

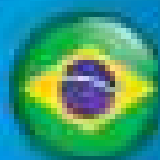


prominas

Desde 1953

Manual

· Sistemas de perfuração com ar comprimido ·





PROMINAS BRASIL EQUIPAMENTOS LTDA.

Av. Morumbi nº 1600 - Vila Morumbi
CEP 13572-000 - SÃO CARLOS - SÃO PAULO - BRASIL
Fone +55 (16) 3375-9111 / Fax +55 (16) 3375-9110
e-mail: comercial@prominas.com.br / <http://www.prominas.com.br>

Reprodução Proibida

É proibida a duplicação ou reprodução do todo ou de qualquer parte desta obra, sob qualquer forma ou por qualquer meio (eletrônico, mecânico, fotográfico, outros) sem qualquer autorização expressa do detentor do copyright. Todos os direitos reservados e protegidos pela lei nº 5988 de 14/12/1973 (Lei dos Direitos Autorais). Reservamos nos o direito de fazer alterações nesta obra sem aviso prévio.

© 2000 – 2015 Tapas Comunicação.

Índice

SISTEMAS DE PERFURAÇÃO COM AR COMPRIMIDO.....	4
1. Sistema rotativo com circulação direta de ar.....	4
1.1. Definição.....	4
1.2. Aplicação.....	4
1.3. Principais fatores que influem no rendimento de perfuração....	4
1.3.1. Rotação e tipos de brocas.....	4
1.3.2. Coluna de perfuração.....	5
1.3.3. Compressor.....	6
2. Sistema de perfuração roto-pneumática.....	6
2.1. Generalidades.....	6
2.2. Vantagens do sistema de perfuração roto-pneumática.....	8
3. Descrição do funcionamento de um martelo down-the-hole.....	9
4. Principais fatores que influem no rendimento da perfuração roto-pneumática.....	9
GUIA PARA SELEÇÃO DE INSERTO.....	18
5. Equipamentos auxiliares.....	18
APÊNDICE I - REAFIAÇÃO DE BROCAS DE BOTÕES.....	21
APÊNDICE II - CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS EQUIPAMENTOS ROTOPNEUMÁTICOS PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS.....	25
1. Introdução.....	25
2. Mastro.....	25
3. Cabeçote rotativo.....	25
4. Guincho.....	25
5. Empuxo.....	25
6. Mordente hidráulico superior.....	26
7. Mordente hidráulico inferior para retenção.....	27
8. Macacos hidráulicos.....	27
9. Painel de comando.....	27
10. Manuseio de Hastes.....	28
APÊNDICE III - PERFURAÇÃO EM CALCÁRIO NA REGIÃO DE MONTES CLAROS, ESTADO DE MINAS GERAIS.....	30
PÊNDICE IV - CIRCULAÇÃO REVERSA COM AR COMPRIMIDO OU MÉTODO DUAL-WALL.....	33

Manual

Sistemas de perfuração com ar comprimido

SISTEMAS DE PERFURAÇÃO COM AR COMPRIMIDO

1. Sistema rotativo com circulação direta de ar

1.1. Definição

É um conjunto de ferramentas com um movimento de rotação dado por uma mesa rotativa (fixa ou móvel). Por esse conjunto, circula o fluido de perfuração (ar), que vem do(s) compressor(es) passando internamente pela coluna de perfuração e saindo na broca. O ar retorna à superfície pelo espaço anular entre a coluna de perfuração e as paredes do poço, carregando os detritos resultantes da ação da broca; uma vez atingida a superfície estes detritos vão de encontro a uma coifa cônica perdendo a velocidade e depositando-se ao lado da boca do poço (Fig.A).



Fig. A

1.2. Aplicação

Em perfuração de poços para água, este sistema é aplicado para perfurar pequenas camadas sedimentares e rochas decompostas, em pequenos diâmetros (normalmente diâmetros 6.1/2" a 9.7/8"), sobre a rocha sã, quando deve-se prosseguir o furo pelo sistema roto-pneumático com martelo "Down-the-hole".

1.3. Principais fatores que influem no rendimento de perfuração

1.3.1. Rotação e tipos de brocas

Como este sistema em poços para água é aplicado apenas em alguns casos, geralmente utiliza-se das mesmas brocas tricônicas empregadas no sistema com lama, na mesma faixa de pesos e rotações.

Para assegurar uma ótima vida útil da broca, deveremos ter volume de ar suficiente, a uma pressão adequada, com o peso e a velocidade de rotação recomendadas.

As brocas deverão ter boquilhas (bico injetor de ar) com aberturas adequadas, por onde o ar deve ser expelido com alta energia para refrigerar a broca, remover todos os detritos da formação perfurada e manter o fundo dos dentes da broca limpos todo tempo. Em alguns casos injeta-se água ou espuma.



Fig. B

1.3.2. Coluna de perfuração

a) Hastes

Para este sistema, o diâmetro das hastes é um fator muito importante, pois terá que ter diâmetro compatível com o diâmetro do furo e capacidade do compressor (vazão) para promover uma velocidade anular dentro de valores estabelecidos para a operação do sistema (Fig.C).



Fig. C

b) Comandos

É tão importante como na perfuração com lama, tem as mesmas finalidades (Fig.D).

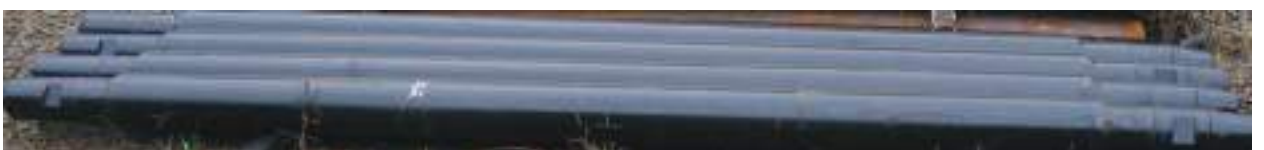


Fig. D

1.3.3. Compressor

O compressor deverá produzir um volume de ar suficiente para provocar uma velocidade anular de retorno de 3000 pés/min para detritos leves de 5000 pés/min para detritos mais pesados.



Fig. E

Para determinarmos o volume de ar requerido do compressor, utilizaremos da equação:

$$Q = \frac{V}{183,35} (D^2 - d^2)$$

onde:

Q = volume de ar necessário (pés³/min)

V = velocidade anular de retorno (pés/min)

D = diâmetro do poço (polegadas)

d = diâmetro do hasteamento (polegadas)

Quando tivermos a capacidade do compressor disponível para operação, o diâmetro do poço e das hastes, calcularemos a velocidade anular pela equação.

$$V = \frac{183,35 Q}{(D^2 - d^2)} \text{ (pés/min)}$$

2. Sistema de perfuração roto-pneumática

2.1. Generalidades

O esforço para substituir as sondas percussoras a cabo convencionais por novas concepções que apresentassem rendimentos de perfuração maiores, levou à construção das sondas roto-pneumáticas. Inicialmente foram desenvolvidos equipamentos roto-percussores que atuavam sobre as hastes de perfuração, fora do furo, denominadas sondas "DRIFTER", ou de cravação.

As sondas "DRIFTER" utilizavam martelos pneumáticos ou hidráulicos instalados na torre da perfuratriz. O martelo, ou pistão, descarregava sua energia sobre a rocha através de golpes aplicados no topo da coluna de hastes, comandos, subs e broca, rompendo-a na forma de fragmentos (Fig. 1A). O ar comprimido injetado através da coluna de perfuração, e saindo através dos orifícios existentes na broca, executava a limpeza do furo, trazendo os fragmentos de perfuração para a superfície. Entretanto, a medida que a profundidade aumentava e outras hastes eram adicionadas à coluna de perfuração, a energia produzida pelos golpes do martelo chegava à broca cada vez mais reduzido, dissipando-se, devido à massa e às propriedades elásticas das hastes. Conseqüentemente, a velocidade de penetração na formação diminuía com a profundidade, chegando a anular-se.



Drifter Fig. 1A

Somente quando foi iniciada a construção e introduzido o uso de martelos pneumáticos, tipo “Down-the-hole”, combinados com sondas rotativas, a perfuração a roto-percussão se impôs, sendo hoje aplicada na perfuração de diversos minérios, poços para água, furos de grande diâmetro para fundações, poços de petróleo, etc. Estes martelos retiram a energia necessária do ar comprimido injetado através das hastes e a transmitem diretamente a broca, que através de sucessivos impactos em alta frequência, perfura a formação rochosa (Fig. 1B). Portanto, uma vez que se forneça ao martelo a pressão e o volume de ar necessários, a velocidade de penetração na formação não diminuirá com a profundidade.



Fig. 1B

2.2. Vantagens do sistema de perfuração roto-pneumática

O sistema roto-pneumático foi utilizado originalmente para aumentar a produtividade (taxa de penetração) quando se perfuravam formações de rochas duras a muito duras. Posteriormente, uma série de outras vantagens permitiu a sua popularização na perfuração de formações consolidadas, onde a circulação de ar ou ar - espuma pode ser empregada. Entre estas vantagens destacamos:

- 1) Uma carga de pull-down sobre o bit de 500 lbs/pol (9 kg/mm) de diâmetro é suficiente para o uso de martelos “Down-the-hole”, ao passo que com brocas tricônicas a carga passaria a 3000 - 7000 lbs/pol (53,7 - 125,3 kg/mm). Elimina-se o uso de pesados comandos e por consequência diminui-se o pull-back necessário ao equipamento de perfuração. Poços mais profundos podem ser perfurados pelo sistema roto-pneumático utilizando-se sondas de perfuração de pequeno porte;
- 2) Os martelos tipo “Down-the-hole” perfuram poços com melhor verticalidade, pois seu poder de perfuração vem de uma percussão de alta-frequência, e não de elevadas cargas de pull-down. O pistão do martelo golpeia o bit diretamente, evitando que a coluna de perfuração se flambe e desvie o furo, pois a carga de pull-down, neste caso, é relativamente pequena;
- 3) O torque e a velocidade de rotação necessária, ambos aplicados à coluna de perfuração, são menores em relação à perfuração pelo sistema rotativo com brocas tricônicas;
- 4) A limpeza dos fragmentos de perfuração existentes no furo é muito mais efetiva com uso de ar comprimido do que com uso de lama de perfuração. Isso mantém o bit de perfuração sempre em contacto percussivo com a rocha, aumentando o rendimento da perfuração.

3. Descrição do funcionamento de um martelo down-the-hole



Fig. 2

O martelo é o principal responsável pelo rendimento da perfuração, pois é ele que transmite a energia de impacto que faz o bit romper a rocha. Um pistão existente no interior da camisa do martelo é acionado pelo ar comprimido, batendo, no final de seu curso, sobre a cabeça da broca ou “bits” (Fig. 2).

O bit por sua vez é dotado de botões de metal duro (carbeto de tungstênio), e fragmenta a rocha ao golpear-la. Após acionar o pistão, o ar comprimido injetado é expelido através do próprio bits, saindo por orifícios existentes na cabeça do mesmo, efetuando a limpeza do furo, e trazendo à superfície os fragmentos da perfuração. Quando o martelo está em posição retirada com relação à superfície da rocha, no fundo do furo, o bit fica em posição inoperante, permitindo que o ar flua livremente. Isto proporciona um efeito especial de sopro ou de lavagem, o qual é frequentemente empregado durante a perfuração, para que sejam expelidos os materiais grosseiros “flutuantes” sobre o martelo, ou para aliviar a coluna d’ água existente no poço.

Apesar de não ocorrer dissipação de energia nas hastes, como descrito no item anterior, o atrito do ar no interior das hastes e no espaço anular entre as hastes e a parede do poço, produz uma perda de energia que reduz lentamente a velocidade de penetração para uma mesma rocha. Aumentando-se a pressão do ar, esta perda de energia é compensada. Em um aumento superior aumenta-se a energia do pistão e, conseqüentemente, se obtém uma maior velocidade de penetração.

4. Principais fatores que influem no rendimento da perfuração roto-pneumática

a) Rotação:

Em perfuração roto-pneumática a única função da rotação é dirigir o impacto de cada botão do bit para novos pontos de rocha sã (Fig. 3).



