Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo

PMI-1841 ENGENHARIA DE PERFURAÇÃO

AULA 1 – INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE PERFURAÇÃO: OBJETIVOS E ESCOPO DA DISCIPLINA

Wilson Siguemasa Iramina

São Paulo, 04 de agosto de 2016

PMI 1841 – ENGENHARIA DE PERFURAÇÃO
Quinta-feira das 8:20 às 11:50h - Santos

Estudos e projeto de fluidos de perfuração. Hidráulica de equipamentos de perfuração. Projeto de revestimento. Contratos de perfuração. Dimensionamento e seleção de equipamentos de perfuração. Sistema rotatório de perfuração. Vedação das paredes dos poços. Controle de explosão.

https://www.youtube.com/watch?v=7UfhtA08EL0

http://www.youtube.com/watch?v=KD94s5DMeIE

http://www.industrial3d.com/?id=animations

http://www.youtube.com/watch?v=QP2GejkLdwA&feature=related (National Geographic)

http://www.youtube.com/watch?v=miwTlldp18s&feature=related

PROGRAMA DA DISCIPLINA

- Introdução à Engenharia de Perfuração: Objetivos e estrutura da disciplina.
- O processo de perfuração: Equipamentos; Componentes de uma sonda de perfuração.
- Perfuração rotativa: método geral e equipamentos
- Sistema de uma sonda de perfuração: Sustentação de cargas; Geração e transmissão de energia; Movimentação de carga; Rotação; Sistema de circulação; Sistema de segurança do poço; Sistema de monitoramento; Sistema de subsuperfície (coluna de perfuração).
- Fluidos de perfuração: funções e diagnóstico; fluidos à base de água; aditivos; fluidos à base de óleo; propriedades e controle de densidade; controle de sólido e cálculo de densidades.
- Cimentação: função no poço, composição e testes; operações de cimentação e ferramentas utilizadas; aditivos e normalização.
- Hidráulica de perfuração: pressão hidrostática e pressão anular durante as operações; operações de controle

Controle de blowout: BOP

PROGRAMA DA DISCIPLINA – Continuação

• Brocas (bits) de perfuração: brocas para perfuração rotativa: desempenho e hidráulica; operação de manobra
• Revestimentos para a perfuração
• Perfuração direcional: introdução à perfuração direcional; planejamento direcional de um poço; poços horizontais
• Contratos de perfuração.
• Controle ambiental na perfuração de poços.

AVALIAÇÕES
1a. Prova: 15/setembro
2a. Prova: 13/outubro
3a. Prova: 24/novembro
Prova Substitutiva: 01/dezembro – FECHADA

CRITÉRIO DE APROVEITAMENTO
(P1 + P2 + P3)/3 >= 5,0

BIBLIOGRAFIA
BOURGOYNE JR., ADAM T.; MILHEIN, K. K.; CHEVERNET, M. E.; YOUNG JR., F.S. **Applied Drilling Engineering**. Society of Petroleum Engineers. 2nd printing. Richardson, TX. 1991.

BRADLEY, H. B. **Petroleum Engineering Handbook**. Society of Petroleum Engineers. 8th printing. Richardson, TX. 2003.

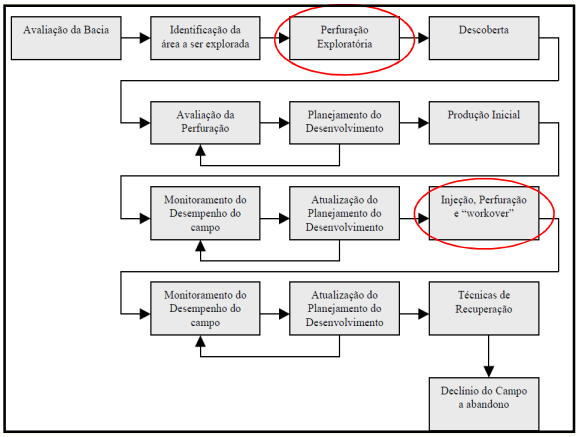
THOMAS, J. E. **Fundamentos da Engenharia de Petróleo**. Petrobrás. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2001.
PMI-1841 **Handouts distribuídos em sala e anotações feitas**. PMI, 2010

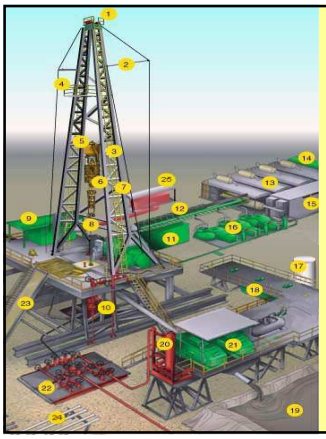
1. PERFURAÇÃO DE POÇOS

WILSON S. IRAMINA – wilsiram@usp.br

AO FINAL DESTA AULA VOCÊ DEVERÁ :

