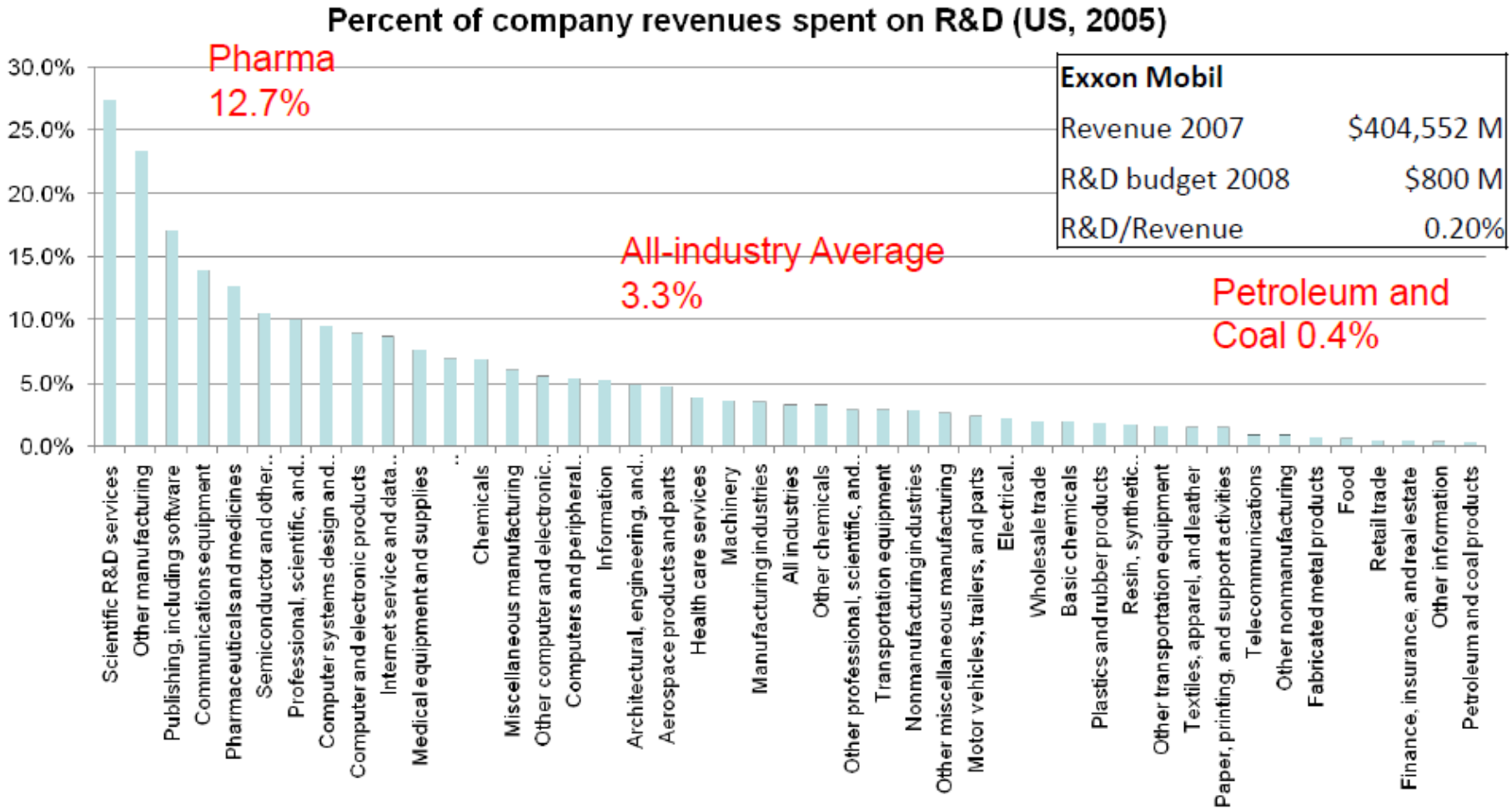
Nano na produção

- Resvestimentos para prevenção de hidratos
  - Tratamento superficial reduz a capacidade de adesão da superficie à hidratos tal que o fluxo remove os cristais e impede a formação de plugs.



