



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

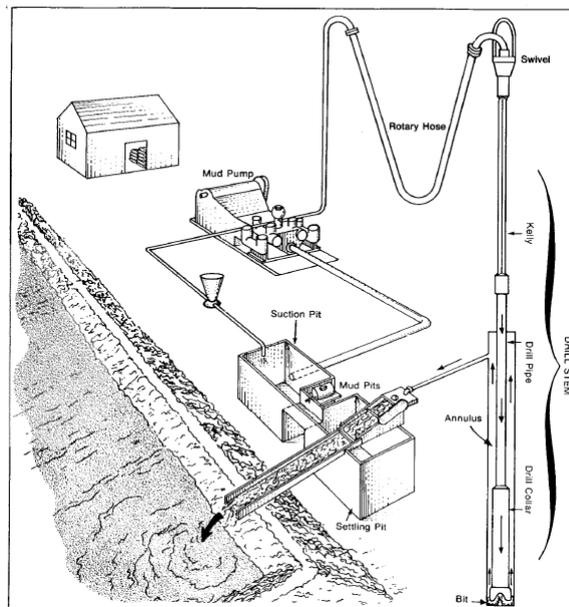
PMI-1841 ENGENHARIA DE PERFURAÇÃO

AULA 4 - SISTEMAS DE UMA SONDA DE PERFURAÇÃO – CONTINUAÇÃO

Wilson Siguemasa Iramina

São Paulo, agosto de 2016

Rig Circulation System



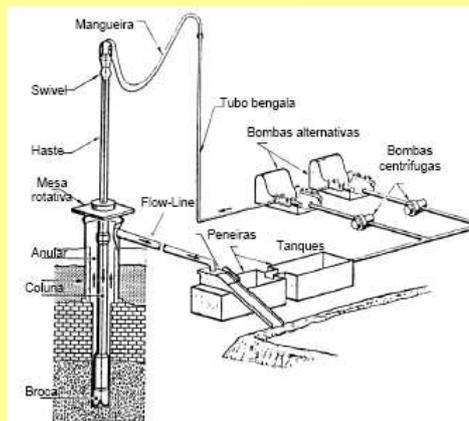
1.5. Sistema de circulação

Equipamentos que permitem a circulação e o tratamento do fluido de perfuração. Os principais elementos são:

- Tanques de lama;
- Bombas de lama;
- Manifold
- Tubo bengala/mangueira de lama
- Saída de lama
- Sistema de tratamento de lama

Sistema de Circulação de Fluidos

- Caminho de seguido pela lama na ordem de percurso:
 - Bombas de lama
 - Linha de recalque
 - Tubo bengala
 - Mangueira de lama
 - Pescoço de ganso (gooseneck)
 - Cabeça de injeção ou Swivel
 - Kelly
 - Coluna de perfuração
 - Comandos
 - Jatos da broca
 - Espaço anular
 - Flow line
 - Peneiras vibratórias
 - Sistemas de remoção de sólidos
 - Bombas de lama



– As funções do fluido de perfuração ou lama são as seguintes: (a) limpar os cascalhos cortados pela broca no fundo do poço; (b) carrear os cascalhos pelo espaço anular; (c) refrigerar e lubrificar a broca; (d) evitar desmoronamento da parede do poço e evitar o kick por meio da pressão hidrostática que exerce contra a parede do poço.

a) Fase de injeção

O fluido de perfuração é succionado dos tanques pelas bombas de lama e injetado na coluna de perfuração até passar para o anular entre o poço e a coluna por meio de jatos da broca.

b) Fase de retorno

Tem inicio com a saída do fluido de perfuração nos jatos da broca e termina ao chegar na peneira vibratória, percorrendo o espaço anular entre a coluna de perfuração e a parede do poço ou revestimento.

c) Fase de tratamento ou condicionamento do fluido de perfuração

Eliminação de sólidos ou gás que se incorporaram ao fluido durante a perfuração ou então a adição de produtos químicos para ajustes de suas propriedades

Tanques de lama

Feitos de chapas de aço, armazenam a lama na superfície. São interligados entre si por tubos de aço ou mangotes flexíveis e conectados aos equipamentos do sistema de tratamento.



Bombas de lama

Responsáveis pelo fornecimento de energia ao fluido para a circulação. São bombas volumétricas alternativas de pistões horizontais constituídas fundamentalmente de 2 partes:

- Parte mecânica (power end): recebe a energia de acionamento na forma rotativa e a transforma em movimento alternativo;
- Parte hidráulica (fluid end): onde a potência mecânica alternativa é transferida ao fluido na forma de pressão x vazão.

O acionamento é feito por motores independentes, tanto nas sondas diesel-elétricas como nas mecânicas.



Bomba de lama

- **Vantagens**
 - Bombear fluidos com alto teor de sólidos abrasivos
 - Ampla faixa de vazões e pressões (a depender da camisa e pistão)
 - Fácil manutenção e alta confiabilidade
- **Power end (Eficiência mecânica $E_m \cong 90\%$) & Fluid end (Eficiência volumétrica $E_v^{\text{duplex}} \cong 90\%$ e $E_v^{\text{triplex}} \cong 97\%$)**
- **Condições do poço**
 - Início do poço: altas vazões (limpeza do poço) e baixas pressões (baixa perda de carga no circuito) - 02 bombas em paralelo
 - Fim do poço: baixas vazões e baixas pressões - 1 bomba

Tipos de bombas de lama

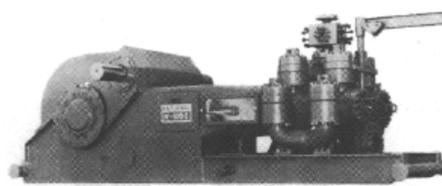
- Duplex: possuem 2 cilindros horizontais, ou seja, 2 pistões, de duplo efeito; o bombeamento é realizado nos 2 sentidos do curso do pistão. Assim, em cada cilindro, enquanto num dos lados do pistão se está succionando, no outro se está descarregando;

- Triplex: com 3 pistões de simples efeito: apenas na face anterior do pistão se succiona e se descarrega. As bombas triplex vêm substituindo gradativamente as duplex de mesma potência, pois são menores, mais leves e tem custo menor, tanto de aquisição como de manutenção.

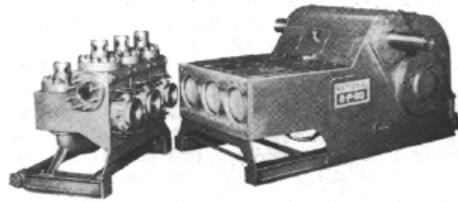
Vazão de lama: depende do no. de bombas em operação (normalmente as bombas operam em paralelo), da velocidade, diâmetro e curso dos pistões. O comprimento do curso e o diâmetro das hastes dos pistões são fixados para uma dada bomba. O diâmetro dos pistões pode ser mudado (trocando-se os próprios pistões) forçando, é obvio, a mudança da camisa correspondente.

