



FORMULÁRIO — UNIDADES DE CAMPO

CONTROLE DE POÇOS PARA OPERAÇÕES DE PERFURAÇÃO

Os acrônimos usados nas formulas seguintes estão definidos no documento Acrônimos do WellSharp distribuído no curso. 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

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

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

1. FORÇA (*lb*) = Pressão_{psi} x Diâmetro² x 0,7854 (Diâmetro em Polegadas)
2. PRESSÃO (*psi*) = Força_{lb} ÷ Diâmetro² ÷ 0,7854
3. CAPACIDADE DO TUBULAR (*bbl/m*) = ID² x 0,00319 (ID = Diâmetro Interno do Tubular em Polegadas)
4. CAPACIDADE DO ANULAR (*bbl/m*) = (D² - d²) x 0,00319 (D = Diâmetro do Poço ou ID do Revestimento em Polegadas, d = Diâmetro Externo do Tubular em Polegadas)
5. ALTURA DE FLUIDO NA TUBULAÇÃO OU ANULAR (*m*) = Volume do Kick_{bbl} ÷ Capacity do Anular_{bbl/m} ou Capacidade da Tubulação_{bbl/m}
6. PRESSÃO HIDROSTÁTICA (*psi*) = 0,1704 x Densidade do Fluido_{lb/gal} x Prof. Vertical_m
7. GRADIENTE DE PRESSÃO HIDROSTÁTICA (*psi/m*) = 0,1704 x Densidade do Fluido_{lb/gal}
8. PRESSÃO DE POROS DA FORMAÇÃO (*psi*) = Pressão Hidrostática na Coluna de Perfuração_{psi} + SIDPP_{psi}
(também referida como pressão no fundo do poço no seu fechamento)
9. DENSIDADE DO FLUIDO (*lb/gal*) = Gradiente de Pressão_{psi/m} ÷ 0,1704 ou Pressão_{psi} ÷ Prof. Vertical_m ÷ 0,1704
10. DENSIDADE DE FLUIDO EQUIVALENTE (*lb/gal*) = Pressão_{psi} ÷ 0,1704 ÷ Prof. Vertical_m ou
(Pressão na Superfície_{psi} ÷ Prof. Vertical_m ÷ 0,1704) + Densidade do Fluido_{lb/gal}
11. DENSIDADE EQUIVALENTE DE CIRCULAÇÃO (*lb/gal*) = [Perdas de Carga no Anular_{psi} ÷ 0,1704 ÷ Prof. Vertical_m] + Densidade do Fluido_{lb/gal}
12. DENSIDADE DO FLUIDO DE MATAR (*lb/gal*) = [SIDPP_{psi} ÷ 0,1704 ÷ Prof. Vertical_m] + Densidade do Fluido Original_{lb/gal}
13. PRESSÃO INICIAL DE CIRCULAÇÃO (*psi*) = Pressão Reduzida de Circulação_{psi} + SIDPP_{psi}

