



FORMULÁRIO — UNIDADES DE CAMPO

CONTROLE DE POÇOS PARA OPERAÇÕES DE PERFURAÇÃO E WORKOVER

Para instruções sobre arredondamento de números nos cálculos numéricos observar as seguintes regras e recomendações. Utilize os valores arredondados nos cálculos subsequentes.

REGRAS DE ARREDONDAMENTO

- No cálculo da densidade do fluido de matar, **ARREDONDAR PARA CIMA** usando uma casa decimal (por exemplo: 10.73 lb/gal arredondar para 10.8 lb/gal; 11.03 lb/gal arredondar para 11.1 lb/gal).
- No cálculo da densidade equivalente do teste de absorção (**LEAK OFF TEST – LOT**), **ARREDONDAR PARA BAIXO** usando uma casa decimal (por exemplo: 11.76 lb/gal arredondar para 11.7 lb/gal; 13.89 lb/gal arredondar para 13.8 lb/gal);
- No cálculo do programa de redução de pressão (pressure schedule), **ARREDONDAR PARA BAIXO** usando números inteiros (por exemplo: 21,6 psi/100 strokes arredondar para 21 psi/100 strokes);
- Para cálculos subsequentes, usar apenas os valores arredondados de densidade do fluido de matar e da densidade equivalente do teste de absorção.

RECOMENDAÇÕES PARA ARREDONDAMENTO

Ver à direita da tabela:

X = Número inteiro

X,X = Número com 1 casa decimal

X,XXXX = Número com 4 casas decimais

X,XXXXX = Número com 5 casas decimais

* 10 passos = Número de strokes da superfície até a broca dividido por 10.

GRANDEZA	UNIDADE	ARREDONDAMENTO e FORMATO DA RESPOSTA
Profundidade	m	X
Pressão	psi	X
Gradiente de Pressão	psi/m	X,XXXX
Densidade de fluido	lb/gal	X,X
Volume	bbl	X,X
Capacidade e Deslocamento	bbl/m	X,XXXXX
Strokes ou ciclos	stk ou ciclo	X
Velocidade da Bomba em strokes por minuto ou ciclos por minuto	spm ou cpm	X
Velocidade	m/h	X
Área	pol ²	X,XXXX
Força	lb	X
Programa de redução de pressão – Método do Engenheiro	psi/100 stk ou psi/10 passos*	X

		Sigla	Unidade	Fórmula
01	Pressão	P	psi	$P = \frac{\text{Força}}{\text{Área}}$
02	Pressão Hidrostática	PH	psi	$PH = \rho_{\text{fluido}} \times 0,1704 \times \text{TVD}$
03	Gradiente de Pressão	G	psi/m	$G = \rho_{\text{fluido}} \times 0,1704$
04	Pressão da Formação	PF	psi	$PF = \rho_{\text{poros}} \times 0,1704 \times \text{TVD}$
05	Pressão no Fundo do Poço (Dinâmica)	BHP	psi	$BHP = PH + \Delta P \text{ anular}$
06	Densidade Equivalente de Lama	$\rho_{\text{equivalente}}$	lb/gal (ppg)	$\rho = (\text{Pressão} \div 0,1704 \div \text{TVD})$
07	Margem de Segurança de Riser	MSR	lb/gal (ppg)	$MSR = \left[\frac{(\text{PH do riser}) - (\text{PH da água do mar})}{0,1704 \times (\text{TVD} - \text{Lâmina d'água} - \text{Air gap})} \right] + \rho_{\text{fluido}}$
08	Volume de fluido retornado para o trip tank devido ao tubo em U. (fluido a mais retornado)	Vol.	bbbl	$\text{Vol} = \left[\frac{\rho_{\text{tampão}} - 1}{\rho_{\text{fluido}}} \right] \times \text{volume do tampão}$
09	Volume total de fluido retornado para a superfície.	Vol. _{total}	bbbl	$\text{Vol.}_{\text{total}} = \left[\frac{\rho_{\text{tampão}}}{\rho_{\text{fluido}}} \right] \times \text{volume do tampão}$
10	Redução de nível na coluna após a estabilização do tampão (Altura de coluna seca)	H _{seca}	m	$H_{\text{seca}} = \left[\frac{\text{Volume retornado para o trip tank}}{\text{Capacidade da coluna}} \right]$
11	Volume Retangular (Volume do Tanque)	Vol.	bbbl	$\text{Vol} = \text{Largura} \times \text{Comprimento} \times H \times 6,29$ ou $\text{Vol} = (\text{Largura} \times \text{Comprimento} \times H) \div 0,1589$
12	Capacidade de um tanque em bbl/m	Cap.	bbbl/m	$\text{Cap} = \text{Largura} \times \text{Comprimento} \times 6,29$ ou $\text{Cap} = (\text{Largura} \times \text{Comprimento}) \div 0,1589$