- COMPREENDER A IMPORTÂNCIA DA PERFURAÇÃO PARA O SUCESSO DE UM POÇO
- SABER OS DOIS PRINCIPAIS MÉTODOS DE PERFURAÇÃO EXISTENTES





Principais elementos de uma sonda trabalhando num poço: NUM FUTURO BEM PRÓXIMO VOCÊS SABERÃO IDENTIFICAR TODOS OS ELEMENTOS E AS SUAS FUNÇÕES (ESPERO!!!!)

1. INTRODUÇÃO E HISTÓRICO

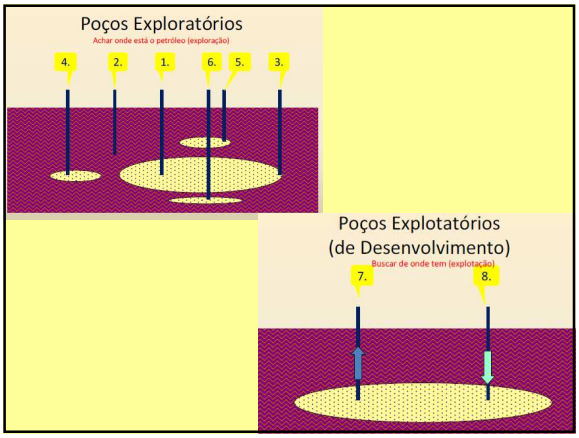
POÇOS DE PETRÓLEO

O petróleo se encontra na natureza ocupando os vazios de uma rocha porosa chamada rocha reservatório. O poço é o elo de ligação entre tal rocha e a superfície.

Classificação dos poços de petróleo

a) Quanto à finalidade

Finalidade	Categoria
Exploração	Pioneiro Estratigráfico Extensão Pioneiro Adjacente Jazida mais rasa Jazida mais profunda
Explotação	Desenvolvimento Injeção
Especial	



Pioneiro – descobrir petróleo baseado em indicadores obtidos por métodos geológicos e/ou geofísicos.

Estratigráficos – obter dados sobre a disposição sequencial das rochas de subsuperfície.

De extensão – fora dos limites provados de uma jazida com o objetivo de ampliá-la ou delimitá-la.

Pioneiro adjacente – Descobrir novas jazidas adjacentes.

Para jazidas mas rasas ou mais profundas.

De desenvolvimento – drenar racionalmente o petróleo (preceitos econômicos e de espaçamento entre poços.

De injeção – injetar fluidos para a recuperação do petróleo.

Probabilidade de sucesso

Média histórica mundial: entre 8 e 12%

Varia de acordo com o conhecimento do potencial do campo

Para o cálculo da recuperação de uma jazida, deve-se levar em conta:

a) Fator de saturação do óleo, porosidade (volume de vazios) e espessura real (NTG – net to gross) obtém-se o volume do óleo in place;

b) Unidade usada: barril (159 l)

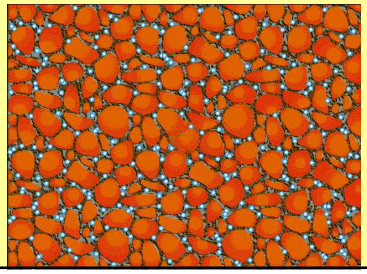
c) Fator de recuperação – FR: 25%

d) Após a retirada do óleo deve-se levar ainda em consideração outras perdas como a fuga de voláteis para a atmosfera: +/- 12%

Petrobrás: custo de US$ 3,00 (2004) por barril somente com descoberta (após o poço pioneiro).

Volume mínimo da jazida de 250.000.000 de barris para ser economicamente atrativo

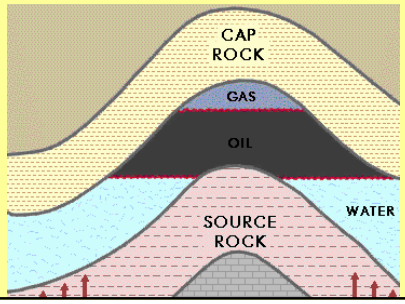
Na bacia de Campos em lâmina d'água acima de 2.500 metros um poço não sai por menos de US$ 15 milhões.