Por outro lado, os botões periféricos dos bits, são responsáveis pelo seu calibre do furo, sendo muito sensíveis à velocidade de rotação. Assim, se a velocidade de rotação for muito baixa, ocorrerá o impacto dos botões contra material já fragmentado, resultando em uma redução da taxa de penetração e uma pulverização desnecessária dos fragmentos de perfuração. Se a velocidade de rotação for muito elevada, os botões periféricos sofrerão desgaste acelerado, devido ao atrito com as paredes do poço, reduzindo a vida útil do bit.

A velocidade de rotação adequada é uma relação entre a velocidade de penetração e a vida útil do bit. O sondador, como regra geral, deve reduzir a rotação gradativamente até que se inicie uma redução na taxa de penetração. Este é o ponto da velocidade da rotação.

A pressão do ar comprimido também afeta a rotação, pois quanto maior a pressão, maior será a frequência de golpes do bit e, portanto, maior deverá ser a rotação para evitar-se que os botões golpeiem material já fragmentado.

Cada fabricante de martelos "Down-the-hole" e bits recomenda uma faixa de velocidade de penetração diferente. Na prática, rotações baixas (10 a 15 rpm) para rochas duras e abrasivas dão vida útil longa ao bit, mas diminuem sua taxa de penetração (Fig.3A).

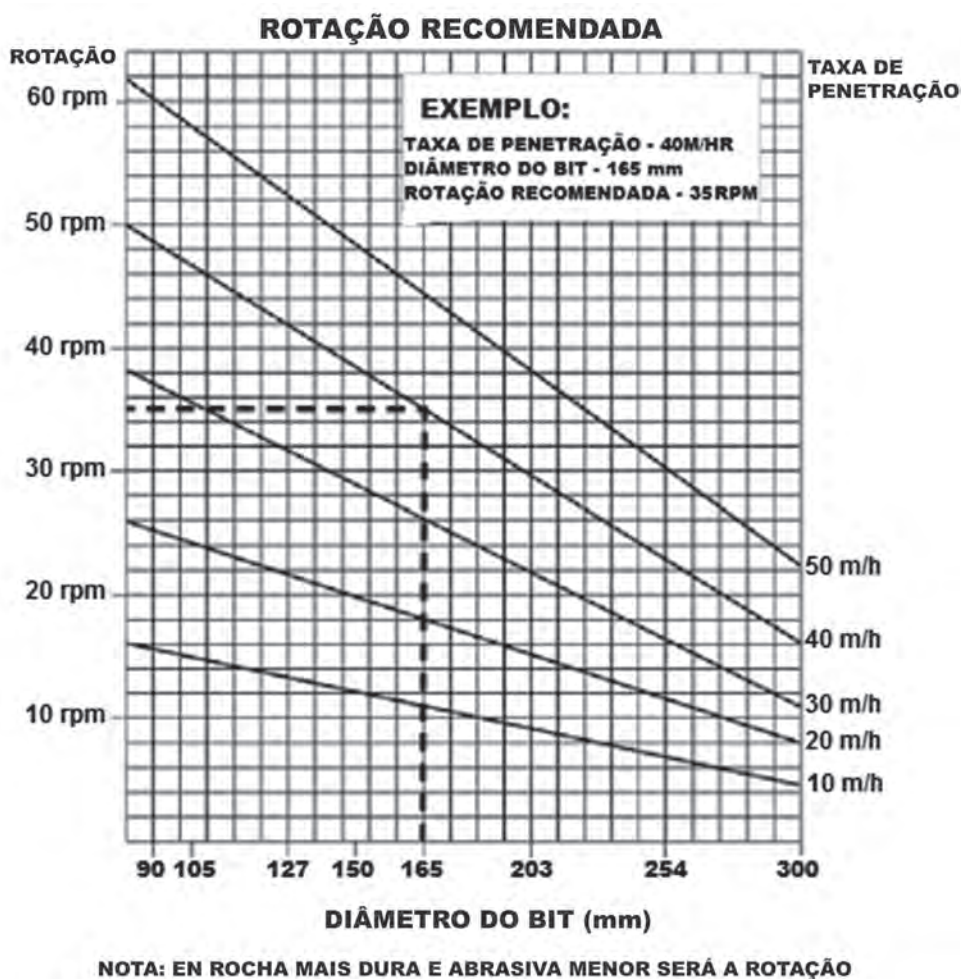


Fig. 3A

b) Coluna de Perfuração:

B.1- Hastes

Geralmente para este sistema de perfuração a haste é selecionada em função da capacidade do(s) compressor(es) e diâmetros dos furos a serem perfurados. Terá que proporcionar uma área anular suficiente para que ocorra um bom rendimento de limpeza dos detritos perfurados. Para perfurações nos diâmetros de 6", 6.1/2" e 8", com compressores de 600 a 750 cfm, a haste de diâmetro 4.1/2" é a mais indicada e utilizada.

B.2- Comandos

É aconselhável a utilização de uma ou duas barras de comandos logo acima do martelo, pois elas darão ao furo uma melhor verticalidade e alinhamento.

B.3- As hastes e comandos devem ser externamente lisas, fabricadas em tubos API de alta qualidade e os tools-joints macho e fêmea com rosca API cônica. A execução completa deverá ser de acordo com a norma API, afim de assegurar que sejam cumpridas as exigências referentes à fadiga do material, que estará sujeito às constantes pancadas e vibrações.

c) Pull-Down e Pull-Back

As sondas roto-pneumáticas possuem, em geral um sistema de avanço combinado com um sistema de empuxo (peso) balanceado, que a qualquer instante e profundidade mantém o peso ideal sobre o martelo, com uma velocidade de avanço uniformemente variável de acordo com a dureza da rocha. Com isso obtém-se uma melhor taxa de penetração e uma maior vida útil dos bits e martelo.

Frequentemente, as sondas percussoras a cabo são adaptadas com cabeçotes ou mesas rotativas para trabalho com martelos Down-the-hole. Neste caso, a inexistência de um sistema de avanço, como descrito acima, é compensada pelo uso de comandos sobre o martelo, combinado à uma constante tração da coluna de perfuração pelo cabo auxiliar da percussora, que suporta o cabeçote rotativo ou o Kelly da mesa rotativa.

A carga máxima a ser mantida sobre o martelo depende de cada modelo e de normas estabelecidas pelo seu fabricante. A Ingersol-Rand recomenda, para sua linha DHD, um peso de 250 a 500 lbs (113,4 a 226,8 kg) para cada polegada de diâmetro do bit. Assim, por exemplo, para um bit de diâmetro 6" necessitaríamos um peso de aproximadamente 680,4 kg (Fig.3B).



CARGA RECOMENDADA NO MARTELO DTH

Diâmetro do Martelo DTH		Carga Mínima	Carga Máxima
3"	76 mm	150 kg (330 ibs)	300 kg (660 ibs)
4"	101 mm	250 kg (550 ibs)	500 kg (1100 ibs)
5"	127 mm	400 kg (880 ibs)	900 kg (1980 ibs)
6"	152 mm	500 kg (1100 ibs)	1500 kg (3300 ibs)
8"	203 mm	800 kg (1760 ibs)	2000 kg (4400 ibs)
12"	304 mm	1600 kg (3520 ibs)	3500 kg (7700 ibs)

Quando o peso total das hastes de perfuração incluindo o peso do cabeçote de perfuração excede o nível de carga ótimo deve-se começar a aplicar uma tensão de tração mediante aplicação de força de empuxo para cima gradualmente a medida que se conectam mais hastes.

Fig. 3B

A aplicação de maiores cargas sobre o martelo acelera o desgaste dos bits, exige mais capacidade de torque do sistema rotativo (mesa ou cabeçote móvel) e pode causar deformações no corpo do martelo, sem que qualquer aumento de produtividade seja assim obtido.

Por outro lado, a falta de peso sobre o martelo é causa comum da ruptura do pescoço (shank) do bit e perda dos botões do mesmo. A energia de impacto do pistão do martelo é quase totalmente absorvida pelo bit, com pequena transmissão à rocha, gerando trincas internas no metal e fazendo com que os botões "saltem fora" do corpo.

d) Compressor

Qualquer sondador de uma sonda rotativa sabe que quanto mais peso tenha sua coluna de perfuração e quanto mais vazão tenha sua bomba de lama, maior será o rendimento da perfuração e melhor a limpeza do furo. O mesmo ocorre em perfuração roto-pneumática. A pressão do compressor determina a taxa de penetração (m/h) para um mesmo martelo, em um mesmo diâmetro e no mesmo material rochoso. Por exemplo, dados da Ingersoll-Rand para seu martelo DHD-260, já fora de linha, indicam que, no granito duro, no diâmetro de 6.1/2", a 100 psi a taxa de penetração é de 5,8 m/h, a 150 psi é de 10,4 m/h, e a 250 psi é de 18,9 m/h, em média.



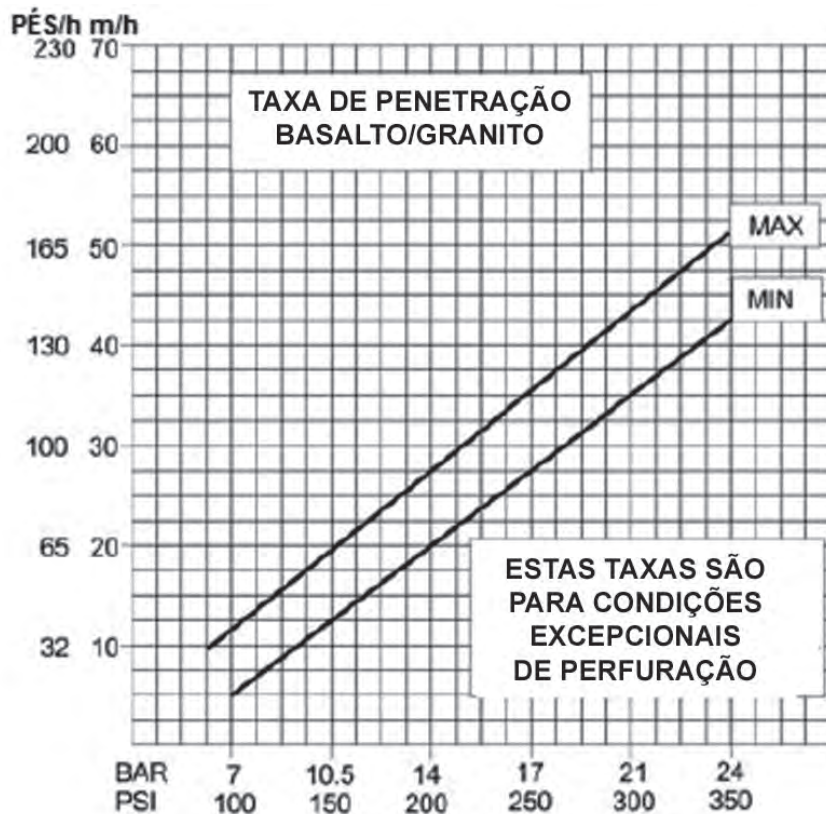
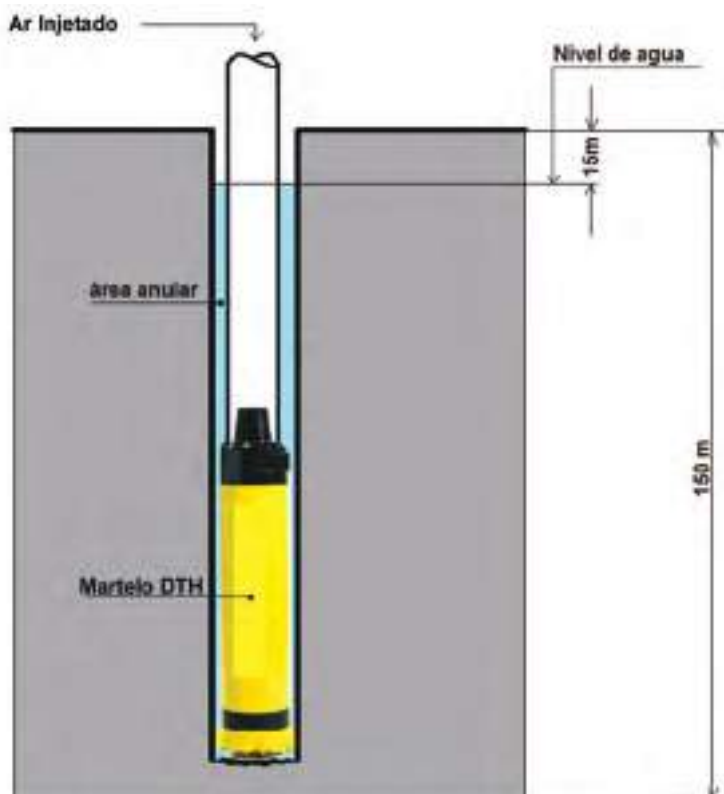