BOMBA DE LAMA

- A bomba de lama faz parte do sistema de circulação de fluidos
- São bombas de deslocamento positivo
- Podem ser Duplex ou Triplex



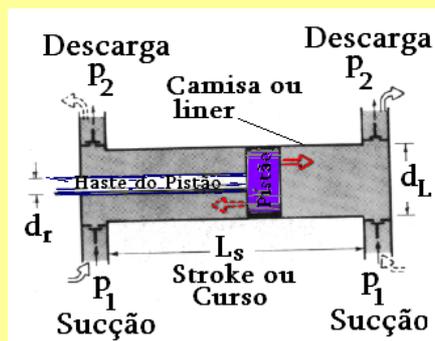
Bomba duplex



Bomba triplex

BOMBA DUPLEX

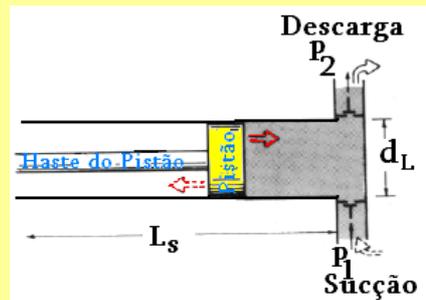
- A bomba duplex consta de duas camisas ou liners
- Bombeiam nos dois sentidos
- Observe a abertura e fechamento do sistema de válvulas
- F_p : fator da bomba ou deslocamento por stroke, bbl/stroke



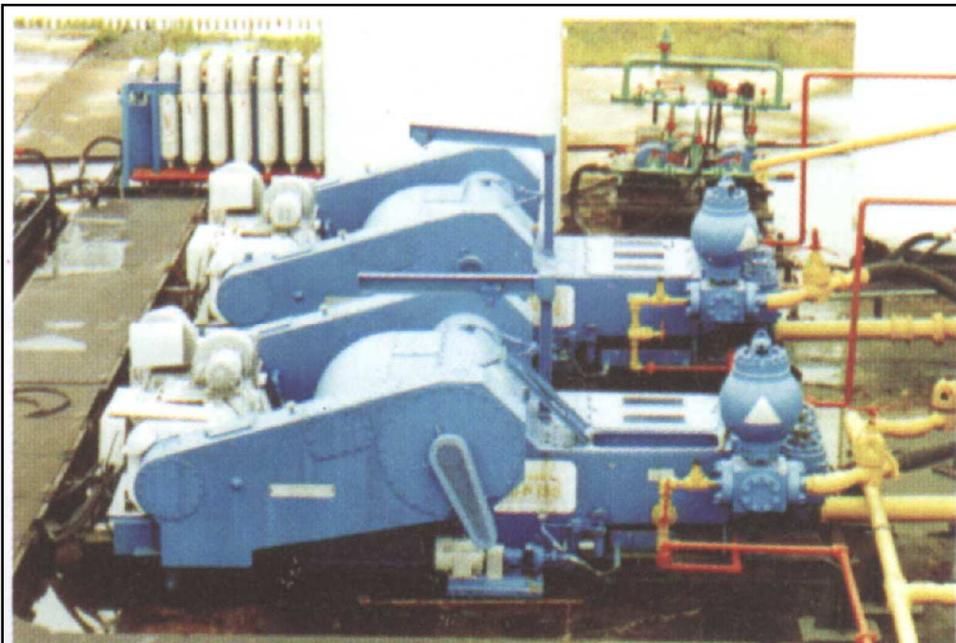
$$F_p = 2L_s \frac{\pi}{4} (2d_L^2 - d_r^2)$$

BOMBA TRIPLEX

- A bomba triplex consta de três camisas ou liners
- Bombeiam somente em um sentido
- Observe a abertura e fechamento do sistema de válvulas
- F_p : fator da bomba ou deslocamento por stroke, bbl/stroke



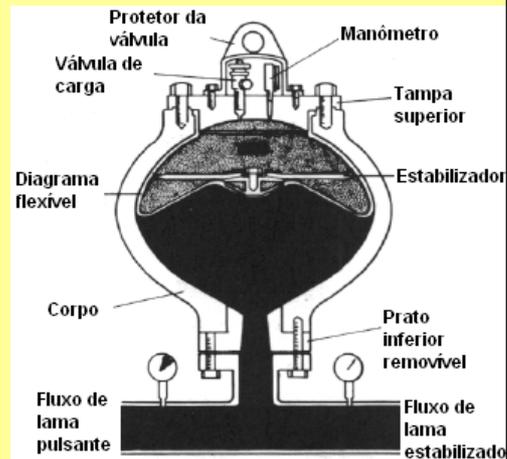
$$F_p = 3L_s \frac{\pi}{4} d_L^2 E_v$$



Bombas de lama

AMORTECEDOR DE PULSAÇÃO

- Tem como função amortecer as pulsações produzidas pelo bombeio
- Possui uma câmara de gás na parte superior separada do fluido de perfuração por uma membrana flexível



Fluidos de Perfuração



Bombas



Peneiras



Tanque de fluido

Ligação Bomba-Coluna

- **Amortecedor de pulsação da bomba**
- **Manifold da plataforma**
- **Standpipe**
- **Mangueira de lama**
- **Swivel**
- **Kelly (haste quadrada)**

Manifold

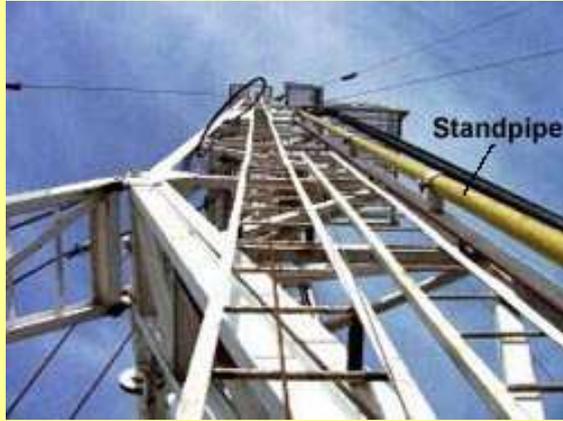
É um conjunto de válvulas que recebe os mangotes de descarga das bombas e a linha de recalque para o tubo bengala, permitindo direcionar o fluxo para o poço por qualquer uma das bombas.

Tubo Bengala / Mangueira de lama

O tubo bengala (standpipe) é um tubo vertical fixado à torre. Conjuntamente com a mangueira de lama, que é uma mangueira flexível, permitem que se bombeie lama a qualquer altura dentro da faixa de movimentação do swivel.

Saída de lama

A saída de lama (flowline) é um tubo que conecta o espaço anular do poço com os tanques de lama. A lama ao sair do poço passa pela saída de lama e vai para a peneira vibratória, primeiro equipamento do sistema de tratamento da lama que a lama é forçada a percorrer antes de retornar para o tanque de sucção.