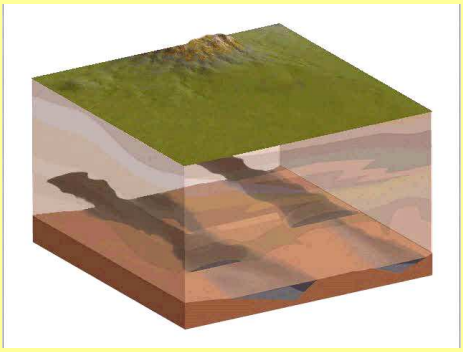


OBJETIVOS DA PERFURAÇÃO DE POÇOS: RECUPERAR DA MELHOR FORMA POSSÍVEL OS HIDROCARBONETOS ENCONTRADOS NAS ARMADILHAS.

PERFURAR DA MELHOR FORMA POSSÍVEL?

DENTRO DOS PRECEITOS DA BOA ENGENHARIA: DISPONIBILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA, MEIO AMBIENTE E ÉTICA (NÃO NECESSARIAMENTE NESTA ORDEM).

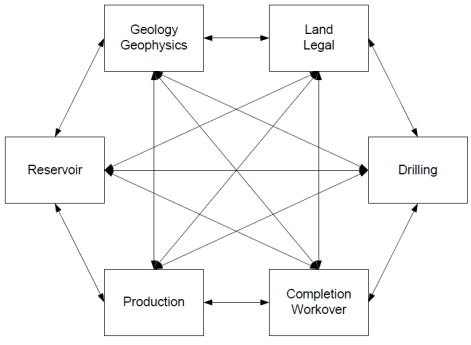




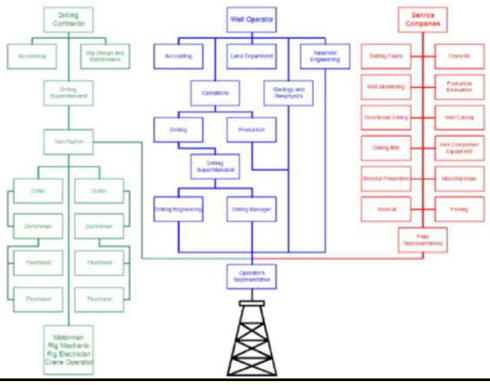
ATIVIDADE DE RISCO?

- Risco de um poço exploratório ou de desenvolvimento ser seco
- Risco de uma descoberta não possuir um volume de óleo suficiente para os custos envolvidos no seu aproveitamento econômico
- Risco relacionado com o preço futuro de óleo e gás natural
- Risco econômico-financeiro
- Risco ambiental
- Risco político vinculado às incertezas jurídico-institucionais de um país detentor dos recursos petrolíferos

The Team Approach

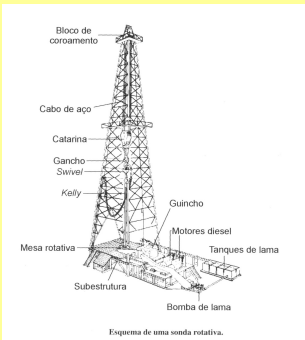


Drilling Organizations



DIMENSIONAMENTO E SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PERFURAÇÃO

Sonda – equipamento utilizado para se perfurar um poço.



Esquema de uma sonda rotativa.

Coluna de perfuração – basicamente composta de comandos (tubos de paredes espessas) e tubos de perfuração (tubos de paredes finas).

Fragmentos de rocha – removidos continuamente por meio de fluidos de perfuração, injetados por bombas por meio da cabeça de injeção (swivel) e retornando à superfície através do espaço anular formado pelas parede do poço e da coluna.

Após a cimentação repetem-se os procedimentos anteriores, desta vez com uma broca de diâmetro menor que a da etapa do revestimento. Os poços são perfurados em diversas fases e por isso devem ser utilizados diversos diâmetros de perfuração.

A uma certa profundidade a coluna de perfuração é retirada do poço e uma coluna de revestimento de aço, de diâmetro inferior ao da broca é descida no poço. O anular entre os tubos do revestimento e as paredes do poço é cimentado com a finalidade de isolar as rochas atravessadas, permitindo então o avanço da perfuração com segurança.