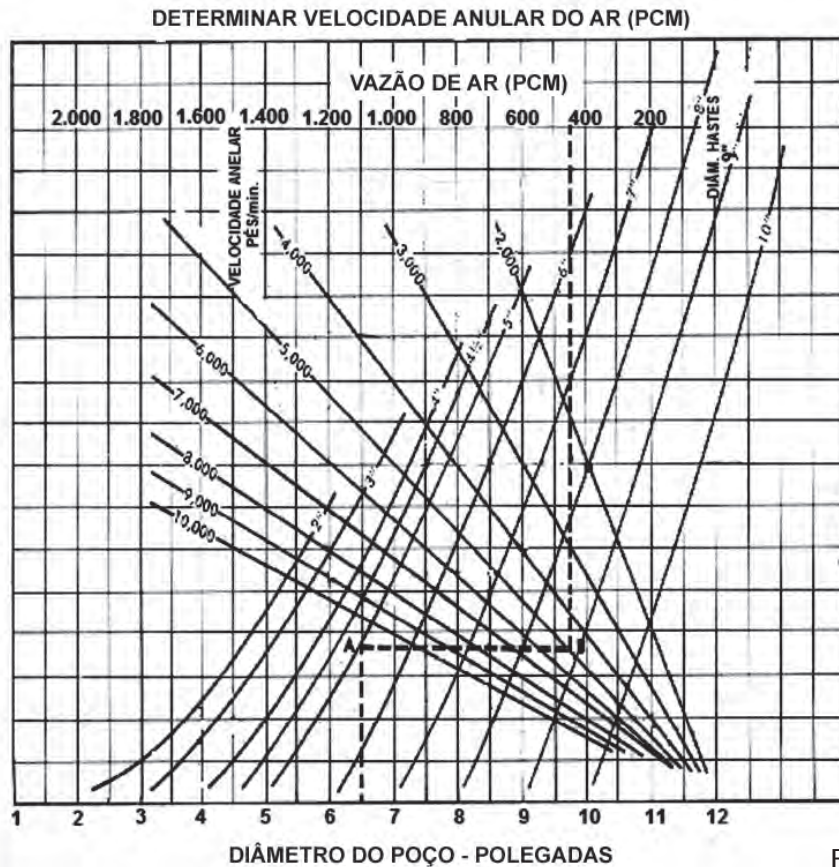
Fig. 3C



A profundidade máxima que pode ser perfurada por uma sonda roto-pneumática, depende, não só do peso de hastes e comandos que a máquina pode levantar, mas também da pressão máxima de trabalho do compressor. A profundidade máxima poderá ser calculada (Fig. 4) pela relação entre a pressão máxima de trabalho do compressor deduzindo-se a coluna hidrostática de água no furo, as perdas de carga (pressão) que ocorrem no acionamento do martelo e as perdas por atrito nos condutos de ar da sonda, hastes e na área anular no poço.

Exemplo: O consumo de ar do martelo "DTH - Down the hole" é 7 kgf/cm^2 (100 psi), nível estático de 15 m, para perfurar $150 \text{ m} - 15 \text{ m} = 135 \text{ m}$, $13,5 \text{ kgf/cm}^2$ de resistência + 7 kgf/cm^2 pressão do martelo = 20 kgf/cm^2 (292 psi). Com menos pressão no martelo o rendimento será reduzido ou nulo.

A vazão do compressor determina a velocidade anular de saída dos detritos da perfuração. A capacidade requerida do compressor, em relação ao tipo de martelo, diâmetro de perfuração e de hastes, poderá ser obtida no diagrama da Fig.5A.



A velocidade de subida do material perfurado na área anular nunca deverá ser inferior a 15 m/s (3000 fpm), sendo o ideal 25 m/s (5000 fpm). Se a vazão do compressor for insuficiente, os fragmentos de rochas perfurados não atingirão a superfície até que tenham sido reduzidos a um tamanho compatível com a velocidade anular existente. Isto reduz a taxa de penetração à medida que a energia do martelo está sendo utilizada na trituração de material já fragmentado e não na perfuração da rocha sã.

Para determinar se a velocidade anular é suficiente ou não, observe a saída das partículas na boca do poço. Deve ocorrer um fluxo contínuo e estável de partículas e/ou água a alta velocidade. Caso a saída das partículas se de a baixa velocidade ou descontinuamente, na forma de “golfadas”, a vazão de ar estará sendo insuficiente.

Normalmente, as sondas roto-pneumáticas utilizam compressores com capacidade de 150 psi (10,5 bar) a 175 psi (12,3 bar), e 600 cfm (17 m³/min) a 750 cfm (21 m³/min), para profundidades de 100 a 150 metros e diâmetros de perfuração até 6.1/2”, ou 80 a 100 metros e diâmetro de 8”, para vazões de água nunca superiores a 10 m³/h.

Para grandes profundidades, de 200 a 250 m e vazões de água acima de 10 m³/h, são empregados compressores de 250 psi (17,5 bar) a 350 psi (24,6 bar). A vazão do compressor, neste caso, varia de 750 cfm (até 8” de diâmetro) a 900 cfm (diâmetros acima de 8”).

Os compressores acima descritos geralmente são do tipo parafuso. Neste tipo de compressor (Fig. 5B), o ar é comprimido, em um ou dois estágios, pela ação de rotores de aço forjado, alojados dentro de uma carcaça e refrigerados a óleo.



Existem vários fabricantes de compressores por todo o mundo. Entre os mais famosos, podemos citar:

- Gardner Denver :	600 cfm/300 psi 900 cfm/350 psi	- Chicago Pneumatic :	750 cfm/150 psi 900 cfm/280 psi 750 cfm/350 psi
- Hollman Compair :	750 cfm/170 psi 850 cfm/250 psi	- Ingersoll Rand :	600 cfm/350 psi 750 cfm/300 psi 900 cfm/350 psi
- Sullair :	600 cfm/150 psi 750 cfm/150 psi 750 cfm/350 psi 900 cfm/350 psi		

e) Martelo “Down-the-hole”

Os martelos sofreram uma profunda evolução na última década, de maneira que hoje apresentam maior rendimento de perfuração, menor consumo de ar e menor número de peças. Ocorreram alterações não apenas a nível de projeto, mas sobretudo nos materiais aplicados na confecção dos martelos. Assim, metais mais resistentes às deformações físicas e ao desgaste por atrito, permitiram um adelgaçamento da camisa interna do martelo e um aumento do diâmetro do pistão. Aumentando-se a massa do pistão, aumenta-se a energia do golpe sobre o bit, e consequentemente a velocidade de penetração, para uma mesma rocha.

A aplicação de materiais com maior resistência ao desgaste permitiu aumentar significativamente a vida útil dos martelos. Para cálculo de custo sobre perfuração roto-pneumática, a durabilidade dos martelos e dos bits é de importância fundamental.

O mercado oferece hoje, vários tipos de martelos, que se distinguem pelas características construtivas, sendo indicados aqueles que possuem o menor número de peças móveis e válvulas, de modo a se garantir o menor número possível de interrupções. Entre as marcas existentes podemos citar:

- Diamantul	- Brasil
- Fortez	- Chile
- Ingersoll-Rand	- E.U.A
- Sandvick	- Suécia
- Secoroc	- E.U.A
- Epley	- E.U.A
- Numa	- E.U.A
- Bulroc	- Inglaterra
- Halco	- Inglaterra

Todos estes fabricantes garantem uma vida útil de seus martelos superior aos 7000 m de perfuração, sendo que alguns os garantem até 10000 m. Com exceção de Fortez e Diamantul, as demais empresas são também fabricantes dos bits, mencionados a seguir.

f) Bits

Os bits utilizados em perfuração roto-pneumática são exclusivamente os chamados “Button Bits”, compostos de um corpo em aço liga, com botões de carbetto de tungstênio inseridos no mesmo. Estes botões, por serem altamente resistentes ao impacto e desgaste, são distribuídos na face do bit, preservando-o do desgaste e aumentando seu poder de trituração, velocidade de penetração e vida útil. O bit apresenta saídas de ar com posicionamento fora de centro, o que permite uma melhor limpeza do furo, pois aumenta a área varrida diretamente pelo fluxo de ar. Chapinhas de metal, geralmente de uma liga de cobre, são colocados abaixo de cada botão, funcionando como absorvedores dos impactos e prevenindo assim a fratura dos botões.

Para alcançar altos rendimentos de perfuração e longa vida útil do bit, é imprescindível que os botões de carbetto de tungstênio sejam reafiados após um determinado desgaste. As Normas Técnicas e Procedimento para essa operação são discutidas no Apêndice I.

Os bits são fornecidos pelos seus fabricantes em diversas formas, com o objetivo de se obter a melhor performance possível para cada tipo de material perfurados.

O bit tipo FACE PLANA (Fig. 6) é o de configuração mais tradicional e de uso geral.

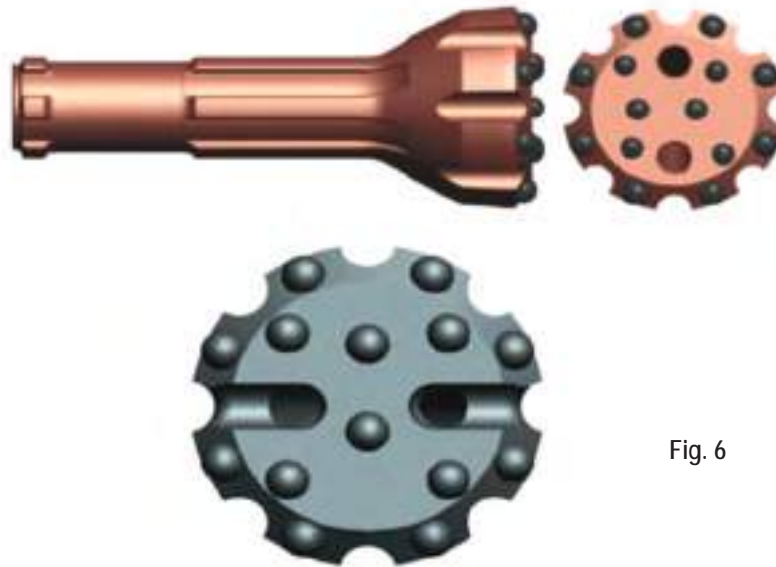


Fig. 6

FACE PLANA

É extremamente eficiente em material fraturado, tanto em formações de rochas duras como brandas, que tem a tendência de desviar o furo da vertical. Por outro lado, não é recomendável para as formações desmornantes ou extremamente moles, pois a ausência de canais de fluxo para o ar, na face do bits, pode levar à obstrução dos orifícios de saída do ar.

O bit de Face Côncava (Fig. 7) apresenta uma face de formato côncavo que tem um efeito estabilizador, resultando em perfurações de alimento vertical mais perfeito e transmitindo ao equipamento na superfície menos vibrações.