Tubo bengala

Rotary Hose and Swivel



Flowline to Shaker

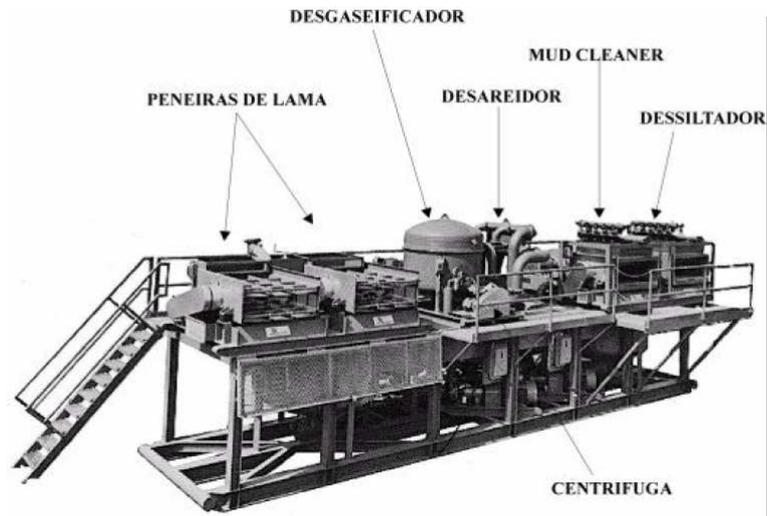


Sistema de tratamento da lama

Equipado para remover sólidos, resfriar, misturar, adicionar aditivos químicos e remover ar ou gás do fluido de perfuração. Geralmente é composto pelos seguintes equipamentos:

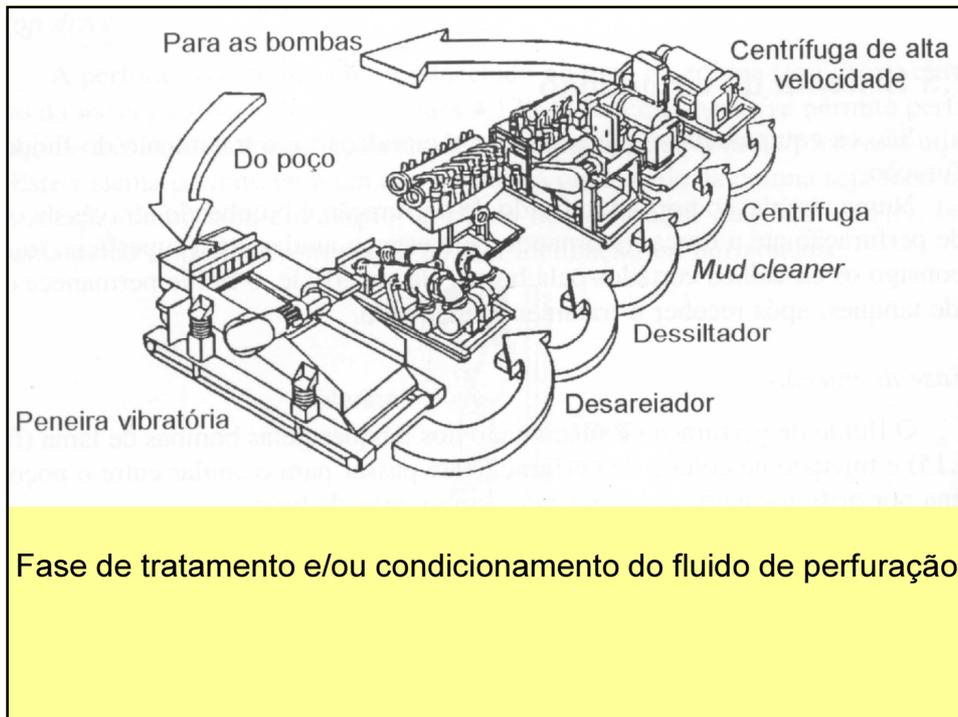
- a) Peneira vibratória
- b) Desgaseificador
- c) Desareizador
- d) Dessiltador
- e) Centrífuga
- f) Misturadores
- g) Funil de Mistura

Equipamentos de Extração de Sólidos



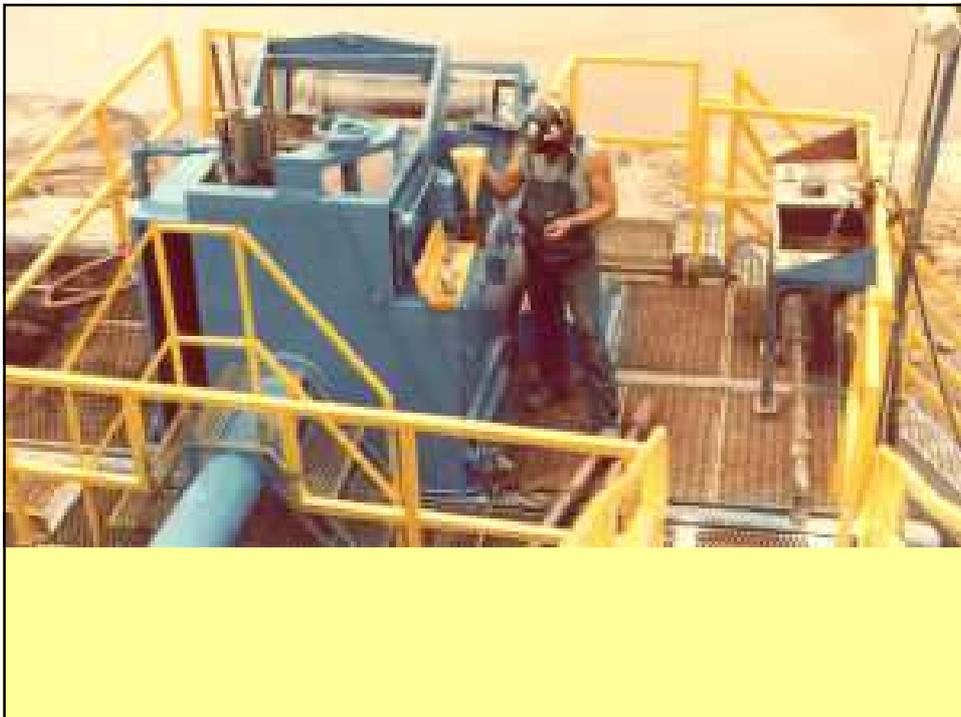
Pumps and Suction Pit





- a) Peneira vibratória: processa a separação dos sólidos grosseiros (cascalhos). É equipada com telas de aberturas variando de 10 a 150#, adequadas ao tipo de rocha perfurada. Com o movimento vibratório, os cascalhos “andam” pela tela inclinada até um defletor que os descarta. Os sólidos que passam através das telas são removidos por decantação no primeiro tanque de lama do sistema.
- b) Desgaseificador: composto por um motor elétrico ligado por um eixo vertical a uma bomba centrífuga submersa no tanque de lama diretamente sobre uma placa de desgaste. Esse impacto forma um leque circular de spray de lama, despreendendo o gás. A lama desliza pela parede interna e segue por gravidade a calha de descarga, retornando para o tanque.

