

Parâmetros de Operação: Hidráulicos

Determinação dos parâmetros dos fluidos de circulação no furo

Normalmente, o fluido de circulação é bombeado da superfície através da coluna de perfuração, entre os tubos interno e externo do caroteador, através da face da coroa e, em seguida, retorna à superfície através do espaço anular entre a coluna de perfuração e a parede do furo. A regra básica é que a velocidade ascendente do fluido de circulação deve ser maior que a velocidade de precipitação dos maiores fragmentos resultantes da furação. Assim, quanto maiores os fragmentos (cuttings), mais fluido é necessário.

Enquanto o caudal do fluido de circulação da coroa é controlado em certa medida pela regulação da bomba de circulação e da viscosidade do fluido circulante, a quantidade real de fluido circulante a utilizar é amplamente determinada pela configuração das saídas de água da coroa, bem como pelo espaço anular entre o diâmetro externo da coluna de perfuração e a parede do furo. Como as condições variam consideravelmente de uma operação de perfuração para outra, é difícil definir parâmetros absolutos para a circulação de fluidos no furo. Algumas experiências no local podem ser necessárias.

A Velocidade anular é definida como a taxa com que o fluido de circulação e os fragmentos (cuttings) da perfuração, regressam à superfície através do espaço anular entre a parede do furo e a coluna de perfuração. Velocidade anular excessiva pode causar erosão hidráulica da parede do furo em formações brandas, enquanto velocidade anular insuficiente fará com que os fragmentos (cuttings), permaneçam em suspensão no fluido de circulação. Essa situação conduzirá a colunas de perfuração presas, desgaste do equipamento, baixas taxas de penetração e cavidades nas paredes dos furos. Como alternativa à utilização de velocidades anulares mais altas, o operador pode aumentar a viscosidade do fluido de circulação para garantir uma limpeza mais eficaz do furo.

As recomendações normais para velocidade anular são:

Máximo: 90 metros/minuto (ou 290 pés/minuto)

Mínimo: 60 metros/minuto (ou 200 pés/minuto)

A velocidade e o volume do fluido de circulação a ser utilizado são determinados pelas principais funções hidráulicas do conjunto de perfuração: a saber, o arrefecimento da coroa e o transporte das partículas (cuttings).

Cálculo da taxa de circulação da bomba (Q)