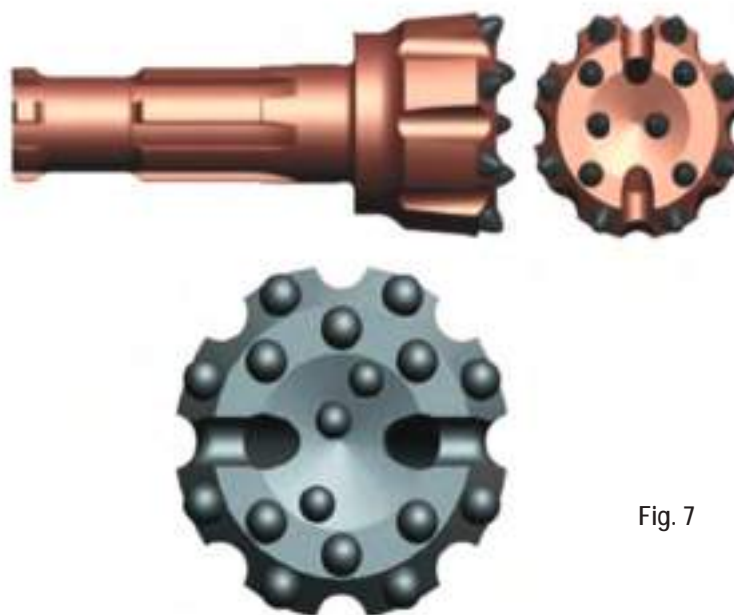


Fig. 7

FACE CONCAVA

Apresenta canais de fluxo na face, os quais otimizam a limpeza do furo. É um bit geralmente empregado em formações brandas.

O bit Face Convexa (Fig. 8) é utilizada em formações duras onde a taxa de penetração é mais importante

que a verticalidade do furo. Sua face convexa transfere mais energia para uma menor área da rocha, gerando uma alta taxa de penetração.

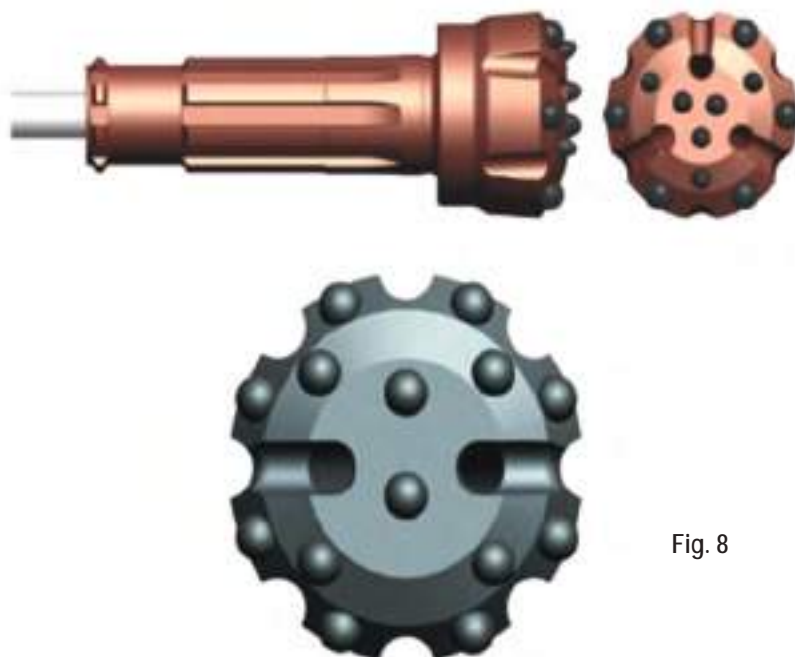


Fig. 8

FACE CONVEXA

Os Bits Alargadores (Fig. 9) são especialmente projetados para reaberturas de furos já existentes, ou perfuração de poços de grande diâmetro em duas passadas, piloto e alargador. O bit alargador possui um guia que centraliza o mesmo no furo piloto já existente. Quando se deseja perfurar vários poços de grande diâmetro, é mais econômico efetuá-los em uma única perfuração de grande diâmetro, com martelo, compressor e bits apropriados. Porém, para uma empresa que efetua perfurações de grande diâmetro apenas ocasionalmente, um bit alargador seria uma solução mais econômica.



Fig. 9

GUIA PARA SELEÇÃO DE BIT

DESCRIÇÃO GERAL BIT

Desenho da face



Plana



Côncava



Convexa

Tipos de Insertos



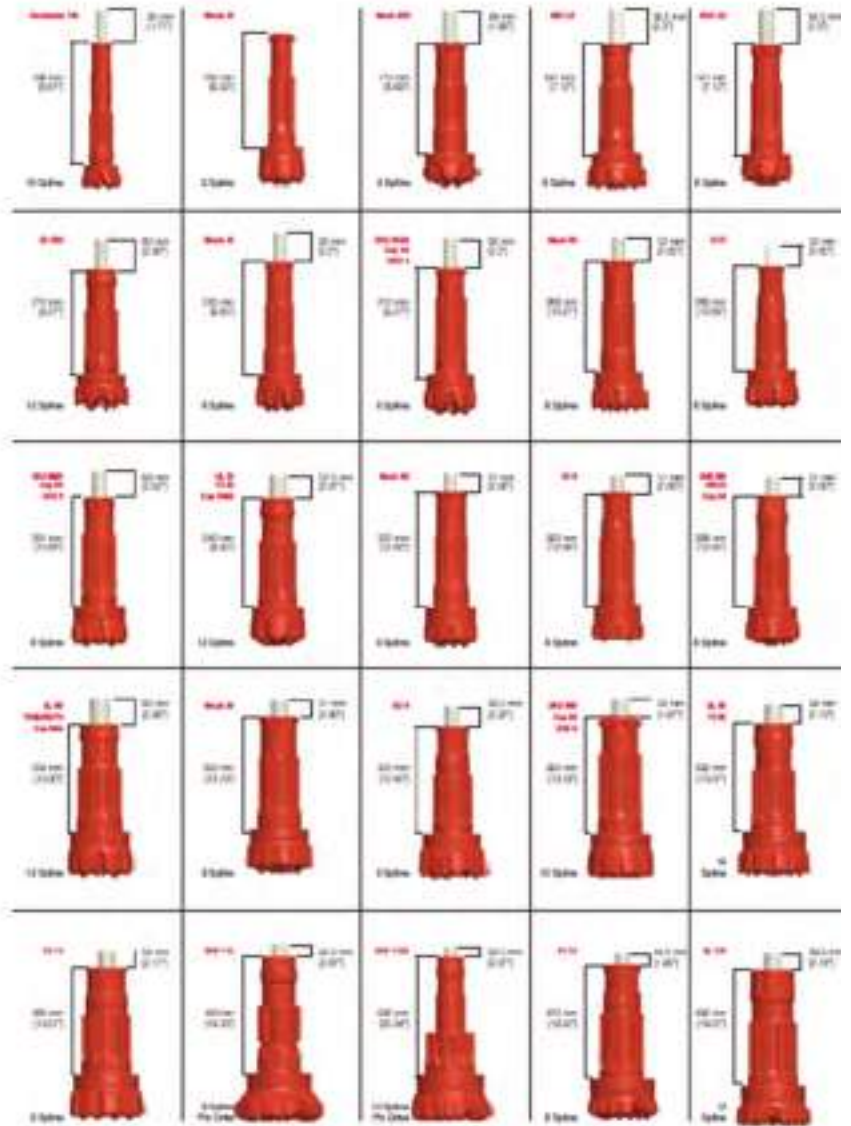
Balístico









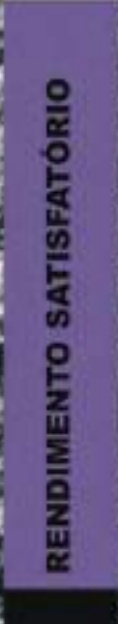




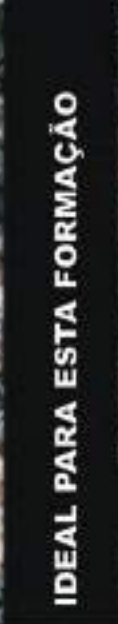



Esferico



Semi-balístico



GUIA PARA SELEÇÃO DE INSERTO

 <p>ROCHA BRANDA</p>	 <p>BAIXO RENDIMENTO</p>	 <p>INSERTO ESFÉRICO</p>	 <p>RENDIMENTO SATISFAT. SEMI BALÍSTICO</p>	 <p>INSERTO BALÍSTICO</p>
 <p>ROCHA MÉDIA</p>	 <p>RENDIMENTO SATISFATÓRIO</p>	 <p>IDEAL PARA ESTA FORMAÇÃO</p>	 <p>RENDIMENTO SATISFATÓRIO</p>	 <p>RENDIMENTO SATISFATÓRIO</p>
 <p>ROCHA DURA</p>	 <p>IDEAL PARA ESTA FORMAÇÃO</p>	 <p>BAIXO RENDIMENTO/SATISFATÓRIO</p>	 <p>BAIXO RENDIMENTO</p>	 <p>BAIXO RENDIMENTO</p>



Os bits tipo TUBEX, ODEX, etc são empregados em operações de perfuração e revestimento simultâneo através de formações muito desmoronantes, que poderiam causar a prisão de ferramentas. O projeto deste tipo de bits baseia-se em um bit piloto acoplado a um bit alargador excêntrico (Fig. 10-A). O bit alargador perfura um diâmetro grande o suficiente para a passagem da tubulação de revestimento. Os fragmentos da perfuração são expelidos para cima, por dentro do revestimento. Quando a perfuração atinge alguns metros dentro da rocha sã, a coluna de hastes é levemente girada ao contrário, de maneira que o bit alargador se “fecha” sobre o bit piloto (Fig.10-B). Feito isso, a coluna de perfuração é retirada do furo pelo interior da coluna de revestimento. Com a ajuda do próprio martelo, golpeia-se o topo da coluna de revestimento na superfície, de maneira que a mesa se “crava” na rocha sã (fig. 10-C). A seguir, baixa-se novamente a coluna de perfuração, com um bits normal e da-se continuidade à perfuração.

Fig. 10A

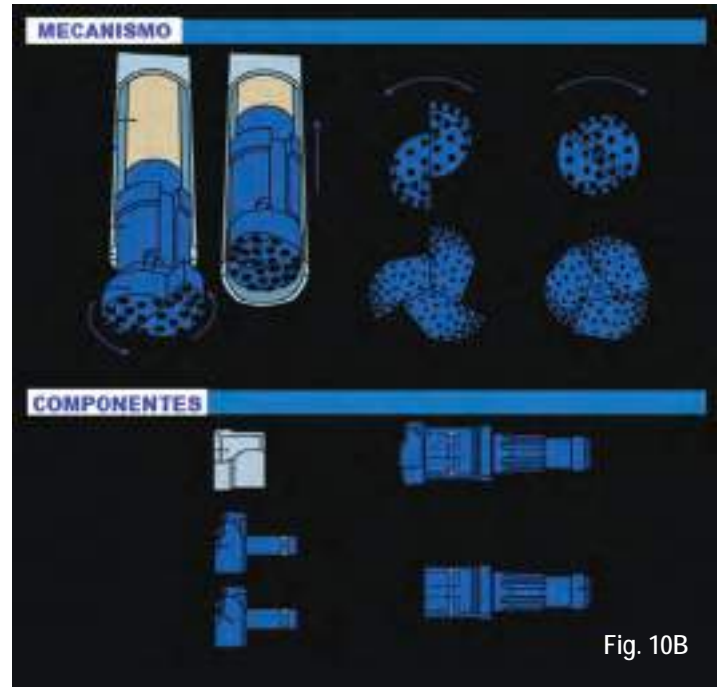


Fig. 10B

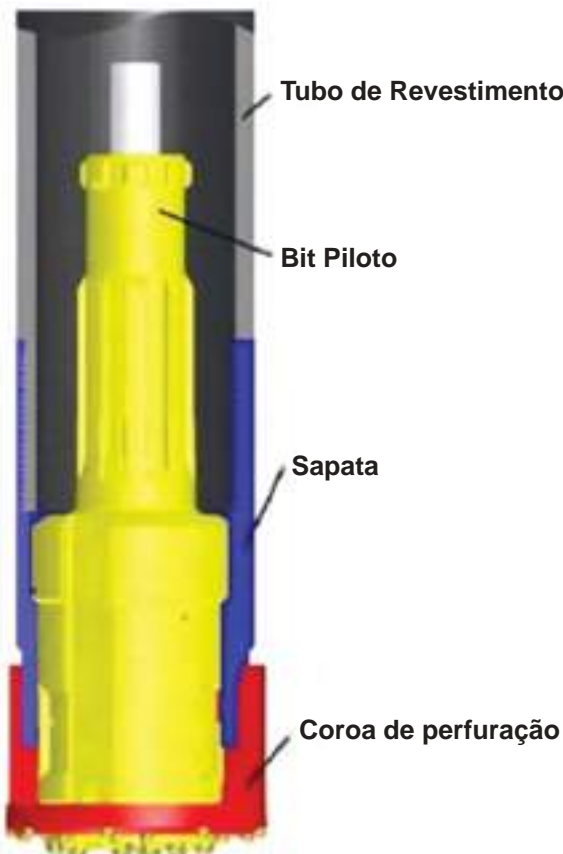


Fig. 10C



Symmetrix - Sistema de revestimento simultâneo



5. Equipamentos auxiliares

a) Lubrificador de linha (Fig. 11A)



Fig. 11A

LUBRIFICADOR DE LINHA

Na lubrificação do martelo é essencial injetarmos um determinado volume de lubrificante especial juntamente com o ar, para fazer a lubrificação do martelo no fundo do poço. O volume e o tipo de óleo a ser aplicado dependerá do tipo de martelo e das normas do fabricante.