J. David Smith

Inovação no EP



LUX Research

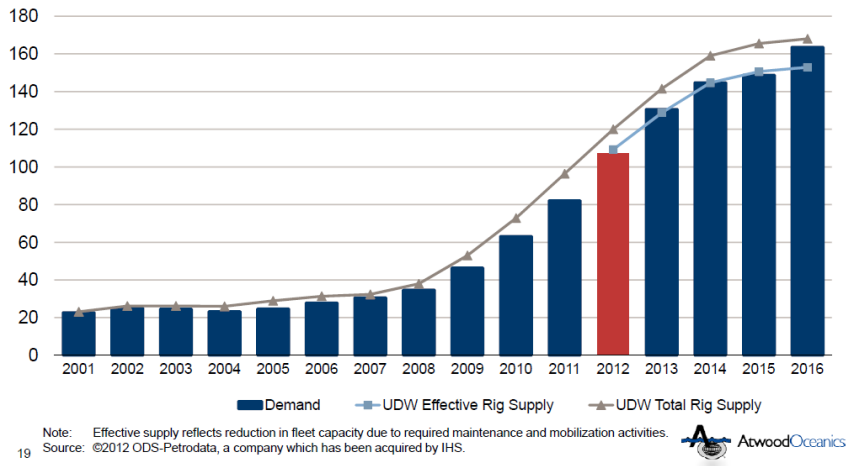
Inovação no EP

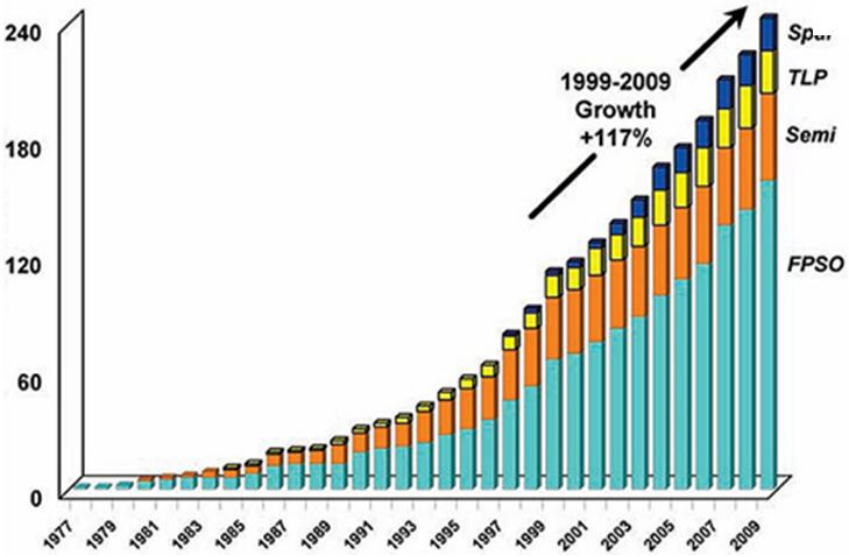
Barreira de entrada

Alto risco

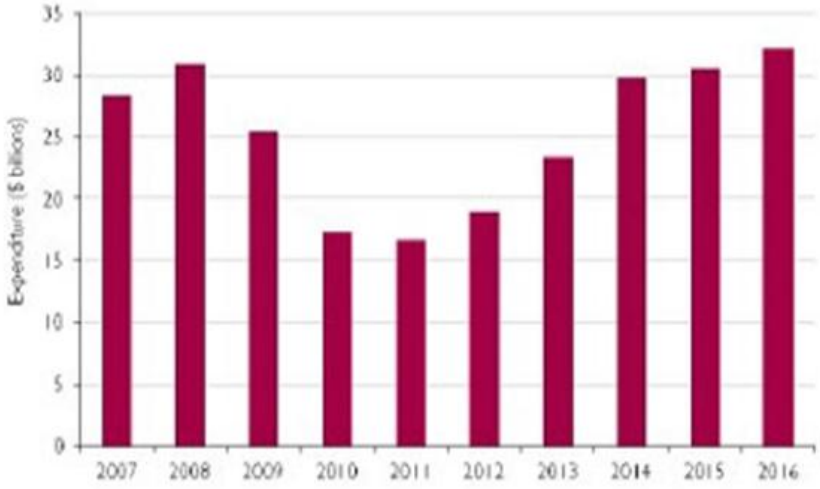