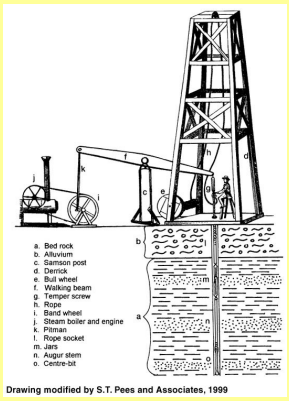
Tipos de Sondas de Perfuração

Objetivo:

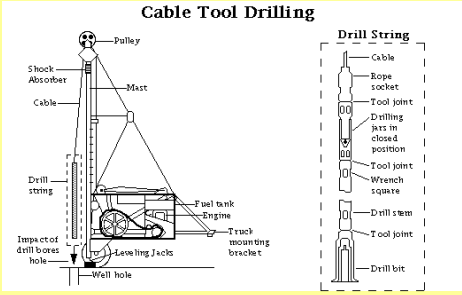
1. Conhecer os 2 tipos de sistema de perfuração existentes.
2. Fazer com que o aluno se familiarize com os equipamentos básicos de perfuração rotativa

PRIMÓRDIOS DA PERFURAÇÃO:

USO DE SONDAS A CABO



Primórdios da Perfuração
Sondas a cabo



SONDAS OPERADAS POR CABOS

As operações de perfuração por sondas a cabo são feitas com o içamento e queda repetidos de uma pesada coluna de perfuração contendo as ferramentas de perfuração dentro do furo do poço. Existem 5 componentes de um sistema a cabo: A broca ou sapata, a haste de perfuração, as mandíbulas de perfuração, o soquete do swivel e o cabo. A broca transmite a força para a terra, a haste de perfuração é a seção mais longa e conecta a broca com as mandibulas e o swivel conecta o resto das ferramentas de perfuração com o cabo. E o cabo é fixado a uma polia no mastro onde está o motor.

http://www.drilshop.com/holes/cabtool.html

SONDAS OPERADAS POR CABOS

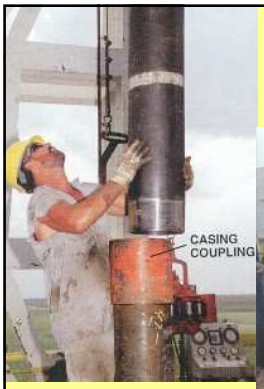
Existem 5 componentes de um sistema a cabo:

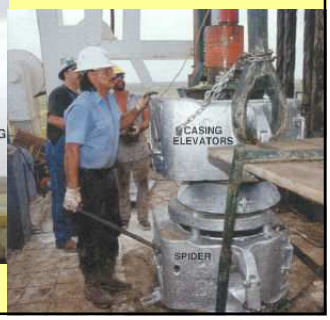
- a broca ou sapata;
- a haste de perfuração;
- as mandíbulas de perfuração;
- o soquete do swivel, e
- o cabo.

A broca transmite a força para a terra, a haste de perfuração é a seção mais longa e conecta a broca com as mandibulas e o swivel conecta o resto das ferramentas de perfuração com o cabo. E o cabo é fixado a uma polia no mastro onde está o motor.

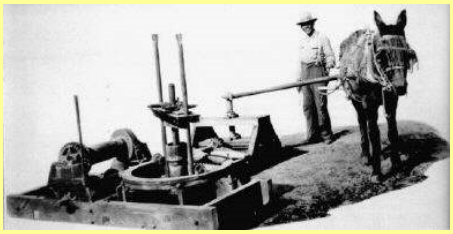
http://www.drilshop.com/holes/cabtool.html

PERFURAÇÃO ROTATIVA





PRIMÓRDIOS DA PERFURAÇÃO ROTATIVA



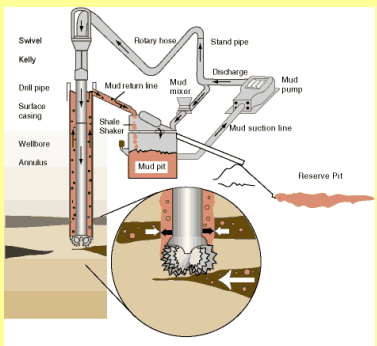
PERFURAÇÃO ROTATIVA: CONCEITUAÇÃO

Na perfuração rotativa, as rochas são perfuradas pela ação da rotação e peso aplicados a uma broca existente na extremidade de uma coluna de perfuração, a qual consiste basicamente de comandos (tubos de paredes espessas) e tubos de perfuração (tubos de paredes finas). Os fragmentos da rocha são removidos continuamente através de um fluido de perfuração ou lama.

PERFURAÇÃO ROTATIVA: CONCEITUAÇÃO

O fluido é injetado por bombas para o interior da coluna de perfuração através da cabeça de injeção ou swivel, e retoma à superfície através do espaço anular formado pelas paredes do poço e a coluna. Ao atingir determinada profundidade, a coluna de perfuração é retirada do poço e uma coluna de revestimento de aço, de diâmetro inferior ao da broca, é descida no poço

PERFURAÇÃO ROTATIVA



PERFURAÇÃO ROTATIVA: CONCEITUAÇÃO

O anular entre os tubos do revestimento e as paredes do poço é cimentado com a finalidade de isolar as rochas atravessadas, permitindo então o avanço da perfuração com segurança. Após a operação de cimentação, a coluna de perfuração é novamente descida no poço, tendo na sua extremidade uma nova broca de diâmetro menor do que a do revestimento para o prosseguimento da perfuração.