Como regra geral recomenda-se um volume de 0,16 l/h para 100 cfm de ar injetado através do martelo. Assim, para um compressor de 750 cfm teríamos 1,2 l/h. Quando se trabalha com injeção de espumantes, recomenda-se um aumento desse volume, pois parte do mesmo é retirado do martelo pelo agente espumante, em geral um detergente industrial neutro.

A lubrificação correta dos martelos é uma condição primordial para a manutenção dos mesmos. A lubrificação deficiente leva ao desgaste rápido e a possíveis falhas.

b) Bomba de injeção de água ou espuma (Fig. 11B)



Fig. 11B

BOMBA PARA INJEÇÃO DE
ÁGUA OU ESPUMANTE

Durante a perfuração roto-pneumática, pode-se injetar uma determinada quantidade de água e/ou espuma, o que apresenta uma série de vantagens:

- 1) Eliminação da poeira
 - Condições mais "limpas" de trabalho.
 - Melhor saúde do sondador.
 - Prolonga vida útil da perfuratriz.
 - Sem problema com a legislação de poluição do ar.
- 2) Diminui pressão hidrostática no poço
 - Torna a coluna de água mais leve.
 - Reduz a carga no compressor e aumenta sua capacidade de perfuração.
- 3) Melhor limpeza do furo quando a velocidade anular é baixa
 - Aumenta eficiência do bits.
 - Aumenta taxa de penetração.

Enquanto a velocidade anular para limpeza do furo, apenas com ar, está entre 3000 e 5000 fpm, com ar, água e espuma, situa-se entre 1500 e 3000 fpm.

APÊNDICE I - REAFIAÇÃO DE BROCAS DE BOTÕES

Com o uso, os botões da broca (bits), mais acentuadamente os laterais, sofrem um desgaste caracterizado pela formação de uma superfície plana.

Para se conseguir uma vida útil máxima da broca, os botões desgastados devem ser reafiados quando a largura da superfície plana formada seja no máximo de $1/8''$ (Fig. 12).



Fig. 12

Se a largura da superfície plana ultrapassar $1/8''$ o desgaste será mais acelerado e corre-se o risco de quebra do botão por encunhamento (Fig. 13).

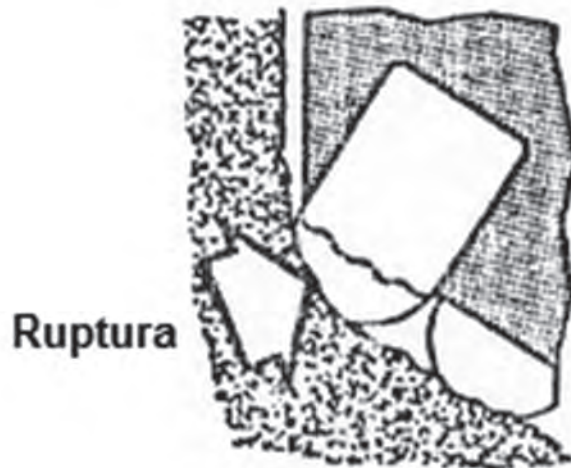
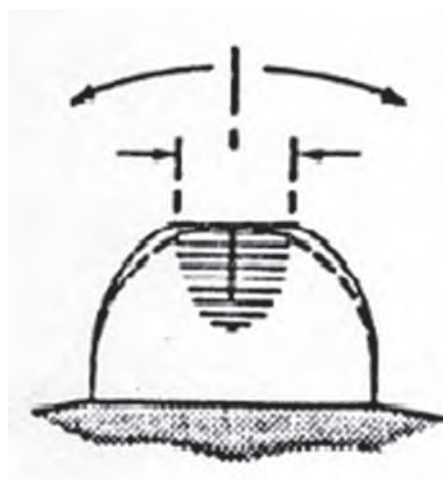


Fig. 13

Para a reafiação utiliza-se um porta-esmeril pequeno com rotação aproximada de 25000 rpm com ponta montada (rebolo) cilíndrica de aproximadamente $1''$ de diâmetro por $1/2''$ de espessura de carbeto de silício com grana 60/80 e dureza de J a L.

Desgaste o botão até o desaparecimento das superfície plana procurando dar forma a mais aproximada da esférica quando possível (Fig. 14).



Verifique também os botões quanto ao aparecimento de trincas superficiais (Fig. 15).

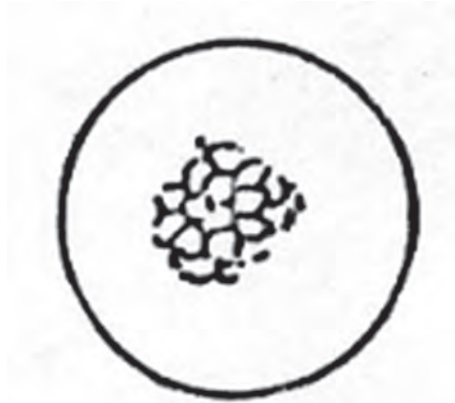


Fig. 15

Uma maneira mais rápida e fácil da reafiação de botões é através da utilização de rebolos formados diamantados. Esses rebolos tem uma superfície côncava esférica e permitem a eliminação da superfície plana de desgaste e uma reconstituição perfeita da superfície original.

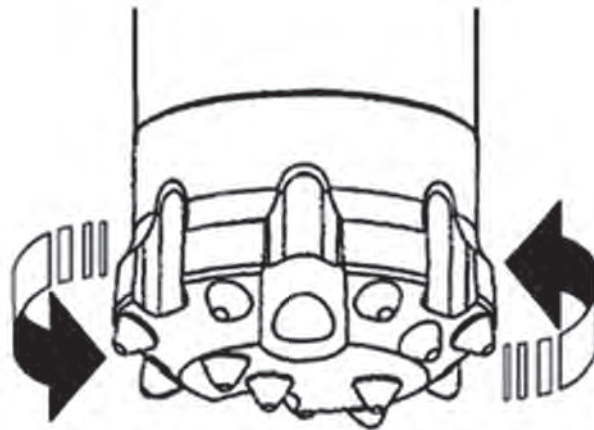
Os rebolos diamantados só podem ser utilizados com injeção de água, para sua refrigeração e remoção dos detritos de carbetto cortados e são fornecidos no diâmetro exata para cada diâmetro correspondente de botão.

PRINCIPAIS PROBLEMAS QUE AFETAM A VIDA ÚTIL DO BIT

a) Desgaste por Abrasão

1) Identificação:

Desgaste excessivo dos botões e do material do corpo do bit, sem ocorrência de quebra ou perda de botões.



2) Causa:

Em geral, este tipo de problema resulta de rotação excessiva em material muito abrasivo.

3) Ação Preventiva

Menor velocidade de rotação e limpeza constante do furo com sopros de ar, levantando-se o martelo.

b) Fadiga e Quebra do Material do Corpo do Bit e Perda de Botões

1) Identificação:

Perda total de um ou mais botões e de parte do material do corpo do bit ao seu redor. Uma vez que os botões periféricos do bit são os mais fortemente estressados, estão mais propícios a este tipo de problema.

2) Causa:

Fadiga do material do corpo do bit ao redor do (s) botão (ões).

3) Ação Preventiva:

Não existe. Dependerá da qualidade do bit.

c) Perda de Botões sem Quebra de Material do Corpo do Bit

1) Identificação:

Perda total do botão do corpo do bit, deixando intacto o furo onde antes se alojava.



2) Causa:

Falta de Pull-down, isto é o pistão do martelo golpeia o bit sem que este esteja em contato firme com a rocha. Ocorre também quando se perfura camadas de solo ou rochas muito fraturadas e soltas.

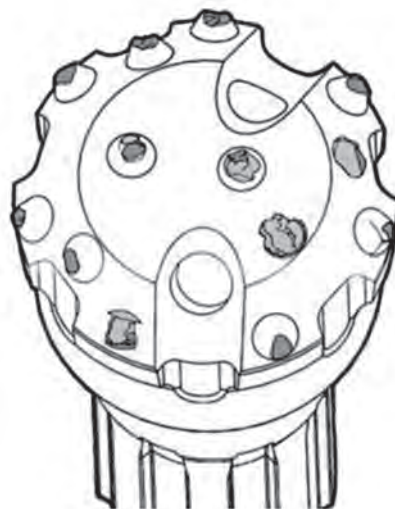
3) Ação Preventiva:

Bom controle do sistema de avance da perfuratriz roto-pneumática.

d) Quebra dos Botões

1) Identificação:

Quebra dos botões, sendo que parte dos mesmos se mantém no corpo do bit. Caracteriza-se por uma fratura total do botão e perda da sua porção principal.



2) Causa:

Existem muitas causas para este tipo de problema. Aquelas que são consequência de problemas operacionais serão descritas a seguir:

a) Botão “lascado”:

Compressão mecânica do botão. Em geral, está relacionado às condições do furo. O caso mais comum é quando um bit com diâmetro ligeiramente maior que o furo é empregado para reabri-lo, ou quando um bit é usado para endireitar uma extremidade de tubo afunilada.

Ação preventiva:

Mantenha os bits devidamente apontados e evite efetuar serviços como os acima descritos.

b) Quebra de botões:

Caracteriza-se por múltiplas linhas e planos de fratura no material residual do botão. Botões com resistência diminuída devido ao aparecimento de planos de desgaste contra abrasão, são uma causa comum destas quebras. O impacto do botão contra pedaços de ferramentas é outra causa.

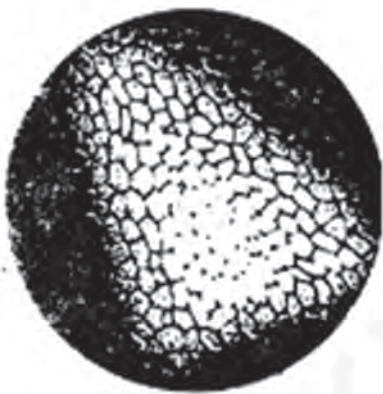
Ação preventiva:

Reaponte os botões do bits antes que esse estágio de fraqueza seja atingido. Evite o impacto em pedaços de ferramentas perdidos no poço.

c) Escamação

Deterioração da superfície do botão, que se desenvolve sobre certas condições de perfuração, primariamente em formações não abrasivas, onde ocorre pouco desgaste do botão, e em materiais úmidos, caso dos poços para água. Caracteriza-se pela formação de uma rede de trincas que se desenvolve na superfície dos botões, parecida com a pele de um jacaré (“Alligator”) (Fig. 16).

A quebra do botão ocorre em 03 fases:



- 1) Pequenas trincas aparecem na superfície do botão que contacta a rocha. Esta superfície geralmente se torna brilhante;
- 2) Diversas dessas trincas se unem, causando a perda de pequenos pedaços do botão;
- 3) Finalmente, várias dessas trincas se unem causando a quebra total do botão.

Ação preventiva:

Aumente a frequência de reapontamento dos botões.

APÊNDICE II - CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS EQUIPAMENTOS ROTOPNEUMÁTICOS PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS

1. Introdução

Deverão ser um equipamento compacto, robusto, com boa distribuição de peso, de fabricação nacional e com boa assistência técnica, bom rendimento operacional e com baixo custo por metro perfurado.