Alta lucratividade

Gargalo do EP





Subsea Hardware Market Recovery



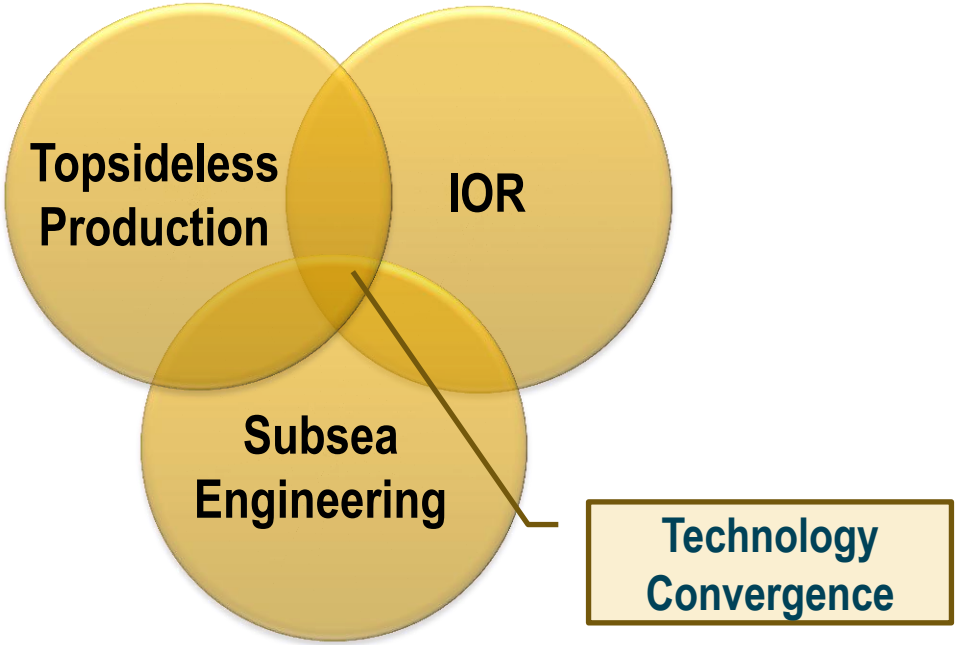
Source: Douglas-Westwood, World Subsea Hardware Market Forecast 2012-2016