TIPOS DE SONDAS

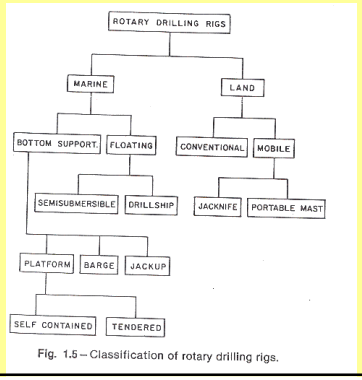


Fig. 1.5 – Classification of rotary drilling rigs.

CLASSIFICAÇÃO DAS SONDAS UTILIZADAS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

Sondas Marítimas

- **Plataforma Fixa** (*Fixed Platform*)
- **Plataforma Submersível** (*Submersible*)
- **Plataforma Autoelevatória** (*Jack Up*)
- **Plataforma Semisubmersível Ancorada** (Semi *Submersible* /SS)
- **Navio Sonda Ancorado** (*Drill Ship/DS*)
- **Plataforma Semisubmersível de Posicionamento Dinâmico (SSDP)**
- **Navio Sonda de Posicionamento Dinâmico (DSDP)**
- **Tension Leg Platform (TLP)**
- **SPAR**

Lâmina de água para operação

- Plataforma Fixa (< 250 m)
- Plataforma Submersível (< 10 m)
- Jack Up (< 150 m)
- SS (< 1800m)
- DS (< 1200 m)
- SSDP (< 3000 m)
- DSDP (< 3000 m)
- TLP (< 1800 m)
- SPAR (< 1800 m)

Sondas terrestres

Sondas terrestres

- Tipo mais comum de sonda.
- Normalmente transportada para o local em carretas. A torre e o mastro são montadas no local ou são erguidas por caminhões.
- Utilizadas para perfurar poços rasos ou profundos – centenas de metros a kilometros.
- Algumas unidades bem menores podem ser utilizadas para investigações geotécnicas no local.

Sondas terrestres

- Sonda geodinamica: compacta, podendo ser transportada em uma pequena caixa ou numa van. Mais usada para investigações de sítios.
- Equipamentos rasos podem ser do tipo rotativo ou a percussão e incluem tanto brocas convencionais, de testemunho ou trado.

Plataformas móveis

Plataformas móveis

- São unidades móveis marinhas projetadas para profundidades de no máximo 110 a 130 m (350-400 pés).
- Suas pernas são elevadas por reboque e depois formam um cotovelo para baixo para juntar ao leito do mar e permitir a perfuração.
- Propiciam uma plataforma estável de perfuração.
- Não podem se mover por conta própria.

Plataformas fixas

Sondas de plataforma

- Estas sondas são permamentemente fixadas em plataformas marinhas, normalmente após a exploração ter definido o campo e o desenvolvimento em curso.
- As sondas de plataforma não apenas perfuram como também são utilizadas para todos os workovers (remediação) nos poços existentes.
- As sondas de plataformas são normalmente configuradas para se deslocar de um poço para outro, dentro de um mesmo campo (baía).

Semi-submersíveis

Semi-submersíveis

- São unidades de perfuração móveis (flutuantes) que podem ser ou não ancoradas ao fundo do mar. Esta ancoragem torna-se bastante cara para profundidades superiores a 3000 ft (1000m), por isso o posicionamento dinâmico é frequentemente utilizado para grandes profundidades.
- Os semi-submersíveis incluem sistemas de lastro para manter o vaso em compesação.
- Muitos deles não podem se mover por conta própria.
- Utilizadas para profundidades entre 500 ft a mais de 6000 ft.

Navios-sonda

Navios-sonda

- Rápidos, unidades de perfuração auto-suficientes que se movem através de seus próprios esforços.
- Tipicamente capazes de perfurar em águas muito profundas – normalmente de 6000 pés a 10.000 pés.

6. UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

Principais custos na implantação de um projeto de desenvolvimento de um campo de petróleo offshore

- UEP:
  - Casco da plataforma;
  - Módulos;
  - Ancoragem.

  35 - 45% do investimento
  Obs: no caso de afretamento da unidade, este custo é considerado operacional.