13	Deslocamento de Aço	Desl.	bbbl/m	$Desl. = (OD^2 - ID^2) \times 0.00319$
14	Volume de Aço	Vol. _{Aço}	bbbl	Vol = Deslocamento x Comprimento (em MD)
15	Deslocamento coluna molhada (coluna cheia)	Desl. _{col. molhada}	bbbl/m	$Desl.col. molhada} = OD^2 \times 0.00319$
16	Volume de coluna molhada (coluna cheia)	Vol. _{col. molhada}	bbbl	Vol. _{col. molhada} = Deslocamento x Comprimento (em MD)}
17	Capacidade Interna	Cap. _{interna}	bbbl/m	$Cap.interna} = ID^2 \times 0.00319$
18	Volume interno	Vol. _{interno}	bbbl	Vol. _{interno} = Capacidade interna x Comprimento (em MD)}
19	Capacidade Externa/Anular	Cap. _{Anular}	bbbl/m	$Cap.Anular} = (ID_{do\ poço}^2 - OD_{da\ tubulação}^2) \times 0.00319$
20	Volume anular	Vol. _{anular}	bbbl	Vol. _{anular} = Capacidade anular x Comprimento (em MD)}
21	Número de Strokes	Nº Stk's	Strokes (stk's)	Nº Stk's = Volume ÷ Capacidade da bomba
22	Tempo de Circulação	T.c.	Min	Tempo = Nº Strokes ÷ Velocidade da bomba
23	Pressão da Formação (Após o fechamento do poço)	P.F	psi	PF = PH na coluna + SIDPP
24	Pressão no fundo do Poço (Após o fechamento do poço)	BHP	psi	BHP = PH na coluna + SIDPP
25	Pressão de Fechamento através da coluna (Shut in Drill Pipe Pressure)	SIDPP	psi	SIDPP = BHP – PH Coluna
26	Pressão de Fechamento através do casing (Shut in Casing Pressure)	SICP	psi	SICP = BHP – PH Anular
27	Densidade da Lama de Matar (Peso da lama de matar)	ρ_{matar}	lb/gal (ppg)	$\rho_{matar} = \left[\frac{SIDPP}{0,1704 \times TVD} \right] + \rho_{fluido}$
28	Densidade Equivalente de Circulação	ECD	lb/gal (ppg)	$ECD = \left[\frac{\Delta P\ anular}{0,1704 \times TVD} \right] + \rho_{fluido}$