2. Mastro

Para aumentar o rendimento global da perfuratriz, o mastro deve ter as seguintes características:

a) Altura:

Deve ser tal que permita a operação com hastes e tubos de revestimento com pelo menos 6 metros de comprimento, o que implica em um curso útil da mesa, ou cabeçote rotativo, superior a 6 metros e uma altura, de trabalho próxima a 10 metros, sendo que quanto maior a altura, tanto maior a facilidade de operação. Existem sondas mais leves que operam com hastes de 4 metros, tendo o cabeçote um curso de 4,50 metros e a torre uma altura de trabalho próxima a 7 metros, permitindo também o manuseio de tubos de revestimento de 6 metros.

b) Carga máxima:

É a capacidade de trabalho da sonda, mais a folga de segurança necessária. Assim, por exemplo, considerando-se que 200 metros de revestimento de 8.5/8" OD pesam 6.800 kg e que a capacidade da torre deve exceder em 50% o peso do revestimento, esta deve estar construída para suportar no mínimo 10 toneladas.

3. Cabeçote rotativo:

É outro elemento básico da perfuratriz, pois dele depende o torque e a velocidade necessários ao giro da composição e da broca/martelo. Existe uma relação última entre a velocidade e o torque do cabeçote, em função do diâmetro do poço. O acionamento hidráulico das perfuratrizes permite a regulação das rpm do cabeçote, de 0 ao máximo, assim como do torque.

Outro ponto importante é a mobilidade do cabeçote. Ela tem fundamental importância durante as etapas de perfuração e revestimento do furo. Os cabeçotes permitem inclinação para trás, desde a vertical até a horizontal, para receber novos segmentos de hastes. Além disso, o cabeçote pode ser destravado do carro de guia e trabalhos de entubação, que excedam o curso do pull-down, seja efetuada mediante o uso do guincho.

4. Guincho:

É utilizado na colocação de revestimentos e, excepcionalmente, na subida do hasteamento, em condições extremas, quando a capacidade do pull-back é insuficiente. A torre da máquina deve estar adaptada a operar com o cabo do guincho com linha dupla, o que praticamente dobra a capacidade do mesmo.

5. Empuxo:

É um dos elementos fundamentais na perfuratriz, pois permite a obtenção do peso certo sobre a broca (ou conjunto martelo/bit), de modo a garantir o rendimento ótimo em termos de taxa de penetração. A combinação do pull-down e pull-back deve ser tal que permita uma carga elevada (pull-down), quando as condições sejam favoráveis, aumentando a velocidade de penetração no possível, ou uma força para cima (pull-back) suficiente para manter o peso certo, quando aumenta a profundidade e o peso total das hastes.

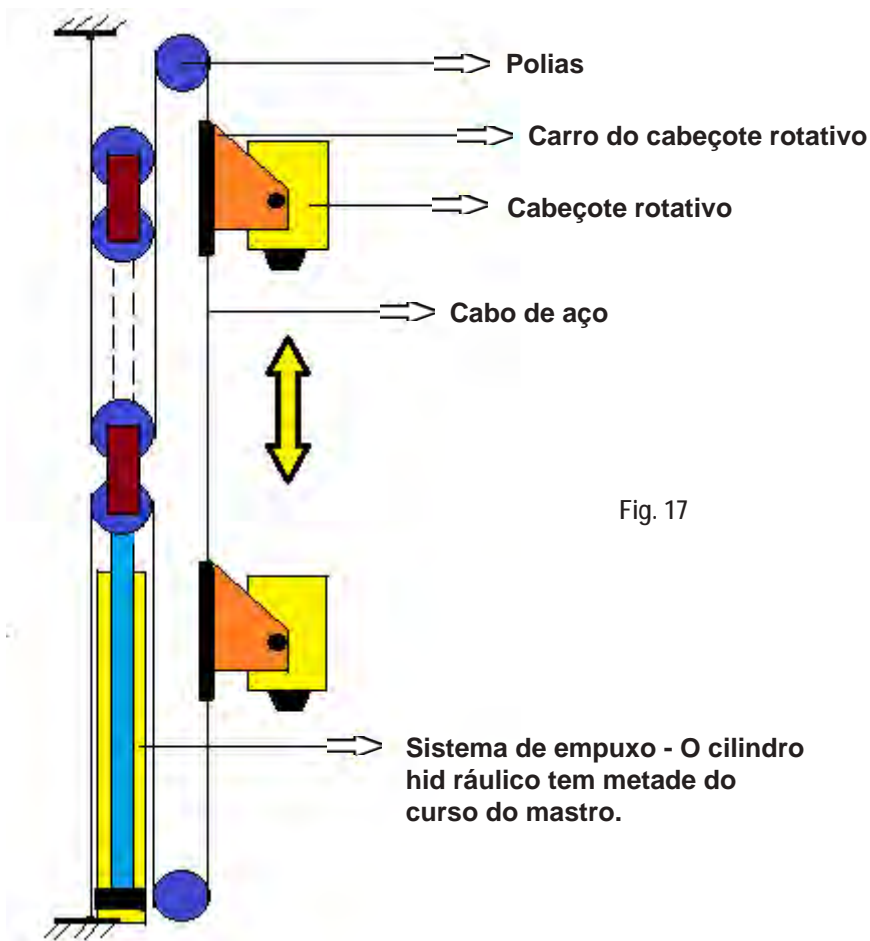


Fig. 17

O pull-down (Fig. 17) é montado no mastro e compõe-se de: cilindro hidráulico, polia de inversão, cabos de aço (facilmente trocáveis e de baixo custo) bem como dispositivo tensionador, e é ligado ao carro de guia do cabeçote, possibilitando a movimentação do mesmo para cima e para baixo. O empuxo de perfuração para o martelo, bem como a velocidade de avanço e retrocesso podem ser regulados através de válvulas direcionadoras, variando o empuxo e a velocidade de avanço ou retrocesso de 0 ao máximo.

6. Mordente hidráulico superior



Fig. 17A

Mordente hidráulico superior para enroscar e desenroscar hastes, é adaptado abaixo do cabeçote. Através de cilindros hidráulicos, os mordentes são comprimidos mediante anel cônico sobre os tool-joints das hastes e, desta forma, transmitem o torque, a rotação do cabeçote rotativo e a força do pull-down. Estes mordentes podem ser trocados e adaptados a fim de permitir uma adaptação a fim de permitir uma adaptação exata ao diâmetro das hastes.

As vantagens deste dispositivo são:

- 1) Todas as operações de rosqueamento podem ser executadas e controladas por um só homem sem esforço manual.
- 2) Qualquer tipo de hastes pode ser agarrado com os mordentes correspondentes.
- 3) O manuseio de hastes torna-se bastante simplificado, já que o conjunto cabeçote/mordente superior deposita e apanha as hastes, sem que haja necessidade de trabalho manual. A operação de introduzir a haste no mordente e depositá-la é efetuada por uma pessoa apenas (Fig.17A).

7. Mordente hidráulico inferior para retenção (Fig. 18)



Fig. 18

Mordente hidráulico inferior

O mordente hidráulico de retenção é fixado na parte inferior do mastro. Com o auxílio deste dispositivo, a coluna de perfuração é retida de tal forma que, durante o manuseio de hastes em que o cabeçote rotativo é separado do mesmo, ela não caia no poço. Além disso este dispositivo absorve o torque durante a operação de enroscar e desenroscar.

A ação do mordente de retenção processa-se da seguinte maneira:

- Os mordentes (prismáticos ou redondos) são comprimidos lateralmente contra as hastes através de cilindros hidráulicos. O mordente hidráulico de retenção possui um guia, para centralizar e estabilizar hastes externamente lisas.

8. Macacos hidráulicos

São os instrumentos de apoio da perfuratriz no solo. Devem permitir um rápido nivelamento, de modo a diminuir o tempo morto, e uma perfeita estabilidade. Com a operação a partir do painel de comando e com um prumo instalado no mastro da perfuratriz, o nivelamento é feito em menos de 5 minutos.

9. Painel de comando (Fig. 18A)



Fig. 18A

PAINEL DE COMANDO

É o instrumento centralizador das operações, a partir do qual todas as ações são tomadas. O operador deve ficar à esquerda do mastro, com visão completa sobre a abertura do poço, confortavelmente instalado sobre uma plataforma, que evita o contato com o chão. O painel único é possível devido à localização de todos os componentes (bomba de lama inclusive) no mesmo veículo de perfuratriz.

As vantagens do painel único são as seguintes:

- Permite o controle imediato da pressão da bomba de lama, indispensável nos casos de modificação nas condições de operação, quando da ocorrência de prisão de ferramentas, cavernas, etc.
- Permite a manutenção do empuxo correto sobre as brocas, bits e martelo, de modo a garantir sempre o peso certo, à medida em que se aprofunda o poço e, portanto, altera-se o peso da composição, assim como, de acordo com as diferenças de dureza das formações.

- c) Permite o imediato alívio do empuxo, no caso de passagens de um terreno para o outro, quando é frequente a prisão de ferramentas.

Isto é tanto mais importante quando se trata do martelo, eis que sua prisão exige um grande tempo para o reinício da operação.

- d) Permite o imediato alívio da pressão do compressor, quando da ocorrência de passagens, evitando assim, por outro lado, a prisão do martelo.
- e) Permite a rápida operação de toda a perfuratriz (nivelamento dos macacos, levantamento da torre, rosqueamento e quebra de hastes, empuxo, torque/velocidade do cabeçote e bomba de lama) de modo a operar com menos pessoal, e com mínimo tempo morto.

10. Manuseio de Hastes

Por manuseio de hastes compreende-se as operações com segmentos para reduzir ou prolongar a coluna de perfuração.

A sequência de trabalho das perfuratrizes rotativas Prominas de múltiplo uso é a seguinte:



A coluna de perfuração é retida para acoplamento de uma nova barra Fig. 19A



Articulação do cabeçote para acoplamento de uma haste de perfuração Fig. 19B

- a) Após terminar a perfuração de um segmento de hastes de 1,5 - 6,0 m (dependendo do equipamento) e quando o cabeçote rotativo estiver posicionado sobre o mordente de retenção na parte inferior do mastro desliga-se primeiramente a rotação do cabeçote. (Fig.19A)

- b) Feito isso, a coluna de perfuração é retida dentro do furo através do mordente hidráulico de retenção.

- c) O cabeçote rotativo deve ser regulado no maior torque (ou no torque máximo permitido pelo fabricante das hastes) e o tool-joint desatarrachado da rosca do cabeçote rotativo, girando-se em sentido contrário. Paralelamente, deve ser colocado na posição neutra (float) de empuxo, para evitar forçar sobre as roscas durante as desconexões.

- d) O cabeçote rotativo, com o mordente superior é inclinado até a posição horizontal, mediante cilindro hidráulico, para receber a próxima haste, situada sobre um caminhão ou num cavalete próprio (Fig.19B).

- e) As hastes são introduzidas manualmente no mordente superior e rosqueadas no cabeçote rotativo.

Importante é que a haste, uma vez feito isso, seja limpa através de jato de ar, a fim de evitar a penetração de impurezas que poderiam danificar o martelo. Importante, também, é proteger as roscas das hastes com os protetores próprios quando estão fora de uso.

- f) Os mordentes são apertados através de cilindros hidráulicos que agarram o diâmetro externo da haste.

- g) O cabeçote rotativo se move para cima mediante a ação do pull-down e, paralelamente, através do basculamento hidráulico, desloca as hastes da posição horizontal para vertical (Fig.19C).



Acoplamento de nova haste

Fig. 19C



liberar a caixa de mordentes inferior e continuar com a perfuração

Fig. 19D

- h)** A haste, em posição vertical e paralela ao mastro, é rosqueada à coluna de perfuração ainda presa no mordente inferior (Fig.19D).
- i)** Após rosquear a haste à coluna de perfuração, o mordente inferior é solto para liberar a descida e rotação.

O processo de retirada e desmontagem das hastes é similar ao processo anteriormente descrito, sendo as operações feitas em sequência inversa.

APÊNDICE III - PERFURAÇÃO EM CALCÁRIO NA REGIÃO DE MONTES CLAROS, ESTADO DE MINAS GERAIS

O calcário é uma rocha de dureza baixa que apresenta problemas durante os trabalhos de perfuração, prejudicando o desempenho dos equipamentos e às vezes até com perda total do furo. Na região são utilizados basicamente dois tipos de processos para a perfuração de poços tubulares em calcários: percussão a cabo e roto-pneumático.