- Subsea:
  - Linhas de coleta/ escoamento;
  - Equipamentos submarinos (manifold, PLEM, PLET, etc.)

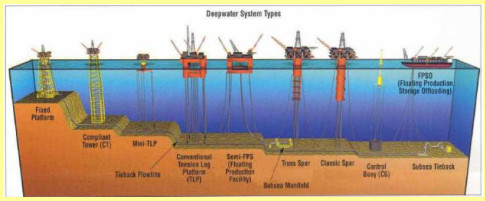
  15 - 25% do investimento

- Perfuração:
  - Perfuração e completação;
  - ANM

  40 - 50% do investimento

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

- A lâmina d'água (LDA) é um dos fatores técnicos e econômicos principais na seleção de sistemas de produção.



UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

- A classificação didática que apresentaremos é quase que totalmente baseada na Norma API RP-2A (Ref [5]), com pequenas adaptações. A exemplo do API, dividiremos as plataformas em duas grandes categorias, conforme o esquema abaixo: ***plataformas fixas e plataformas móveis***. As demais classificações (flutuantes, complacentes, ancoradas, etc.) serão consideradas como atributos adicionais das plataformas.
- Naturalmente, todas as estruturas marítimas são móveis na acepção ampla do termo. Contudo em nosso contexto, a palavra "fixa" caracterizará a plataforma instalada em uma única locação por um longo tempo (anos) e demandando complexos procedimentos para sua remoção e re-instalação, nos casos em que isto for viável. Ao contrário, o termo "móvel" denotará possibilidade de eventual mudança de locação em termos de meses.

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

PLATAFORMAS FIXAS (Fixed Offshore Platforms)	PLATAFORMAS DE AÇO ESTAQUEADA	Steel piled Platforms Template Type Platforms Jacket Type Platforms
	TORRES COMPLACENTES	Compliant Towers Compliant Botton Founded Towers
	PLATAFORMAS DE GRAVIDADE	Concrete Gravity Platforms Gravity Platforms
	PLATAFORMAS DE PERNAS ATIRANTADAS	Tension Leg Platforms Tension Leg and Wellhead Platforms
	PLATAFORMAS DE TIPO SPAR	Spar Platforms
	PLATAFORMAS DE TIPO CAISSON	Caisson Platforms

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

PLATAFORMAS FIXAS AÇO ESTAQUEADAS

- De modo geral, o uso de plataformas fixas está ligado ao tipo de poço com completação seca (ANS).
- As plataformas fixas têm sido consideradas tecnicamente viáveis para PDA de até cerca de 400 metros.
- A Plataforma de Namorado-II (PNA-II) da Petrobrás, é a maior plataforma fixa do Brasil, e está instalada em PDA de 170 metros. As outras são PCE-1 - PCH-1 - PCH-2 - PCP-1 - PCP-2 - PGP-1 - PNA-1 - PNA-2 - PPG-1 - PPM-1 - PVM-1 - PVM-2 - PVM-3
- Em âmbito mundial, a maior plataforma fixa, está instalada em PDA de 412 metros, no Golfo do México, no campo de Bullwinkle (1988).

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

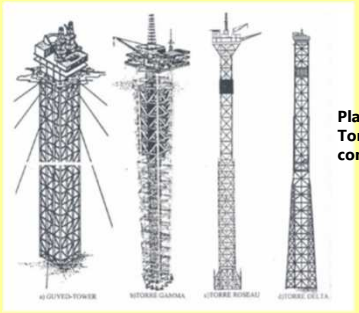
Plataformas fixas aço estaqueadas

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

PLATAFORMAS FIXAS – TORRES COMPLACENTES:

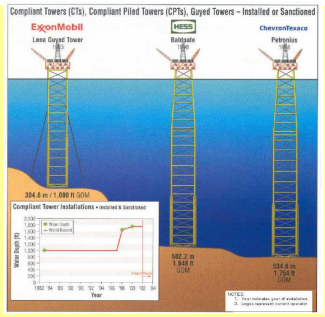
- As estruturas complacentes podem ser suportadas no fundo do mar ("Compliant bottom-founded towers") ou ancoradas ("Compliant moored platforms").
- O conceito de plataforma complacente, decorreu dos estudos para se ampliar a aplicação de plataformas fixas estaqueadas para PDAs profundas e ultraprofundas (300 a 900m).
- Nestas condições, as plataformas fixas tipo jaqueta assumem pesos e proporções proibitivos para os equipamentos de lançamento e movimentação de carga e surgem problemas de comportamento dinâmico que desaconselham ou mesmo inviabilizam o seu uso.