29	Pressão na Sapata após o Fechamento	Psap	psi	$Psap = PH \text{ sapata} + SICP$
30	Densidade Equivalente de Fratura (Máximo peso de lama)	ρ_{frat}	lb/gal (ppg)	$\rho_{\text{frat}} = \left[\frac{\text{Pressão de Absorção}}{0,1704 \times TVD \text{ sapata}} \right] + \rho_{\text{fluido do teste}}$
31	Densidade Equivalente de Fratura (Máximo peso de lama)	ρ_{frat}	lb/gal (ppg)	$\rho_{\text{frat}} = \text{Gradiente de fratura} \div 0,1704$
32	Máxima Pressão Permissível no Choke antes do kick (Pressão Máxima Estática de Fratura)	MAASP	psi	$MAASP = (\rho_{\text{frat}} - \rho_{\text{fluido atual}}) \times 01704 \times TVD \text{ sapata}$ ou $MAASP = \text{Pressão de Fratura} - PH \text{ sapata}$
33	MAASP Após Controle	MAASP	psi	$MAASP = (\rho_{\text{frat}} - \rho_{\text{lama de matar}}) \times 01704 \times TVD \text{ sapata}$
34	Pressão Reduzida de Circulação	PRC	psi	$PRC = \text{Somatório das perdas de carga } (\Delta P)$
35	Nova pressão de bombeio quando a velocidade da bomba for alterada	P_{Bombeio}	psi	$P_{\text{Bombeio}} = \left[\frac{SPM \text{ nova}}{SPM \text{ atual}} \right]^2 \times \text{Pressão de bombeio atual}$
36	Nova pressão de bombeio quando a densidade de fluido for alterada	P_{Bombeio}	psi	$P_{\text{Bombeio}} = \left[\frac{\text{Fluido novo}}{\text{Fluido atual}} \right] \times \text{Pressão de bombeio atual}$
37	Pressão Inicial de Circulação	PIC	psi	$PIC = PRC + SIDPP$
38	Pressão no choke imediatamente após a entrada da bomba	Pchoke	psi	$Pchoke = SICP - \text{Perda de carga da linha de choke (CLF)}$
39	Pressão Final de Circulação	PFC	psi	$PFC = \left[\frac{\text{Fluido de matar}}{\text{Fluido atual}} \right] \times PRC$
40	Pressão Final de Circulação 2	PFC_2	psi	$PFC_2 = PFC + \left[\frac{\text{Fluido de matar}}{\text{Fluido atual}} \times CLF \right]$
41	Queda de pressão	Queda	Psi/100 strokes	$Queda = \left[\frac{PIC - PFC}{\text{Stk's da coluna}} \right] \times 100$

42	Queda de pressão	Queda	Psi/step	Queda = $\left[\frac{\text{PIC} - \text{PFC}}{10} \right]$
43	Diferencial de pressão	Δ Pressão	psi	Δ Pressão = $(\rho_{\text{fluido maior}} - \rho_{\text{fluido menor)}) \times 0,1704 \times \text{TVD}$
44	Capacidade da bomba	Cap. Bomba	bbbl/stk's	$\frac{D^2 \times \text{Comprimento da Haste} \times \text{Eficiência} \times 0.0102}{42}$
45	Altura do influxo	H _{kick}	m	H _{kick} = Volume do Kick ÷ Capacidade anular
46	Lei de Boyle			$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ *Pressão Atmosférica = 14,7 psi
47	Volume de Expansão de gás durante o controle de poço	Vol. Expansão	bbbl	Vol. Expansão = $\left[\frac{\text{Pressão de poros} \times \text{Vol. kick}}{\text{Pressão no choke}} \right] - \text{Vol. kick}$
48	Velocidade de Migração do Gás	Vel. Migração	m/h	Vel. Migração = $\frac{\text{Aumento da pressão de fechamento}_{(\text{psi/h})}}{\text{Gradiente do fluido}_{\text{psi/m}}}$ <i>(Usar o aumento da pressão no bengala ou no choke registrado na última hora)</i>
49	Volume a ser Drenado Devido à Migração do Gás	Vol.	bbbl	Vol = $\left[\frac{\text{Pressão a ser drenada}}{\text{Gradiente do fluido}} \right] \times \text{Capacidade do anular}$ <i>(Para o Método Volumétrico)</i>

FÓRMULAS DE CONTROLE DE POÇO PARA COMPLETAÇÃO/WORKOVER (UNIDADES DO BRASIL)