No processo de percussão a cabo são utilizadas perfuratrizes do tipo percussora, que desenvolve o trabalho através de golpes cadenciados sobre a rocha, cerca de 33 por minuto, que é lentamente triturada, permitindo o avanço da perfuração (Figura 20).



Perfuratriz Percusora

Fig. 20



Perfuratriz Roto-Pneumática

Fig. 21

No processo roto-pneumático são empregadas perfuratrizes de acionamento mecânico e/ou hidráulico, que combinam a desagregação da rocha através de rápidos e sucessivos golpes, cerca de 800 por minuto, tornando o avanço da perfuração muito mais rápido (Figura 21).

As fraturas e/ou cavernas existentes no calcário são as raízes dos problemas de perfuração nessa rocha. Em alguns casos, como veremos a seguir, chega ao ponto de impedir a perfuração do poço, principalmente se o equipamento utilizado é perfuratriz roto-pneumática.

A seguir, os problemas mais comuns:

a. Cavernas

Com o passar do tempo, as fraturas aumentam de tamanho em virtude da dissolução da rocha transformando-se em cavernas. Usando-se o processo roto-pneumático quando se atinge uma caverna ocorre a perda de circulação, pois o ar injetado pelo compressor perde-se nos espaços vazios não ocorrendo então a limpeza dos detritos os quais, a qualquer interrupção do compressor, depositam-se por sobre o martelo e o bit,

causando a prisão da ferramenta e a conseqüente paralização do serviço.

No processo de percussão a cabo pode haver o empeno do poço, uma possível prisão da ferramenta e até mesmo a quebra do trépano. As soluções para o problema podem ser: alargar o poço para um diâmetro maior e revesti-lo com tubulação de aço e tentar prosseguir a perfuração. Se a fratura for pequena vale tentar jogar ferro ou cabo de aço velho até encher bem a fratura e depois seguir em frente com a perfuração (Fig. 22).

b. Níveis alterados

Antes de se encontrar o calcário não alterado normalmente é atravessada uma zona de material decomposto e/ou cobertura detrítica de idade mais recente (Fig. 23). A perfuração é feita em diâmetro superior a 6" por onde são introduzidos os tubos de 6" quando a rocha sã é atingida. Daí continua-se os trabalhos de perfuração e depois de alguns metros volta-se a encontrar o calcário novamente alterado.

No uso do processo roto-pneumático, a zona de rocha sã é reaberta com o martelo pneumático e o bit de 8", até atingir a faixa decomposta, que é perfurada usando-se broca tricône e lama de perfuração até o calcário tornar-se novamente firme. Retorna-se ao sistema roto-pneumático e prossegue-se a perfuração em 6" até a profundidade prevista.

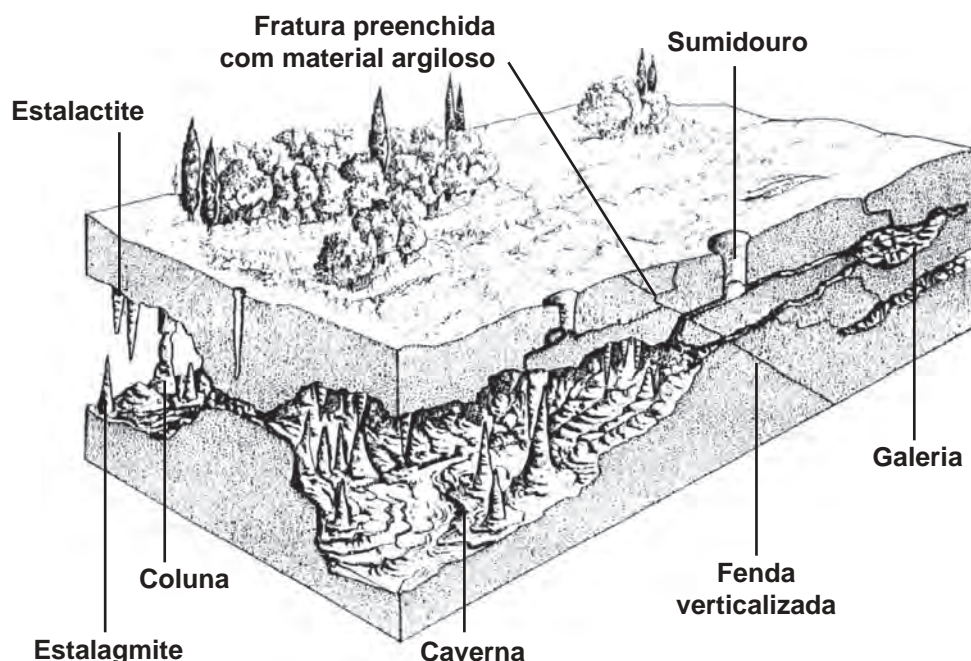
A mesma seqüência de trabalho é feita, empregando-se o método de percussão a cabo, que na faixa de rocha alterada, pode ser usada a lama de perfuração ou tubo de bater se estiver havendo desmoronamento.

c. Fraturas preenchidas com material argiloso

É muito comum no calcário a existência de fraturas preenchidas com material argiloso (Fig. 22). Em conseqüência, as perfuratrizes roto-pneumáticas param devido o martelo pneumático ficar sem apoio para ser acionado. Neste caso, procede-se a limpeza da fratura com o próprio ar do compressor, operação esta que pode durar de alguns minutos a muitas horas, dependendo da quantidade de material na fenda bem como da potência do compressor. Resta ainda a possibilidade que a água continue suja com a presença do material em suspensão o que resultaria na necessidade de trazer uma sonda percussora para reabrir o poço em um diâmetro maior (8 ou 10 polegadas) até a altura da fenda, revestir com tubos de aço e isolar a entrada de água ou colocar filtros e pré-filtros.

d. Fendas Verticalizadas

Dentre os vários tipos de fendas que ocorrem no calcário algumas delas têm atitude vertical ou sub-vertical, (fig. 22) podendo, pela sua posição, ocasionar os seguintes problemas: prisão da linha de ferramentas, empenar o poço, quebrar o bit e/ou o trépano, etc. No processo roto-pneumático, pode haver a perda de circulação total. No que tange à percussão a cabo o problema resume-se a manter a verticalidade do poço e para tanto usa-se encher a fenda com pedaços de rocha ou ferro para firmar o trépano e evitar o empeno. Se não der jeito, a solução é reabrir o furo em diâmetro maior (8" ou 10"), revesti-lo com tubo de 6" e prosseguir-se a perfuração por dentro.



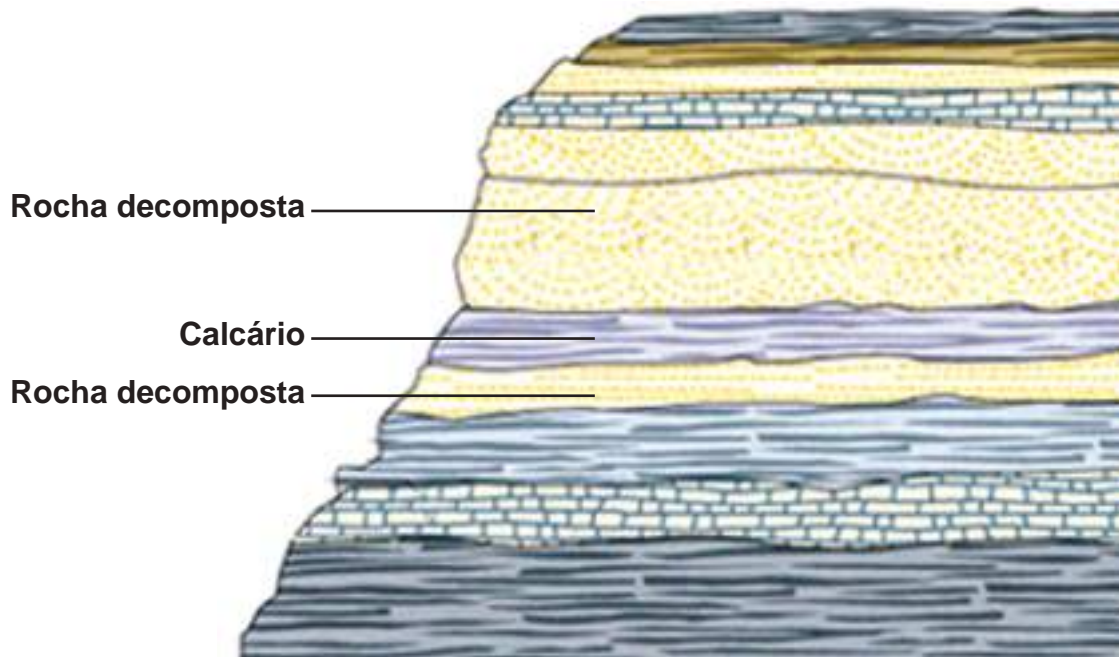


Fig. 23

e. Vazão

Para os poços que têm possibilidade ou apresentam altas vazões o processo roto-pneumático fica impossibilitado de seguir a perfuração uma vez que os grandes volumes de água dificultam o acionamento do martelo pneumático. Essa incidência é maior quando são empregados, no sistema roto-pneumático, compressores de baixa potência.

A solução para esses casos é o emprego do sistema percussão a cabo.

APENDICE IV - CIRCULAÇÃO REVERSA COM AR COMPRIMIDO OU MÉTODO DUAL-WALL

Este sistema de perfuração, tem sido usado a muitos anos, para exploração minéria, devido à excelência e precisão das amostras obtidas.



Perfuratriz Prominas modelo R-3H perfurando no método de circulação reversa com ar comprimido e hastes de parede dupla.

Fig. 24 A



Fig. 24 B



Fig. 24 C

Acessórios necessários para perfuração em circulação reversa “dual wall”

Consiste, basicamente, de uma coluna de hastes de parede dupla (ingles dual wall) entre as quais o ar comprimido injetado se move por circulação reversa (Fig. 25).



Hastes de perfuração com parede dupla

Fig. 25

Difere da circulação reversa convencional, do sistema rotativo com lama, pelo fato de que o fluido não circula para baixo, externamente às hastes de perfuração. Ao contrário, o fluxo de ar é confinado entre as duas paredes da haste e somente contacta as paredes do furo nas proximidades do bits (Figura 26).

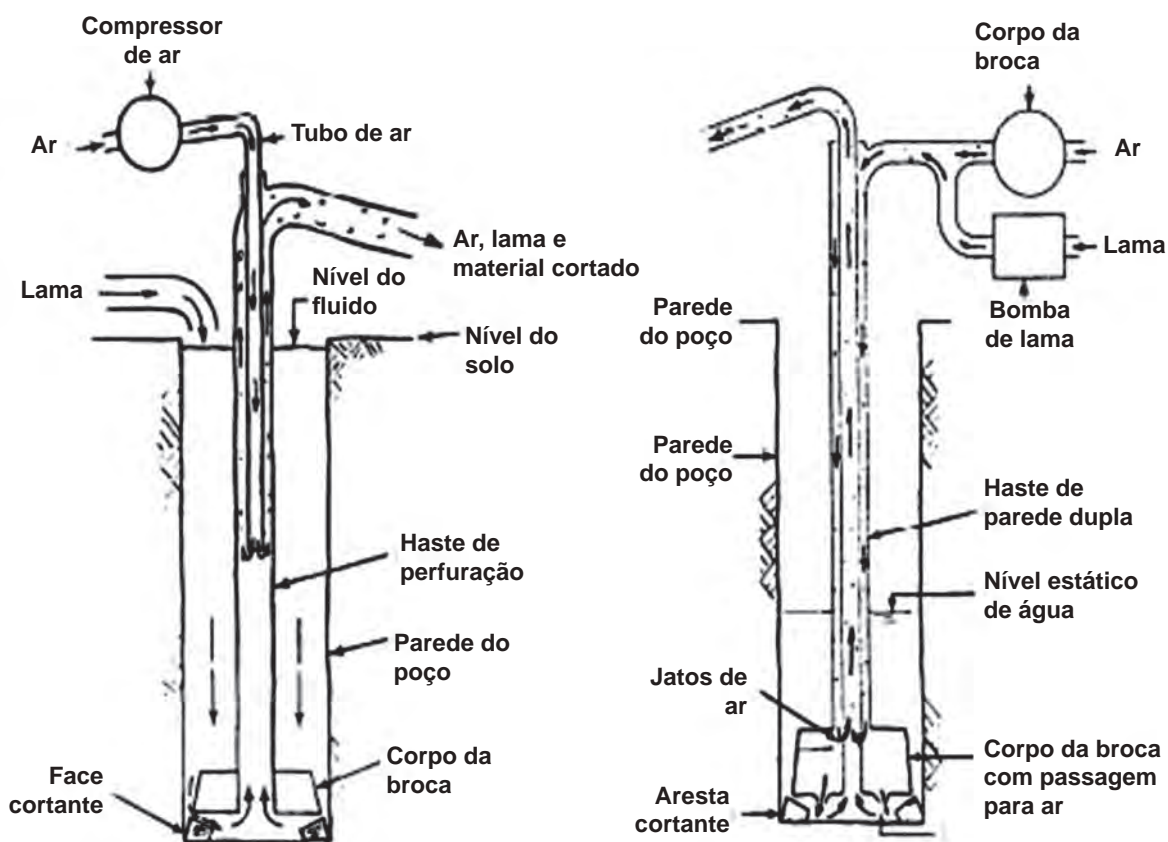


Fig. 26

Desenho que ilustra a diferença entre circulação reversa convencional e o método "dual wall"