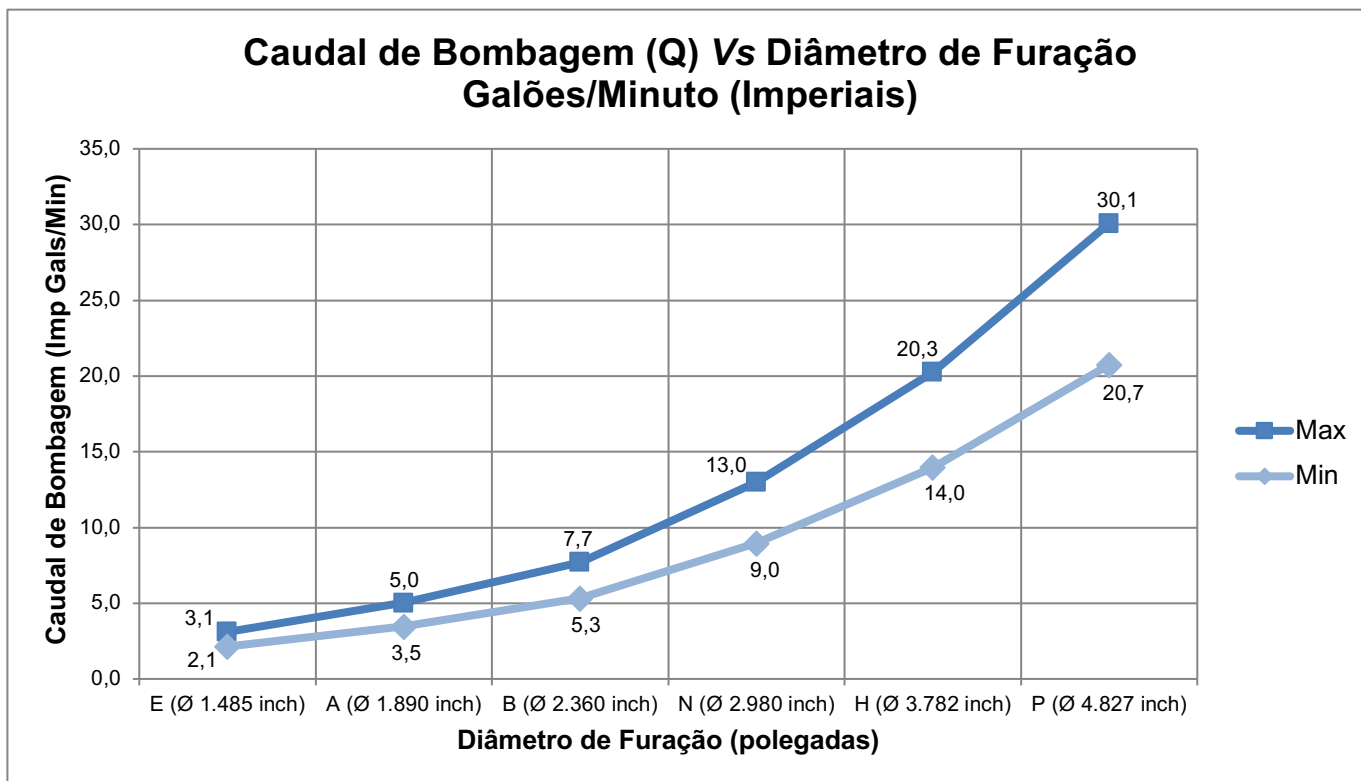
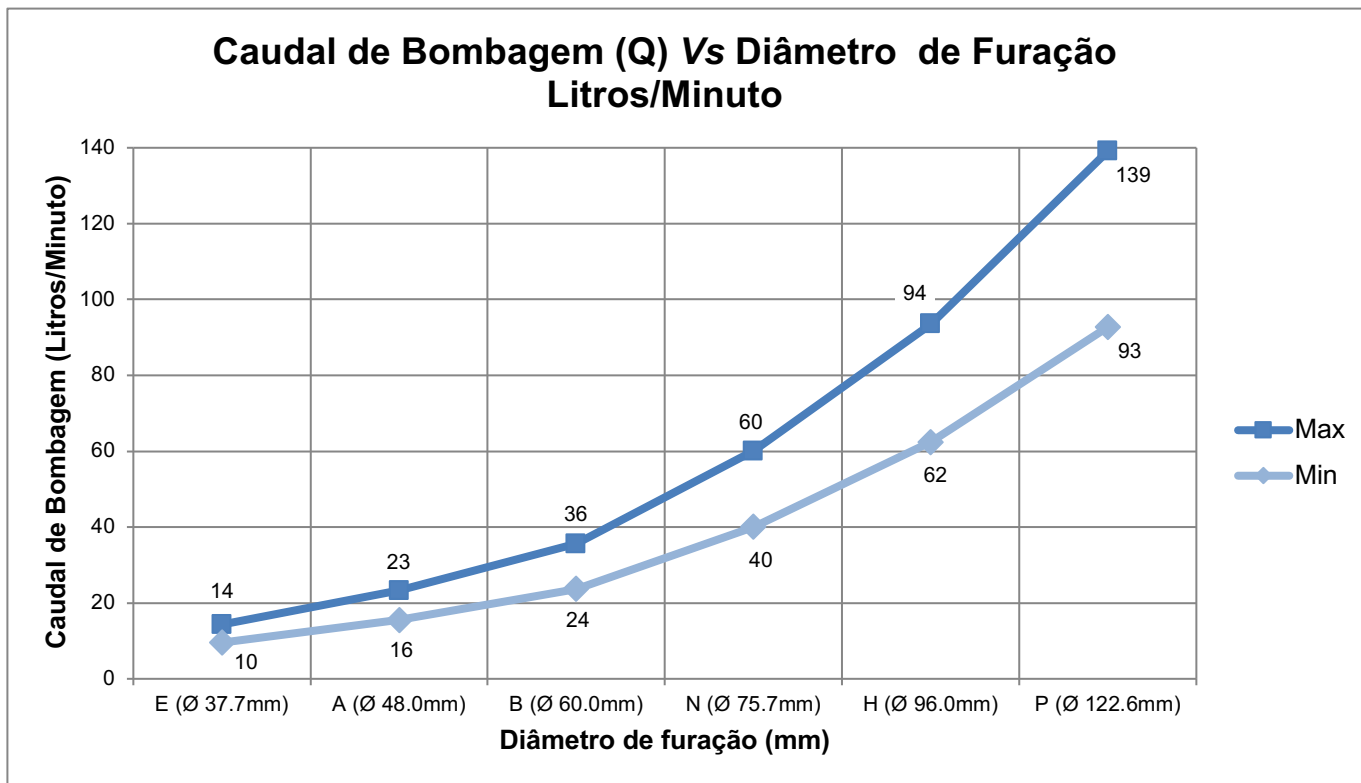
Use a fórmula a seguir para calcular a taxa de circulação máxima e mínima da bomba (Q):