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE



Plataformas fixas
Torres complacentes

PLATAFORMAS FIXAS – TORRES COMPLACENTES



UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

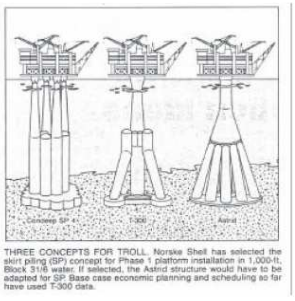
Plataformas fixas – Gravidade:

- Este conceito surgiu no Mar do Norte, devido à necessidade de suportar pesadas cargas de convés, resultantes das facilidades necessárias para processar grandes volumes diários de petróleo e também da necessidade logística de armazenar esta produção, com custo estrutural muito atrativo.
- As plataformas de gravidade são particularmente adequadas a ambientes hostis, que demandam estruturas com o mínimo de trabalho de montagem "offshore".

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

- Necessário que o fundo do mar seja plano e muito resistente e onde a cravação de estacas é difícil, com lâminas d'água relativamente pequenas (cerca de 50m), podendo atingir até cerca de 200 metros.
- No Brasil, a Petrobrás tem na Bacia Potiguar (litoral do estado do Rio Grande do Norte) as plataformas de concreto dos campos de Ubarana e Agulha. São estruturas para lâminas d'água rasas (cerca de 15 a 20 metros), dotadas e um convés apoiado diretamente sobre células, sem a existência das colunas.

PLATAFORMAS FIXAS – GRAVIDADE



THREE CONCEPTS FOR TROLL. Norske Shell has selected the skirt piling (SP) concept for Phase 1 platform installation in 1,000-ft. Block 31/6 water. If selected, the Astrid structure would have to be adapted for SP Base case economic planning and scheduling so far have used T-300 data.

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

PLATAFORMAS FIXAS – PERNAS ATIRANTADAS:

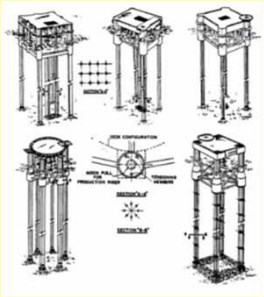
TLP – TENSION LEG PLATAFORM

- O uso de TLPs com Completação Seca é positivo, enquanto evita o uso de ANMs e dutos flexíveis (recursos críticos e dispendiosos).
- São mais indicadas para reservatórios bem conhecidos, com malhas de drenagem bem definidas, apesar de que as TLPs possam também receber poços satélites, desde que projetadas com esta previsão.

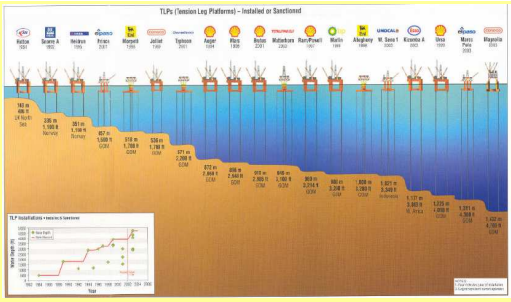
UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

- As TLPs com completação seca oferecem acesso direto ao poço e melhores resultados referentes à garantia de escoamento (formação de hidratos e deposição de parafinas), com redução do número de intervenções e melhor desempenho térmico dos poços (isto também resulta em ganhos de produção, até mesmo devido à redução de viscosidade do óleo !).

PLATAFORMAS FIXAS – PERNAS ATIRANTADAS



PLATAFORMAS FIXAS – PERNAS ATIRANTADAS



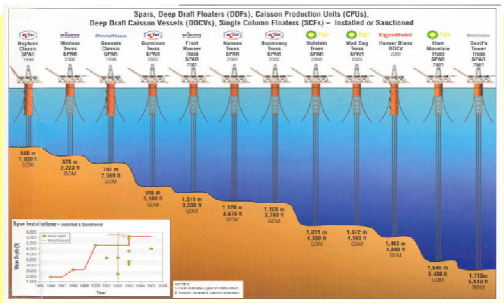
UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

Plataformas fixas – Tipo spar:

- As plataformas tipo SPAR são um conceito concorrente com o conceito das TLPs, guardando com estas, muitas aplicações e características semelhantes:
  - destinam-se à perfuração e produção ou exclusivamente à produção.
  - adequadas à completação seca (com ANS e acesso direto aos poços)
  - aplicáveis a PDAs ultra-profundas (3000 m ou mais)