Shale Shaker





Desgaseificador

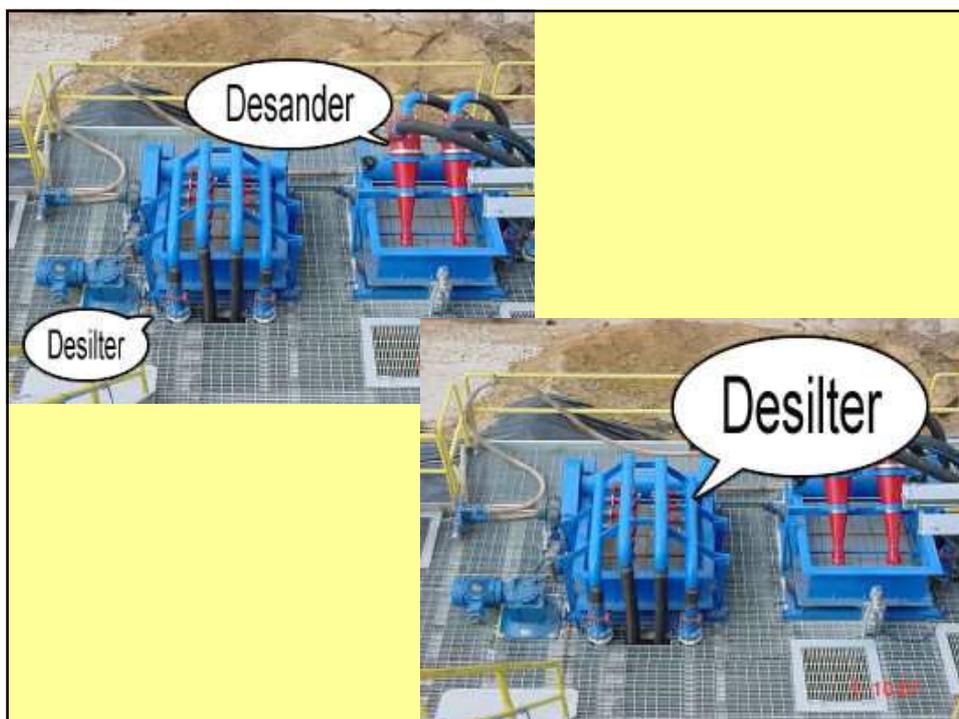


Mud-Gas Separator

c) Desareiator: conjunto de 2 ou 3 hidrociclones de 8" ou 10". Saida para o fluxo de lama e para as partículas sólidas descartadas. O fluxo desce de forma espiralado pela parede cônica até a abertura inferior, quando inverte o sentido e passa a subir espiraladamente pela parte central do hidrociclone. As partículas sólidas, devido à sua maior massa e forças inerciais, não invertem o fluxo e continuam o movimento espiralado para baixo até serem descartadas pelo desareiator.

d) dessiltador: compõe-se de uma bateria de 8 a 12 hidrociclones de 4" ou 5". Sua função é descartar partículas menores do que 74 microns que tenham passado pelo desareiator.

e) centrífuga: retira partículas ainda menores que não tenham sido descartadas pelo hidrociclone. Consta de um tambor que ao girar cria uma força centrífuga no fluido, forçando os sólidos para as paredes, que depois são raspados e descartados no lado oposto à entrada da lama.



Desander



Desilter

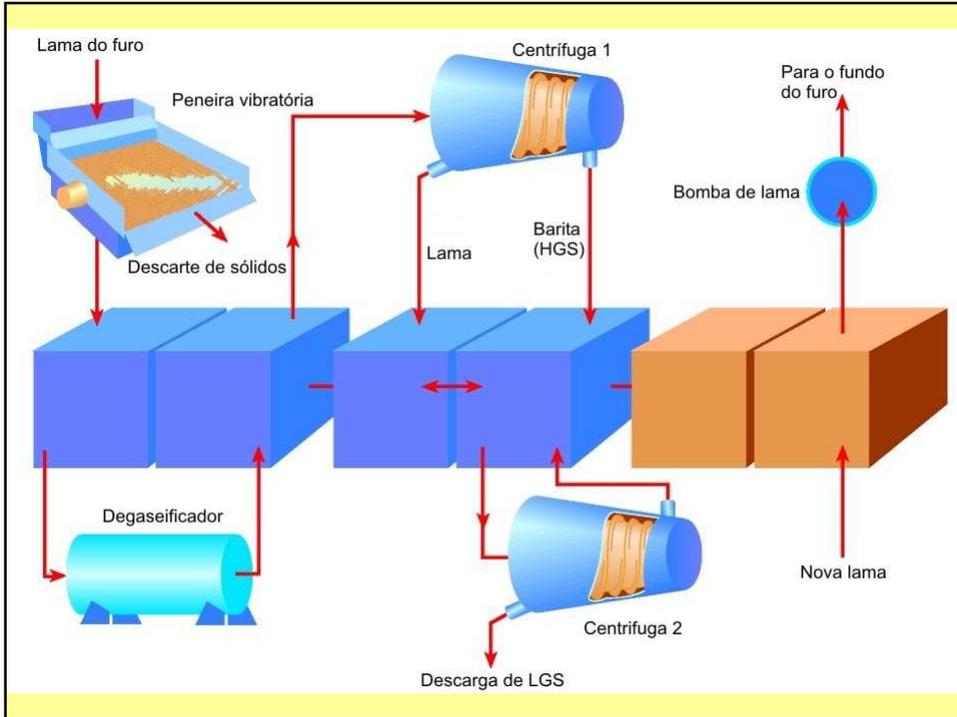


f) Misturadores: servem para homogeneizar a lama nos tanques. Podem ser de 2 tipos: agitadores de fundo ou pistola de lama. No primeiro, um motor elétrico aciona um eixo vertical cuja extremidade inferior, acoplada a um conjunto de palhetas, fica submersa no tanque. No segundo, a pistola de lama é um tubo colocado na borda do tanque com um jato na extremidade. A lama é injetada através de uma bomba centrífuga para o tanque, provocando turbulência.

g) Funil de mistura: ligado ao compartimento do tanque de sucção e serve para adicionar aditivos em pó ao fluido de perfuração. Possui uma restrição ao fluxo bem abaixo da extremidade inferior o que aumenta a turbulência na lama ao receber o material pelo funil provocando a mistura.