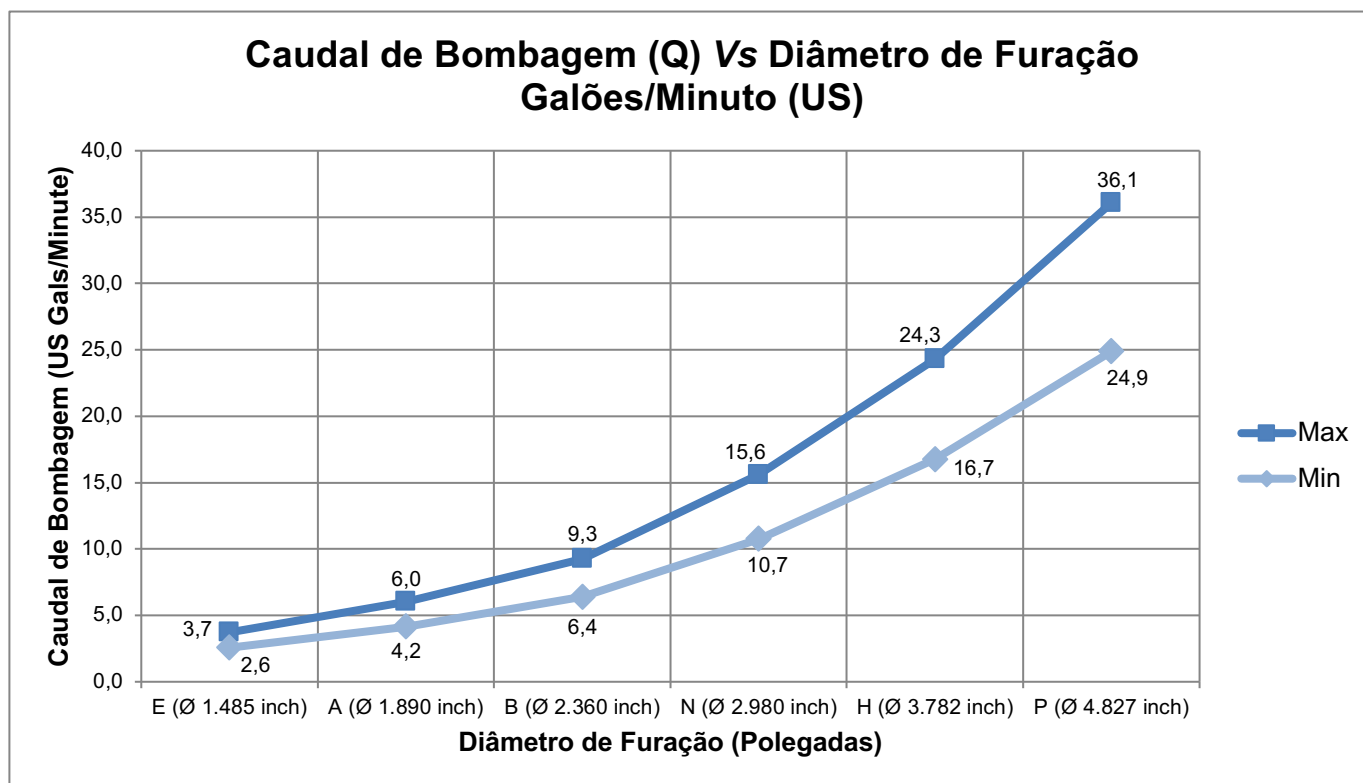
$$Q = V_a \left[\frac{0.785(d^2 - s^2)h}{c} \right]$$