		Sigla	Unidade	Fórmula
01	Densidade do Fluido de Matar	ρ_{matar}	lb/gal (ppg)	$\rho_{\text{matar}} = \left[\frac{\text{SITP}}{0,1704 \times \text{TVD}} \right] + \rho_{\text{fluido}}$ <p>(*Se não tiver TVD, usar o topo dos canhoneados; **SITP – Pressão de fechamento na coluna de produção)</p>
02	Densidade do Fluido de Matar	ρ_{matar}	lb/gal (ppg)	$\rho_{\text{matar}} = \text{BHP} \div 0,1704 \div \text{TVD}$
03	Pressão Hidrostática Inicial	PH	psi	PH = Pressão da formação - SITP
04	Densidade Média Inicial do Fluido	ρ_{fluido}	lb/gal (ppg)	$\rho_{\text{fluido}} = (\text{Pressão hidrostática inicial} \div 0,1704 \div \text{Topo dos canhoneados (TVD)})$
05	Pressão de Fratura da Formação	Pfrat	psi	Pfrat = Gradiente de fratura da formação x Topo dos canhoneados (TVD)
06	Densidade Equivalente de Fratura	ρ_{fratura}	lb/gal (ppg)	$\rho_{\text{fratura}} = \text{Gradiente de fratura} \div 0,1704$
07	Pressão Máxima Inicial na Superfície	MAASP	psi	MAASP = Pressão de fratura da formação - Pressão hidrostática inicial
08	Pressão Máxima Inicial na Superfície	MAASP	psi	MAASP = [(Gradiente de fratura – Gradiente de poros) x Topo dos canhoneados] + SITP
09	Pressão Máxima Final na Superfície	MAASP	psi	MAASP = ($\rho_{\text{fratura}} - \rho_{\text{matar}}$) x 0,1704 x Topo dos canhoneados
10	Pressão no Fundo do Poço (Circulação Convencional)	BHP	psi	BHP = PH + Perdas de carga do Anular (ΔP Anular)
11	Pressão no Fundo do Poço (Circulação Reversa)	BHP	psi	BHP = PH + Perdas de carga da Coluna (ΔP Coluna)

12	ECD (Circulação Convencional)	ECD	lb/gal (ppg)	$ECD = \left[\frac{\Delta P \text{ anular}}{0,1704 \times TVD} \right] + \rho_{\text{fluido}}$
13	ECD (Circulação Reversa)	ECD	lb/gal (ppg)	$ECD = \left[\frac{\Delta P \text{ Coluna}}{0,1704 \times TVD} \right] + \rho_{\text{fluido}}$
14	Capacidade Interna	Cap. _{interna}	bbbl/m	$Cap_{\text{interna}} = ID^2 \times 0.00319$
15	Volume para o Bullheading	Vol.	bbbl	Vol. = Linhas de superfície _{bbbl} + Superfície para EDC _{bbbl} + EDC para Topo dos perfurados _{bbbl} + Topo dos perfurados para Base dos perfurados _{bbbl} <i>{EDC = Extremidade da coluna de produção}</i>
16	SPM da Bomba para Exceder a Migração do Gás	Vel.	SPM	$Vel = [(Migração \text{ do gás} \div 60) \times Cap. \text{ da coluna}] \div Desl. \text{ da bomba}$
17	Densidade do Fluido	ρ_{fluido}	lb/gal (ppg)	$\rho_{\text{fluido}} = [(Temp. \text{ média } ^\circ C - Temp. \text{ na superfície } ^\circ C) \times Perda \text{ de massa}] + \rho_{\text{fluido}} \text{ na temperatura média}$

Massa Específica (lb/gal)	Perda de Massa Específica (lb/gal/°C)
8.4 - 9.0	0.00306
9.1 - 11.0	0.00450
11.1 - 14.5	0.00594
14.6 - 17.0	0.00720
17.1 - 19.2	0.00864

Exemplo de Tabela de Perda de Massa

(Nota: Os valores podem variar a depender do tipo de fluido e de outros fatores)