Total global expenditure

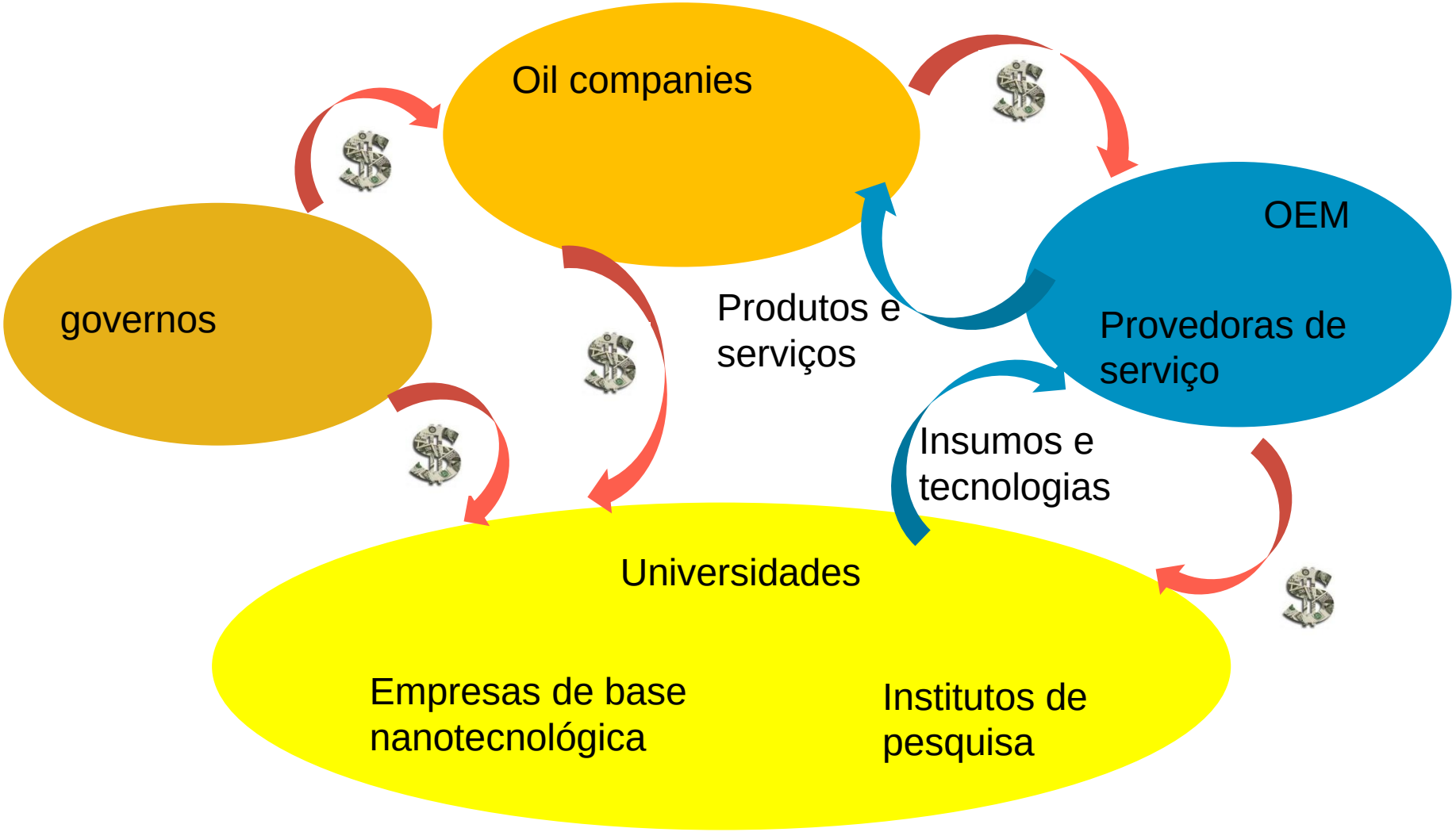
Visão do EP do futuro

Vision

Drivers



Aplicação de nanotecnologia



Conclusão

- A industria de EP se desenvolveu a partir de premissas de baixa escala.
- O alto valor do petróleo, associado a novas descobertas criam demandas em escalas não contempladas nos projetos e processos do EP.
- Pesquisadores e empresas devem procurar alternativas para fabricação e operação de ativos em larga escala.
- A nanotecnlogia deve oferecer ferramentas aos engenheiros para projetar equipamentos mais rápido, simples, menos intensivo em mão de obra, com maior durabilidade.
- Oil companies e governos vem investindo em pesquisa basica de nanotecnologia. OEM e empresas de serviço são uma rota para aplicação das tecnologias desenvolvidas.