Dependendo do sistema de medição em uso, as variáveis da fórmula foram definidas na tabela a seguir:

Variável	Descrição da variável	Unidades e Constantes		
Q	Taxa de Bombagem	US galões/min	galões/min (Imperiais)	litros/min
V_a	Velocidade Anular	pés/min	pés/min	metros/min
h	Unidade de altura Anular	12 polegadas/pé	12 polegadas/pé	1000 mm/metro
d	Diâmetro do furo	polegadas	polegadas	mm
s	Diâmetro coluna perfuração	polegadas	polegadas	mm
c	Conversão de volume	231 pol. ³ /gal. US	277 inch ³ /gal. Imp.	1 x 10 ⁶ mm ³ /litro

Com base na equação acima, em conjunto com as velocidades anulares máximas e mínimas recomendadas, as taxas de bombagem máxima e mínima recomendadas (Q) para as combinações mais comuns de diâmetro do furo e diâmetro da coluna de perfuração são fornecidas nos três gráficos a seguir:





Os valores de "Q" próximos do limite MÁXIMO devem ser usados sempre que se verifique qualquer uma das seguintes situações:

- Os fragmentos (cuttings) gerados pela coroa são relativamente grandes, como os gerados pelas coroas TSP ou Pax.
- A dureza da formação causa um elevado atrito na face da coroa, originando uma grande libertação de calor.
- A formação é relativamente consolidada com pouca ou nenhuma perda de retorno do fluido de circulação.

Os valores de "Q" próximos do limite MÍNIMO devem ser utilizados sempre que se verifique qualquer uma das seguintes situações:

- Os fragmentos (cuttings) gerados pela coroa são relativamente finas.
- A formação a ser perfurada é suscetível à erosão hidráulica.
- Ao perfurar em formações muito duras e de grão fino, pode ser desejável utilizar coroas de diamante impregnado com caudal de bombagem próximo (mas não abaixo) do Caudal mínimo recomendado. Isso promoverá uma abrasão controlada da matriz, com o objetivo de garantir uma taxa de penetração satisfatória.
- Quando a coroa utilizada possui uma configuração de passagens de água estreitas e em pequeno número, a utilização de um caudal de fluido de circulação próximo do mínimo recomendado, reduzirá a pressão do fluido na face da coroa e, por sua vez, reduzirá o efeito de elevação hidráulica que tende a neutralizar a carga sobre a coroa.



O fluxo do fluido de circulação nunca deve ser completamente desligado com a coroa em rotação e sobre carga.