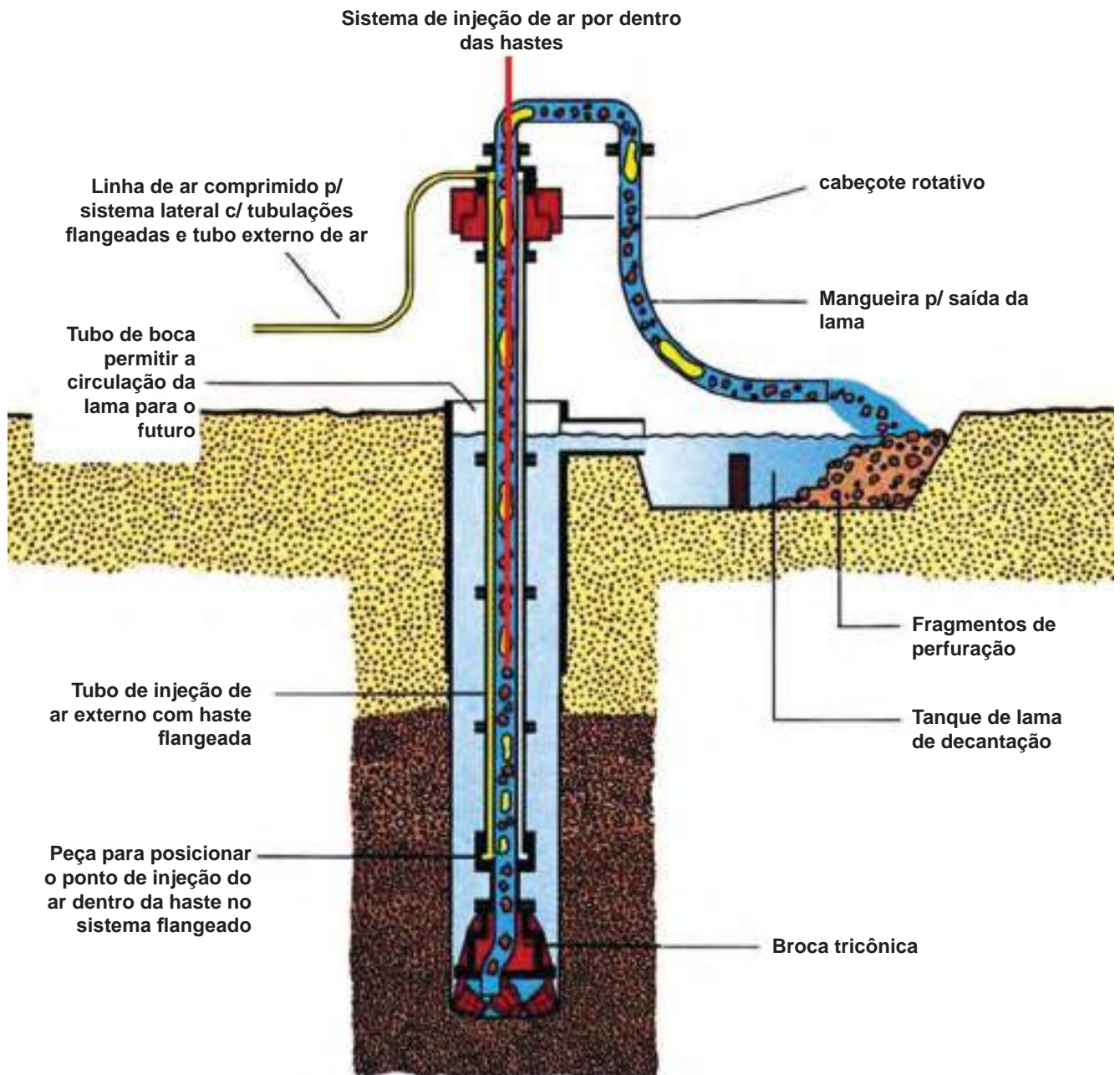
As hastes Dual-Wall são encontradas, padronizadas, em diversas medidas, a saber:

- 3.1/2" OD x 1.3/4" ID
- 4.1/2" OD x 2.1/2" ID
- 5.1/2" OD x 3.1/4" ID
- 6.5/8" OD x 4.1/4" ID
- 9.5/8" OD x 6.1/4" ID

As hastes 4.1/2" OD são as mais comuns empregadas. Roscas API macho e fêmea são empregadas para conectar as hastes; um encaixe com o-ring conecta e veda os tubos internos.

As perfuratrizes para o sistema Dual-Wall são geralmente dotadas de cabeçotes rotativos, com capacidade de torque entre 600 e 700 kgfm.

O método permite o uso tanto de brocas tricônicas, como de martelos Down-the-hole. No caso das brocas tricônicas, o ar sobe passando através da própria broca (Fig. 27).



No caso dos martelos, o ar comprimido passa normalmente através do mesmo, para acioná-lo, saindo pelos orifícios do bit, e subindo pelo espaço anular entre o martelo e a parede do furo. No topo do martelo é instalado um sub especial, denominado CRUZADOR (Figura 28), que direciona o fluxo de ar e partículas para a tubulação interna da haste, posteriormente se desenvolveram martelos específicos para perfuração com circulação reversa onde a entrada do ar se dá por orifícios na própria face (Figura 29).

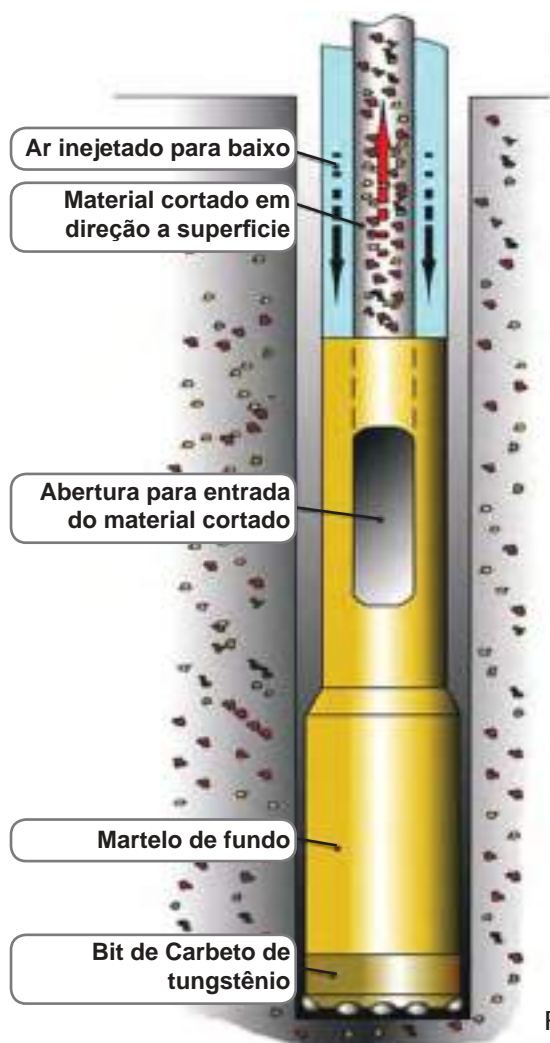


Fig. 28

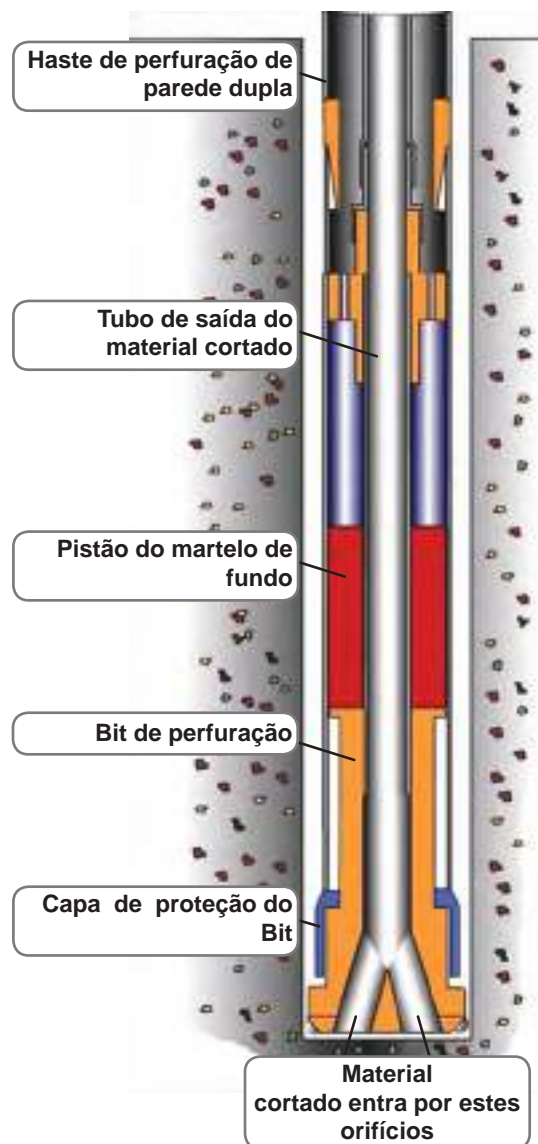


Fig. 29

O fluido de perfuração poderá ser composto de ar seco, ar e água, ar e água com surfactantes, ou água com bentonita ou polímeros. No caso do uso de ar seco, as velocidades médias de ascensão do ar, no espaço anular entre os tubos internos e externos das hastes, é de 4.500 a 6000 fpm, enquanto no sistema roto-pneumático convencional é de 3000 fpm.

O sistema Circulação Reversa Dual-Wall apresenta as seguintes vantagens:

- 1) Amostras contínuas e representativas do material perfurado e da água encontrada;
- 2) Estimativas da vazão do aquífero podem ser efetuadas facilmente a qualquer profundidade;
- 3) Altas taxas de penetração em materiais grosseiros de aluviões (brocas tricônicas) ou em rochas fraturadas e/ou fissuradas (martelo);
- 4) Problemas com perda de circulação são praticamente eliminados;
- 5) Atinge profundidades de até 600 m em rochas duras com uso de martelos Down-the-hole.

Por outro lado, suas desvantagens seriam:

- 1) Investimento inicial do equipamento de perfuração é elevado;
- 2) O método está limitado a poços de pequeno diâmetro, geralmente inferiores a 10”;
- 3) No caso de perfuração com brocas tricônicas em materiais aluvionares, o método está limitado a 450 metros.



Anotações



Anotações



PROMINAS BRASIL EQUIPAMENTOS LTDA.

Av. Morumbi nº 1600 - Vila Morumbi

CEP 13572-000 - SÃO CARLOS - SÃO PAULO - BRASIL

Fone +55 (16) 3375-9111 / Fax +55 (16) 3375-9110

e-mail: comercial@prominas.com.br / <http://www.prominas.com.br>