Linha de retorno do fluido de perfuração



Reserve Pit Side of Mud Tanks



Trip Tank



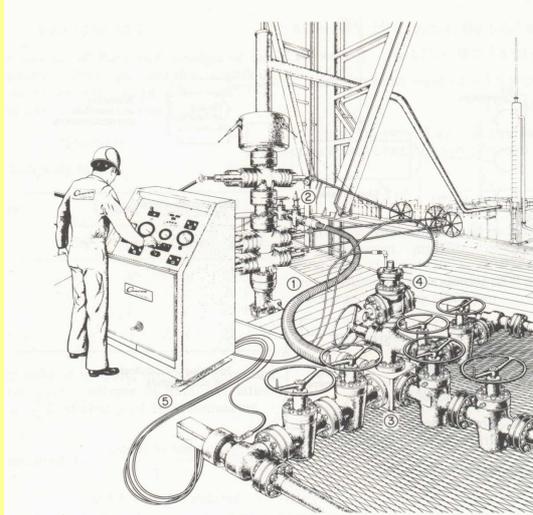
1.6. Sistema de segurança do poço

Para se evitar uma invasão descontrolada de fluidos da formação para o poço foram criados os equipamentos de segurança do poço. Os principais equipamentos de segurança das sondas terrestres são:

- Conjunto de válvulas para fechamento do poço, conhecido como BOP ou ESCP (equipamentos de Segurança de Cabeça de Poço);
- Unidade Acumuladora/Acionadora;
- Painéis remotos de controle
- Linhas de matar e do choke e choke manifold

Sistema de segurança do poço

Constituído pelos equipamentos de segurança do poço e de equipamentos complementares que possibilitam o fechamento e controle do poço.

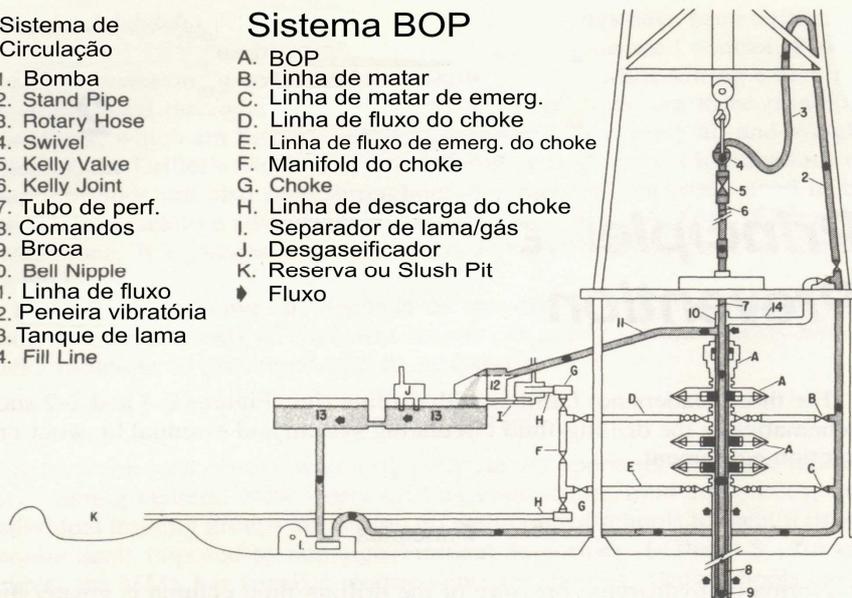


Sistema de Circulação

1. Bomba
2. Stand Pipe
3. Rotary Hose
4. Swivel
5. Kelly Valve
6. Kelly Joint
7. Tubo de perf.
8. Comandos
9. Broca
10. Bell Nipple
11. Linha de fluxo
12. Peneira vibratória
13. Tanque de lama
14. Fill Line

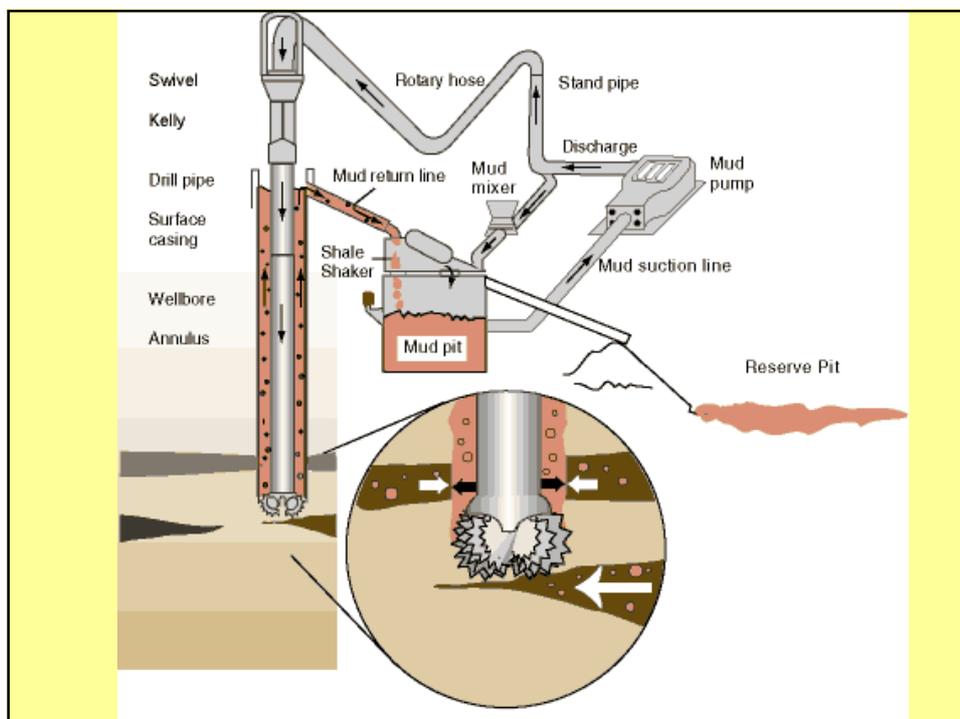
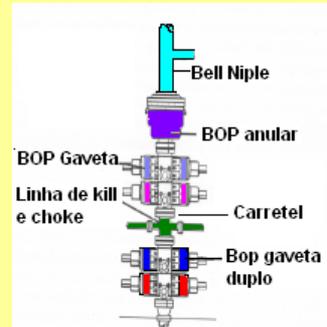
Sistema BOP

- A. BOP
 - B. Linha de matar
 - C. Linha de matar de emerg.
 - D. Linha de fluxo do choke
 - E. Linha de fluxo de emerg. do choke
 - F. Manifold do choke
 - G. Choke
 - H. Linha de descarga do choke
 - I. Separador de lama/gás
 - J. Desgaseificador
 - K. Reserva ou Slush Pit
- ◆ Fluxo



Sistema de Controle e Segurança de Poço

- O BOP ou Blow Out Preventer tem como objetivo fechar o poço, quando necessário, para isolar a parte inferior da superfície



1.7. Sistema de monitoramento

Equipamentos necessários ao controle da perfuração: manômetros, indicador de peso sobre a broca, torquímetro, tacômetro.