Considerações especiais para coroas de diamante impregnado

1. Afiar / Avivar a Coroa: A prática de utilizar uma coroa de diamante impregnada com um caudal de circulação de fluido excessivamente baixa (abaixo do mínimo recomendado), a fim de promover a remoção da matriz (para manter a coroa afiada) deve ser evitada. Como alternativa a essa técnica, baixar temporariamente a velocidade de rotação no sentido do valor mínimo recomendado para um diâmetro de coroa específico, permitirá que a coroa se afie. O caudal do fluido de circulação só deve ser reduzido um pouco se a coroa não se afiar por si só e deve ser reposta a sua configuração original imediatamente após o afiamento.
2. Perfuração em formações duras e não abrasivas: Cargas (peso) mais altas sobre a coroa só devem ser aplicadas se:
 - (a) Os caudais do fluido de circulação estão próximo do MÁXIMO recomendado ou
 - (b) Um lubrificante de coroas adequado foi adicionado à solução de fluido circulante.

Dinâmica de fluidos na face (zona de descarga) da coroa

A configuração das saídas de água na face da coroa tem um efeito considerável no seu desempenho. Utilizando o mesmo caudal de fluido de circulação no furo, as configurações das saídas de água **Regular** (Estilo 'W'), **T-Turbo** (Estilo 'TT'), **Trapezoidal Extra Larga** (Estilo 'TXW') e **VORTEX** (Estilo 'VX') produzem uma pressão do fluido mais alta na face da coroa do que as saídas de água **Extra Extra Larga** (estilo 'XXW'), **Fluxo Livre** (estilo 'FF'), **Descarga Frontal** (estilo 'FD') e **Descarga Frontal de Fenda** (estilo 'SFD').

Pressões mais altas de fluido de circulação a sair através das passagens de água podem ser desejáveis ao tentar criar uma ação de jato na face da coroa para remover fragmentos (cuttings) finos. Pressões mais baixas do fluido de circulação, nas saídas de água da coroa podem ser desejáveis quando a formação a ser perfurada é suscetível à erosão hidráulica, quando existe elevação hidráulica ou quando a turbulência gerada na face da coroa dificulta o desempenho da coroa.

O efeito da configuração das saídas de água na pressão do fluido de circulação na face da coroa para algumas coroas de diamante impregnado mais comuns é ilustrado na tabela a seguir:

Dimensão da Coroa	Configuração das saídas de água	TFA (cm ²)	Caudal da Bomba (Q) (Litros / Minuto)		Pressão do Fluido kPa (kgf/cm ²)	
			Mínimo	Máximo	A (Q) Mínimo	A(Q) Máximo
AWL or AWLTK	6W	0,290	15,9	22,7	41,9 (0,43)	85,4 (0,87)
	5TXW	0,361	15,9	22,7	26,6 (0,27)	54,4 (0,55)
	5XXW	0,484	15,9	22,7	15,1 (0,15)	30,8 (0,31)
AWL	5FD	0,897	15,9	22,7	4,4 (0,04)	9,0 (0,09)
BWL or BWLTK	7TW+7TT (T-Turbo)	0,342	24,1	35,0	70,5 (0,72)	148,9 (1,52)
	8W	0,387	24,1	35,0	54,0 (0,55)	114,0 (1,16)
	6TXW	0,439	24,1	35,0	42,4 (0,43)	89,6 (0,91)
	6XXW	0,581	24,1	35,0	24,0 (0,24)	50,7 (0,52)
BWL	5VX	0,484	24,1	35,0	34,5 (0,35)	73,0 (0,74)
	6FD	1,077	24,1	35,0	7,0 (0,07)	14,8 (0,15)
	6XXWFF	1,523	24,1	35,0	3,5 (0,04)	7,4 (0,08)
NWL or NWL2	6VX	0,581	40,9	59,1	69,2 (0,71)	144,4 (1,47)
	9TW+9TT (T-Turbo)	0,439	40,9	59,1	123,0 (1,25)	256,7 (2,62)
	10W	0,484	40,9	59,1	99,6 (1,02)	207,9 (2,12)
	8TXW	0,581	40,9	59,1	68,8 (0,70)	143,6 (1,46)
	8XXW	0,774	40,9	59,1	39,0 (0,40)	81,2 (0,83)
	8FD	1,432	40,9	59,1	11,4 (0,12)	23,7 (0,24)
NWL	4SFD	2,432	40,9	59,1	3,9 (0,04)	8,2 (0,08)
	8XXWFF	3,252	40,9	59,1	2,2 (0,02)	4,6 (0,05)
NWL2	8XXWFF	2,477	40,9	59,1	3,8 (0,04)	7,9 (0,08)
HWL or HWL3	7VX	0,677	63,6	92,3	123,0 (1,25)	258,6 (2,64)
	11TW+11TT (T-Turbo)	0,535	63,6	92,3	199,3 (2,03)	418,9 (4,27)
	12W	0,581	63,6	92,3	167,4 (1,71)	352,1 (3,59)
	10TXW	0,729	63,6	92,3	106,6 (1,09)	224,1 (2,29)