PLATAFORMAS FIXAS – TIPO SPAR

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE



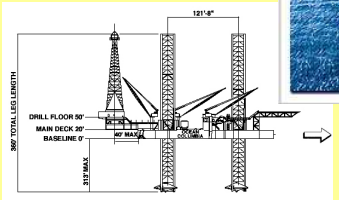
Plataformas fixas – Tipo spar

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

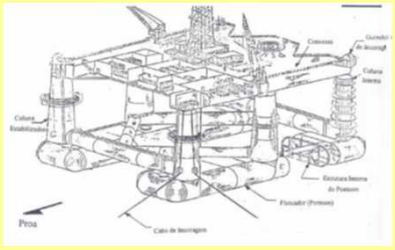
PLATAFORMAS MÓVEIS (Mobile Offshore Platforms)	PLATAFORMAS AUTO-ELEVATÓRIAS *Jack-up Plartforms*
	PLATAFORMAS SEMI-SUBMERSÍVEIS *Semi-submersible Platforms*
	NAVIOS DE ARMAZENAMENTO E DE PROCESSO *Process Vessels* *Floating, Production, Storage and Offloading Vessels (FPSO)* *Floating, Storage and Offloading Vessels (FSO)*

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

Plataformas móveis
Jack-up ou auto-elevável



UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

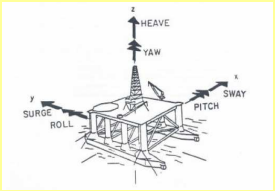


Plataformas móveis - Semi-submersíveis (SS)

UNIDADES DE PRODUÇÃO OFFSHORE

PLATAFORMAS MÓVEIS - SEMI-SUBMERSÍVEIS (SS):

- Ao contrário do que alguns imaginam, uma SS é *menos estável do que um navio convencional*. Na verdade, a questão da estabilidade é crítica para as SSs, razão pela qual estas unidades são normalmente providas de um sofisticado sistema de lastro.



Equipe da Sonda

- **Engenheiro de Petróleo (*Company man*)**
- **Superintendente da Sonda (*Drilling Superintend*)**
- **Encarregado de sonda (*Tool Pusher*)**
- **Sondador (*Driller*)**
- **Torrista (*Derrick man*)**
- **Plataformistas (*Rough neck*)**
- **Homens de Área (*Roustabout*)**

Composição das Equipes Sonda DS

- 1 Engenheiro Fiscal
- 1 Superintendente de sonda
- Turno (12 hr)
  - 1 encarregado de sonda (tool pusher)
  - 1 sondador e 1 auxiliar de sondador
  - 1 torrista
  - 3 plataformistas
  - 1 Contra-Mestre de Movimentação de Carga
  - 1 Guindasteiro
  - 3 homens de área por turno (12 hr)
  - 1 Mecânico e 1 Eletricista

Composição das Equipes Sonda SS

- 1 Engenheiro Fiscal
- 1 Superintendente de sonda
- Turno (12 hr)
  - 1 encarregado de sonda (tool pusher)
  - 1 sondador e 1 auxiliar de sondador
  - 1 torrista
  - 3 plataformistas
  - 1 Contra-Mestre de Movimentação de Carga
  - 1 Guindasteiro
  - 3 homens de área por turno (12 hr)
  - 1 Mecânico e 1 Eletricista

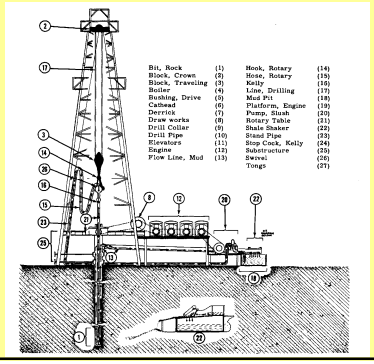
Composição das Equipes Sonda de Terra

- 1 encarregado de sonda (tool pusher)
- Turno (12 hr)
  - 1 sondador
  - 1 torrista
  - 3 plataformistas
  - 2 homens de área
- 1 Mecânico e 1 Eletricista

Equipe da Sonda

- Engenheiro de Petróleo (*Company man*)
- Superintendente da Sonda (*Drilling Superintend*)
- Encarregado de sonda (*Tool Pusher*)
- Sondador (*Driller*)
- Torrista (*Derrick man*)
- Plataformistas (*Rough neck*)
- Homens de Área (*Roustabout*)

COMPONENTES DE UMA SONDA DE PERFURAÇÃO ROTATIVA



Sistemas de um sistema de perfuração rotativa

- Sistema de geração e transmissão de energia
- Sistema de movimentação de carga
- Sistema de circulação
- Sistema rotativo
- Sistema de controle do poço
- Sistema de monitoramento do poço

Estaleiro

Elevação