Existe necessidade de controle e registro dos parâmetros:

- indicadores: mostram os valores

- registradores: traçam a curva dos valores medidos. Importantes: taxa de penetração da broca para valiar a mudança das formações, desgaste da broca, etc.

a) Registrador de parâmetros de perfuração: Um dos mais importantes, pois permite um acompanhamento visual dos parâmetros em relação ao tempo e, também fornece o registro, numa carta, destes parâmetros ao longo de 24 horas, que servirá para a fiscalização dos serviços e fornecimento de subsídios para a perfuração de outros poços nesta área. Variáveis registradas: peso sobre a broca, a taxa de penetração, a rotação e o torque na mesa, a velocidade e a pressão nas bombas de lama, entre outros.

b) Indicador de peso: Mostra por meio de 2 ponteiros, o peso suspenso no gancho e o peso sobre a broca. O sensor de tensões fica na âncora da linha morta do cabo de perfuração. Na realidade os 2 ponteiros estão marcando o peso suspenso no gancho; um dos ponteiros tem sensibilidade maior do que o outro e sua escala é invertida (ponteiro do peso sobre a broca). A escala deste ponteiro é móvel e é “zerada” pouco antes da broca tocar o fundo do poço. A partir daí, quanto mais peso o sondador aplica sobre a broca, mais diminui o peso total suspenso.

c) **Manômetro:** instrumentos utilizados para indicar a pressão dos fluidos. Podem ser instalados na própria linha onde escoo o fluido ou em outro local (necessita de um sensor e uma mangueira de óleo)

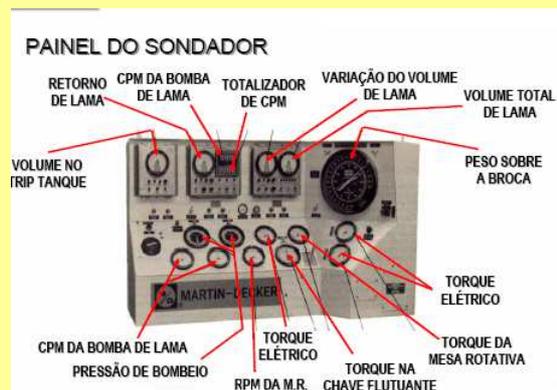
d) **Torquímetro:** Nas sondas medem-se os torques na mesa rotativa, importantes na indicação de qualquer problema na broca, e o torque nas conexões, importantes para garantir a estanqueidade na coluna sem danificar as roscas. Medição de forma hidráulica ou elétrica.

e) **Tacômetro:** usado para medir a velocidade de rotação da mesa rotativa (rpm) ou a velocidade das bombas de lama (ciclos por minuto ou strokes por minuto).

f) **Indicador do nível dos tanques:** é um instrumento de importância vital na segurança pessoal e da sonda. Com ele é possível detectar quaisquer variações bruscas no nível de lama dos tanques, por exemplo, se há aumento no nível devido a algum fluido invasor no poço.

SISTEMA DE MONITORAÇÃO

- Painel do sondador
 - Pressão de bombeio
 - Ciclos por minuto das bombas de lama
 - Torque na coluna
 - Torque na chave flutuante
 - Torque na mesa rotativa
 - Peso sobre a broca
 - Volume dos tanques de lama
 - Volume do trip tank



Coluna de Perfuração

- Esquema da coluna e do poço
- Comandos, drill collars ou DC's
- Tubos Pesados, Heavy Weight Drill Pipes ou HWDP's
- Tubos de Perfuração, Drill Pipes ou DP's
- Acessórios da coluna de perfuração
- Ferramentas de manuseio da coluna
- Dimensionamento da coluna de perfuração

1.8. Colunas de perfuração

A coluna de perfuração é formada pela junção de vários elementos tubulares, apresentando as seguintes funções:

- Aplicar peso sobre a broca;
- Transmitir rotação para a broca no método rotativo convencional;
- Permitir a circulação do fluido de perfuração até a broca.

Resumindo: Para perfurar é preciso uma grande concentração de energia na broca para cortar as diversas formações rochosas. Esta energia se dá na forma de rotação e peso aplicados sobre a broca e transferida às rochas para promover sua ruptura e desagregação em forma de pequenas lascas ou cascalhos.

Principais elementos constituintes de uma coluna de perfuração

a) Elementos tubulares

- Tubos de perfuração
- Comandos
- Tubos de perfuração pesados
- Kelly

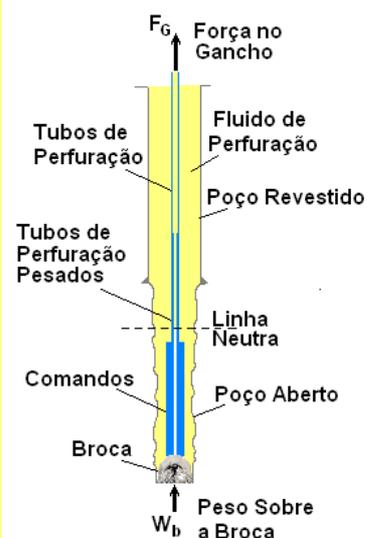
b) Elementos acessórios

- Substitutos
- Estabilizadores
- Escareadores
- alargadores
- amortecedores de choque

Coluna de Perfuração e Poço

Os principais componentes da coluna de perfuração (“drill string”) são os comandos, ou drill collars (DC’s), tubos pesados, ou heavy weight drill pipes (HWDP’s) e tubos de perfuração, ou drill pipes (DP’s).

A linha neutra é a posição de tração ou compressão nulas. Analisando a figura ao lado, pode-se concluir facilmente que o peso sobre a broca é igual ao peso de tubos abaixo da linha neutra menos o empuxo de Arquimedes. **E a força no gancho?**



1.8.1 Elementos tubulares

a) Tubos de perfuração (drill pipes)

São tubos de aço, sem costura, com uniões cônicas soldadas em suas extremidades. Na especificação de um tubo de perfuração, leva-se em conta as seguintes características:

- Diâmetro externo (OD) – 2 3/8" a 6 5/8";
- Peso nominal (lb/pé): estes valores, incluindo as uniões, estão tabeladas no API RP7G;
- Reforço (upset): enrijecimento da seção transversal do tubo junto às conexões. Podem ser internas, externas e internas-externas;
- grau de aço: tensão de escoamento do aço do tubo definida como a tensão correspondente à elongação total de 0,5% no teste de tração. Os graus de aço para tubos de perfuração são definidas pela API.

Tubos de perfuração (drill pipes)

-range: refere-se à faixa de tamanho dos tubos:

RANGE	Variação dos tubos (pés)
1	18 – 22
2	27 – 30
3	38 – 45

Os tubos nas sondas são, geralmente, range 2 (30 pés = 9,2 m)

- Uniões cônicas (tool joints): soldadas no tubo e mais rígidas que o corpo do tubo. As roscas são padronizadas pela API levando em conta o número de fios/pol, a conicidade (%) e o perfil da rosca (API spec 7)

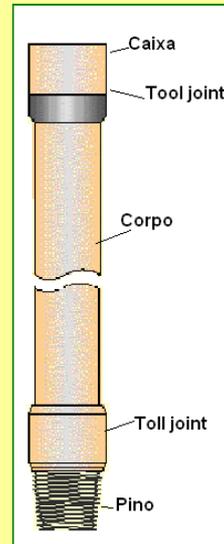


Tubos de perfuração.