Dimensão da Coroa	Configuração das saídas de água	TFA (cm ²)	Caudal da Bomba (Q) (Litros / Minuto)		Pressão do Fluido kPa (kgf/cm ²)	
			Mínimo	Máximo	A (Q) Mínimo	A(Q) Máximo
HWL or HWL3 (Cont'd)	10XXW	0,968	63,6	92,3	60,3 (0,61)	126,7 (1,29)
	10FD	1,794	63,6	92,3	17,6 (0,18)	37,0 (0,38)
	5SFD	3,039	63,6	92,3	6,1 (0,06)	13,2 (0,13)
HWL	10XXWFF	4,535	63,6	92,3	2,8 (0,03)	5,8 (0,06)
HWL3	10XXWFF	5,277	63,6	92,3	2,0 (0,02)	4,4 (0,04)
PWL	13TW+13TT (T-Turbo)	0,716	94,1	136,8	242,8 (2,48)	513,5 (5,24)
	16W	0,877	94,1	136,8	160,3 (1,63)	339,0 (3,46)
	14TXW	1,155	94,1	136,8	92,6 (0,94)	195,7 (2,00)
	12XXW	1,316	94,1	136,8	71,2 (0,73)	150,7 (1,54)
	12FD	2,148	94,1	136,8	26,8 (0,27)	56,5 (0,58)
	6SFD	3,652	94,1	136,8	9,2 (0,09)	19,6 (0,20)
	12XXWFF	6,929	94,1	136,8	2,6 (0,03)	5,5 (0,06)

Gravidade Específica é uma quantidade adimensional que indica quantas vezes um determinado volume de um material é mais pesado que um volume igual de água. Os valores de gravidade específicos associados à hidráulica da perfuração referem-se à mistura de água e polímeros ou lama de perfuração que são utilizados como fluido de circulação. A água pura a 17 °C (62 °F) tem uma gravidade específica de 1,00 e uma densidade de 998,9 kg/m³. Normalmente, as misturas de água e lama de perfuração deverão ter uma gravidade específica entre 1,00 a 1,30, resultando em valores de densidade de 998,9 kg/m³ (62,4 libras/pé³) a 1298,6 kg/m³ (81,1 libras/pé³).

Todos os valores de "Pressão do fluido" apresentados na tabela acima assumem que o fluido circulante tem uma gravidade específica de 1,00. O uso de fluidos de circulação com uma gravidade específica maior que 1,00 resultará em pressões mais altas do fluido na face da coroa.

Em alguns casos, a densidade de uma mistura de lamas de perfuração pode ser dada como massa por volume de fluido. Por exemplo, onde se diz que um fluido em circulação tem uma densidade de "10,2 libras / galão US", a gravidade específica da mistura (γ) é determinada pela conversão da densidade especificada em libras / pé³, usando a seguinte fórmula:

$$\rho = \rho_0 \left(7.48 \frac{US \text{ gal}}{foot^3} \right)$$

Onde:
 ρ_0 = A densidade do fluido de circulação expressa em libras/galão US.
 ρ = A densidade do fluido de circulação expressa em libras / pé³.