Tubos de Perfuração

- Os tubos de perfuração (Drill pipes – DP) são tubos de aço sem costura que possuem nas extremidades conexões cônicas conhecidas como tool joints. São usados nas colunas de perfuração para ligar o BHA (Bottom Hole Assembly) ou configuração de fundo ao sistema de elevação de carga na superfície.

Nota: devem trabalhar sempre **tracionados!** A **linha neutra** nunca deverá atingir a seção de DP's!



b) Tubos pesados – Heavy Weight Drill Pipes

Conhecidos também como tubo de perfuração pesados

Função: transição de rigidez entre os comandos e os tubos de perfuração, diminuindo a possibilidade de falha por fadiga.

São os elementos de peso intermediário entre os tubos de perfuração e os comandos. Colocados acima dos comandos permitindo uma mudança mais gradual na rigidez da coluna. Possui forma semelhante ao dos tubos de perfuração, com diferença somente no tamanho das uniões cônicas e no reforço central. Bastante utilizados em poços direcionais como elementos auxiliares no fornecimento de peso sobre a broca.



Tubo pesado, onde pode ser observado o reforço central e a aplicação de material duro.

Tubos Pesados

- Os tubos pesados (Heavy Weight Drill Pipes – HWDP) são tubos mais leves do que os comandos porém mais pesados do que os DP's e têm como principal função promover uma transição mais suave entre os comandos (muito rígidos) e os tubos de perfuração (muito flexíveis). Têm uma espessura de parede maior do que os DP's de mesmo diâmetro

c) Comandos ou drill collars

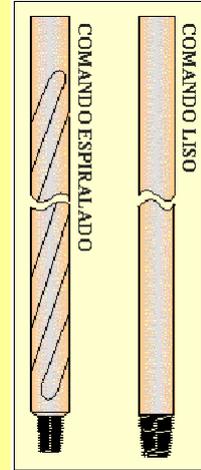
São tubos de aço de parede espessa, colocados logo acima da broca. Função: fornecer peso sobre a broca e prover rigidez à coluna, o que resulta num melhor controle da trajetória. Não possuem uniões cônicas (tool joints), sendo as roscas fabricadas junto com o tubo. Assim, ao contrário dos tubos de perfuração, as conexões são mais frágeis do que o corpo do tubo. Existe atualmente uma tendência em se usar comandos espiralados, úteis na prevenção da prisão por diferencial de pressões.



Comando espiralado e com ressalto para elevador.

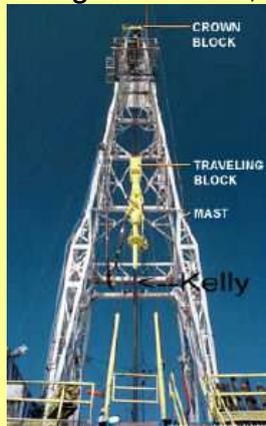
Comandos

- Os comandos (drill collars, DC) são tubos pesados, de parede espessa, usados para compor a coluna de perfuração ou completação
- Têm como função descarregar peso sobre o fundo do poço
- Possuem uma rosca caixa na parte superior e um rosca pino na parte inferior
- Podem ser **lisos** ou **espiralados** (para evitar prisão por pressão diferencial)

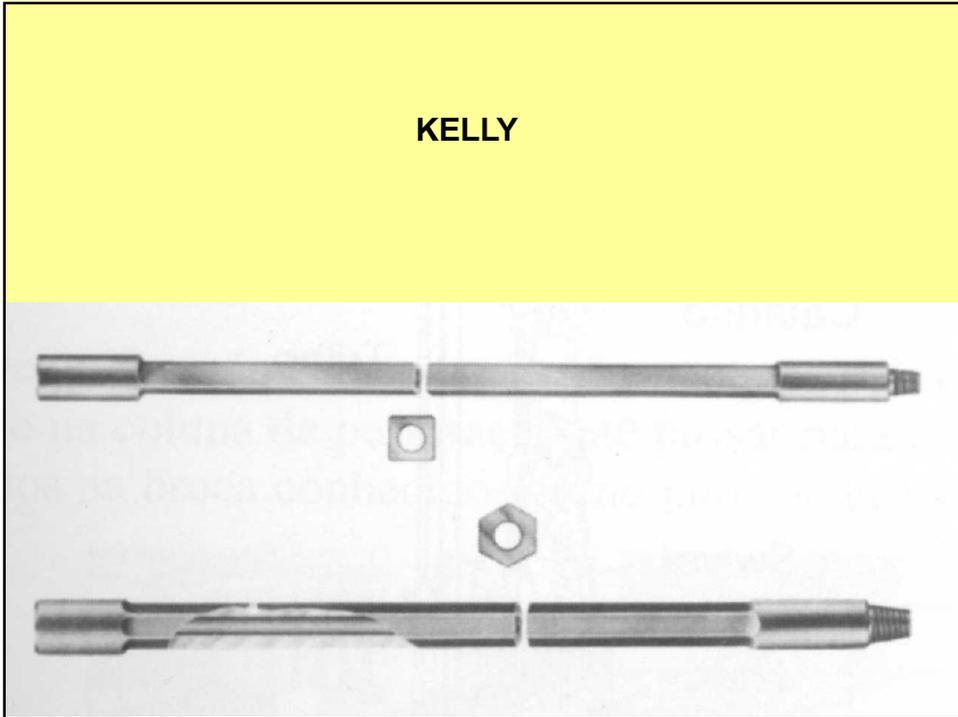


d) Kelly

Conhecido como haste quadrada (mais comum) ou haste hexagonal conforme seu perfil externo, é o elemento que recebe o torque da mesa rotativa, transmitindo rotação para toda a coluna, quando operando como sistema convencional de perfuração. O pino inferior que se liga à coluna tem rosca à direita e a caixa superior, que se liga ao swivel, tem rosca à esquerda.



KELLY



1.8.2. Elementos Acessórios da coluna de perfuração



Substitutos

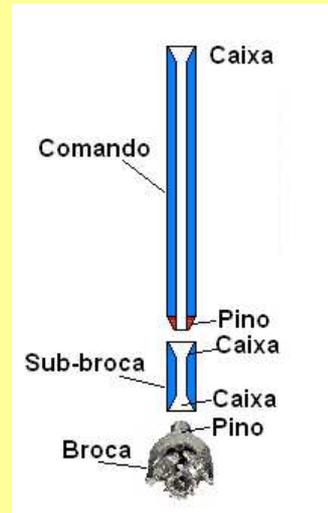
a) Substitutos (subs)

São pequenos tubos que desempenham várias funções, de acordo com suas características:

- sub de içamento: batente para o elevador içar os comandos;
- sub de broca: conectar a broca, cuja união é em pino, à coluna cujos elementos são conectados com o pino para baixo;
- sub do kelly ou sub de salvação (proteger a rosca do kelly de danos);
- sub de cruzamento: possui todas as combinações das roscas existentes na sonda

Acessórios

- Os substitutos ou subs são pequenos tubos colocados na coluna com várias funções. Os principais são:
 - **Sub de içamento**, usado para movimentar comandos. Possui um pescoço para permitir adaptar um elevador
 - **Sub de broca**, que serve para conectar a broca ao comando. É um sub caixa-caixa.
 - **Sub de cruzamento** ou de conversão de rosca, que tem como função ligar tubos com roscas de fios ou diâmetros diferentes.



1.8.2. Elementos Acessórios da coluna de perfuração



b) Estabilizadores;

São ferramentas que servem para centralizar a coluna de perfuração; são pontos de apoio da coluna às paredes do poço. Podem ser de lâminas soldadas ou integradas, de camisas intercambiáveis ou de camisa de borracha não rotativa.

1.8.2. Elementos Acessórios da coluna de perfuração

c) Escareadores (reamers): ferramentas estabilizadora também, mais usada quando perfurando rochas duras e /ou abrasivas. Os pontos de contato com as paredes do poço são os rolantes; se há a tendência de desgaste do calibre da broca o reamer tende a manter o diâmetro do poço.

d) Alargadores: servem para aumentar o diâmetro de um trecho já perfurado do poço. Existem duas situações:

- alargar o poço desde a superfície; a ferramenta a ser usada é o hole opener (ex. de 26" para 36");

-Alargar um trecho do poço começando por um ponto abaixo da superfície através de um alargador com braços extensíveis (underreamer).

-e) Amortecedores de choque: absorvem as vibrações da coluna de perfuração induzidas pela broca (zonas com rochas duras ou mudanças na resistência). Aumenta a vida útil das brocas.

Ferramentas de Manuseio

- São usadas para manusear os tubos na plataforma

- **Chaves flutuantes:** são chaves usadas para dar torque nas conexões. Ficam suspensas por cabos, polias e contrapesos
- **Cunhas:** são usadas para manter a coluna suspensa na mesa rotativa.
- **Colar de segurança:** são usadas para evitar o escorregamento e queda da coluna no poço em tubos sem tool joints ou pescoço.



Ferramentas de manuseio da coluna



Chave flutuante.

a) Chave flutuante

São mantidas suspensas na plataforma através de um sistema cabo de aço/polia/contra-peso. São duas chaves que permitem dar o torque de aperto ou desaperto nas uniões cônicas dos elementos tubulares da coluna.

Uma das chaves tem a sua extremidade presa por cabo de aço a um ponto fixo da plataforma enquanto que a extremidade da outra é puxada, através de cabo de aço, pelo cathead do guincho. As mandíbulas das chaves são providas de mordentes intercambiáveis, responsáveis pela fixação das chaves à tubulação.

Podem ser de manuseio manual, pneumática ou hidráulica, mas o torque de aperto é sempre dada com a chave flutuante manual.

Ferramentas de manuseio da coluna



b) Cunhas

Equipamentos que servem para apoiar totalmente a coluna de perfuração na plataforma. São providas de mordentes intercambiáveis e se encaixam entre a tubulação e a bucha da mesa rotativa. Além das cunhas manuais, existem as combinações de bucha da mesa/cunha acionada por ar comprimido, conhecidas como cunhas pneumáticas.

Ferramentas de manuseio da coluna



c) Colar de segurança

Equipamento colocado no comando apoiado pela cunha na mesa rotativa com a finalidade de promover um batente no caso de deslizamento. Lembrando que o comando não tem tool joint.

1.8.3. Dimensionamento de uma coluna de perfuração

Para dimensionar uma coluna de perfuração é preciso conhecer a priori os seguintes parâmetros:

- Profundidade total prevista usando esta coluna;
- peso da lama;
- fatores de segurança à tração, colapso e pressão interna;
- peso sobre a broca máximo previsto

Tendo-se estes parâmetros bem definidos, então pode-se especificar:

- tipo do(s) tubo(s) de perfuração;
- tipo e quantidade de comandos

1.8.3. Dimensionamento de uma coluna de perfuração

Tipo do(s) tubo(s) de perfuração

A coluna de tubos de perfuração está sujeita a esforços de tração, compressão e torção durante as operações de perfuração. Poderá eventualmente estar sujeita a grandes esforços radiais (dif. de pressão interna e externa ao tubo):

- quanto à tração: o tubo de perfuração mais próximo à superfície deve suportar todo o peso da coluna, imersa em fluido, na maior profundidade esperada. Neste tubo, a tração será dada por: $T = P - E$

Portanto $T = \alpha \times P$, onde o fator $\alpha = 1 - g(\text{lama})/g(\text{aço})$ é chamado de fator de flutuação.

Para se dimensionar o tubo de perfuração à tração usa-se, geralmente, um fator de segurança de 1,25.

1.8.3. Dimensionamento de uma coluna de perfuração

Tipo do(s) tubo(s) de perfuração

- quanto ao colapso: a pressão de colapso é resultante do diferencial de pressão externa e interna ao tubo quando a pressão externa é maior do que a interna. Os valores da pressão de colapso estão tabelados no API RP7G para cada tipo de tubo de perfuração. Estes valores são calculados através de quatro fórmulas, cada uma aplicada para o range da razão D/t correspondente (D =diâmetro externo, t =espessura da parede). **O fator de segurança a colapso é de 1,125).**

- quanto à pressão interna: se a pressão interna é maior que a externa ao tubo, a resistência à pressão interna é calculada usando-se a fórmula de Barlow: $RPI = (1,75 \times t \times Y)/d$

O fator de segurança à pressão interna é de 1,1

1.8.3. Dimensionamento de uma coluna de perfuração

Tipo do(s) tubo(s) de perfuração

- quanto à flambagem: deve-se evitar a flambagem, pois a falha por fadiga fica mais acentuada. Num tubo flambado, as tensões são cíclicas devido à rotação da coluna. Durante a perfuração, a extremidade inferior da coluna está comprimida. Pelo critério de Woods, uma coluna não flamba se:

$$\sigma_a > (P_i r_i^2 - P_e r_e^2) / (r_e^2 - r_i^2)$$

BROCAS

Função: ruptura e desagregação das rochas ou formações

Dois tipos de brocas: sem partes móveis e com partes móveis

a) Brocas sem partes móveis

Não existem partes móveis e rolamentos → diminui a possibilidade de falhas

Principais tipos: integral de lâminas de aço, diamantes naturais e diamantes sintáticos (PDC/TSP)

1.9. Operações de manobra

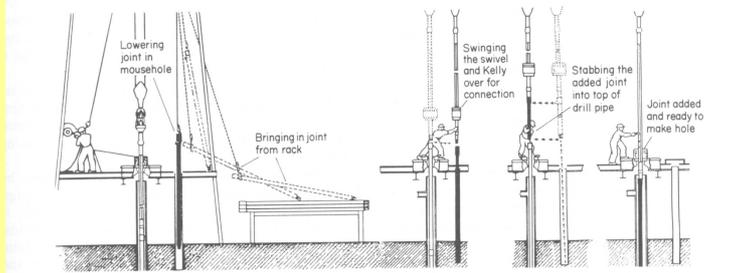


Fig. 1.9. The process of making a connection².