Neste exemplo, a conversão de unidades de "libras/galão americano" para "libras/pé³" (ρ) é dada pela equação:

$$\rho = \left(10.2 \frac{pounds}{US \text{ gal}} \right) \left(7.48 \frac{US \text{ gal}}{foot^3} \right) = 76.3 \frac{pounds}{foot^3}$$

Assim, a gravidade específica (γ) é a razão entre a densidade do fluido de circulação e a densidade da água pura:

$$\gamma = \frac{\rho}{62.4 \text{ pounds/foot}^3}$$

Onde:
 ρ = densidade do fluido circulante expressa em libras / pé³.

Neste exemplo, a gravidade específica é dada pela equação:

$$\gamma = \frac{76.3 \text{ pounds/foot}^3}{62.4 \text{ pounds/foot}^3} = 1.22$$

Cálculo da pressão do fluido de circulação produzida na face da coroa (P)

Área Total de Fluxo (TFA) é definida como a combinação da área da seção transversal de todas as portas de entrada de fluido. Ou seja, a soma das áreas dos canais internos de passagem de fluidos ou a soma das áreas dos orifícios ou fendas de descarga da face da coroa.

A pressão real do fluido (*P*) produzida na face de qualquer coroa pode ser calculado usando a seguinte fórmula:

$$P = \frac{\left(\frac{Q}{A}\right)^2 \gamma \rho}{2g}$$

Onde:

Q = O caudal da bomba de circulação fornecida em "inch³/sec"

A = A TFA para a coroa a utilizar em "inch²"

γ = A gravidade específica do fluido de circulação

ρ = A densidade da água: uma constante de 0,0361 pounds/inch³

g = A aceleração devido à gravidade: uma constante de 384 inches/sec²

Fatores de Conversão

Comprimento

1 mm = 0.039 inch

1 inch = 25.4 mm

Força

1 N = 0.225 lbf

1 kN = 225 lbf

1 lbf = 4.45 N

Massa

1 kg = 2.205 lb

1 lb = 0.454 kg

Pressão

1 MPa = 1 N/mm²

1 MPa = 145 lb/inch²

1 Bar = 100 kPa = 14.5 lb/inch²

1 lb/inch² = 0.0069 MPa

1 lb/inch² = 6.9 kPa

Volume

1 litro = 0.264 gal (US)

1 litro = 0.220 gal (Imperial)

1 gal (US) = 3.785 litros

1 gal (Imperial) = 4.546 litros

Ficha Técnica TD108

Revisão 2

Data de Publicação: 13 de Maio de 2019

Os dados técnicos deste documento são uma orientação básica para a seleção das ferramentas apropriadas para o seu trabalho. Como as condições de perfuração e as capacidades dos equipamentos de perfuração variam consideravelmente de local para local, é impossível definir parâmetros absolutos para a aplicação de nossas ferramentas de perfuração. Alguma experimentação por parte do utilizador final pode ser necessária, pois podem ser aplicáveis parâmetros fora dos recomendados na literatura de produtos da Dimatec. Foram feitos todos os esforços para garantir a precisão dos dados contidos neste documento. Dimatec Inc. não pode aceitar qualquer responsabilidade devido a erros ou omissões nos dados que fornecemos. Dimatec Inc. trabalha constantemente para melhorar os nossos produtos e, portanto, reserva-se o direito de fazer alterações em materiais, especificações, preços e dados técnicos sem aviso prévio.

Dimatec Inc. • 180 Cree Crescent • Winnipeg, Manitoba, Canada R3J 3W1

Telephone: Toll-Free 1-866-202-5875 (Canada and US) or (204) 832-2828 • Fax: (204) 832-4268 • E-mail: info@dimatec.com • Website: www.dimatec.com