14. PRESSÃO FINAL DE CIRCULAÇÃO (*psi*) = Pressão Reduzida de Circulação $_{psi}$ x [Densidade do Fluido de Matar $_{lb/gal}$ ÷ Densidade do Fluido Original $_{lb/gal}$]
15. PRESSÃO DE BOMBEIO COM NOVA VELOCIDADE (*psi*) = Pressão de Bombeio Atual $_{psi}$ x [SPM Nova ÷ SPM Atual]² (**valor aproximado!**)
16. PRESSÃO DE BOMBEIO COM NOVO FLUIDO (*psi*) = Pressão de Bombeio Atual $_{psi}$ x [Densidade do Fluido Novo $_{lb/gal}$ ÷ Densidade do Fluido Original $_{lb/gal}$] (**valor aproximado!**)
17. MÁXIMA DENSIDADE DE FLUIDO PERMISSÍVEL (*lb/gal*)
(Densidade Equivalente de Fratura) = [Pressão de Absorção na Superfície (LOT) $_{psi}$ ÷ 0,1704 ÷ Prof. Vertical da Sapata $_m$] + Densidade do Fluido do Teste $_{lb/gal}$
18. MÁX. PRESSÃO PERMISSÍVEL NO CHOKE - MAASP (*psi*) = [Densidade Equivalente de Fratura $_{lb/gal}$ – Densidade do fluido atual $_{lb/gal}$] x 0,1704 x Prof. Vertical da Sapata $_m$
19. MAASP APÓS CONTROLE (*psi*) = [Densidade Equivalente de Fratura $_{lb/gal}$ – Densidade do fluido de matar $_{lb/gal}$] x 0,1704 x Prof. Vertical da Sapata $_m$
20. FLUIDO A MAIS RETORNADO APÓS TAMPÃO PESADO (*bbf*) = [(Densidade do tampão $_{lb/gal}$ ÷ Densidade do fluido $_{lb/gal}$) – 1] x Vol. do tampão $_{bbf}$
21. FLUIDO TOTAL RETORNADO APÓS TAMPÃO PESADO (*bbf*) = [Densidade do tampão $_{lb/gal}$ ÷ Densidade do fluido $_{lb/gal}$] x Vol. do tampão $_{bbf}$
22. REDUÇÃO DO NÍVEL APÓS TAMPÃO PESADO (*m*) = [(Densidade do tampão $_{lb/gal}$ ÷ Densidade do fluido $_{lb/gal}$) – 1] x Vol. do tampão $_{bbf}$ Capacidade da coluna $_{bbf/m}$
23. DENSIDADE DO FLUIDO COM MARGEM DE RISER (*lb/gal*) = [(Hidrostática do fluido do riser $_{psi}$ – Hidrostática da água do mar $_{psi}$) ÷ 0,1704] ÷ (Prof. Vertical do Poço $_m$ – Lâmina d'Água $_m$ – Air Gap $_m$)
24. PRESSÃO NO CHOKE APÓS ENTRADA DE BOMBA (*psi*) = SICP $_{psi}$ – Perda de carga na linha de choke $_{psi}$
25. LEI DE BOYLE $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ $P = \text{Pressão}; V = \text{Volume}; \text{Pressão Atmosférica.} = 14.7 \text{ }_{psi}$
26. VELOCIDADE DE MIGRAÇÃO DO GÁS (*m/h*) = Aumento da pressão de fechamento $_{psi/h}$ ÷ Gradiente do fluido $_{psi/m}$
(Usar o aumento da pressão no bengala ou no choke registrado na última hora)

27. VOLUME A SER DRENADO DEVIDO À MIGRAÇÃO DO GÁS (*bbbl*) = $\frac{\text{Pressão a ser drenada}_{\text{psi}}}{\text{Gradiente do fluido}_{\text{psi/m}}} \times \text{Capacidade do Anular}_{\text{bbbl/m}}$
(Para o Método Volumétrico)

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

1. DENSIDADE DO FLUIDO DE MATAR (*lb/gal*) = $\frac{\text{SITP}_{\text{psi}}}{0,1704 \div \text{Topo dos perfurados TVD}_m} + \text{Densidade do fluido original}_{\text{lb/gal}}$
{TVD = Profundidade vertical SITP – Pressão de fechamento na coluna de produção}
2. DENSIDADE DO FLUIDO DE MATAR (*lb/gal*) = $\text{BHP}_{\text{psi}} \div 0,1704 \div \text{TVD}_m$
3. FATOR DE FLUTUABILIDADE (*FF*) = $(65,4 - \text{Densidade do fluido}_{\text{lb/gal}}) \div 65,4$
4. PESO DO TUBO COM FATOR DE FLUTUABILIDADE–TUBO ABERTO (*lbs/m*)
= $\text{Peso}_{\text{no ar, (lbs} \div \text{m)}} \times \text{Fator de Flutuabilidade}$
5. PESO DOS TUBULARES COM FATOR DE FLUTUABILIDADE (ABERTOS E SEM FLUIDO NO INTERIOR) (*lbs/m*)
= $\text{Peso}_{\text{no ar, (lbs} \div \text{m)}} - [(\text{D.E.}^2_{\text{pol do Tubo}} \times \text{Densidade do Fluido}_{\text{lb/gal}}) \div 24,5]$
6. PESO DOS TUBULARES COM FATOR DE FLUTUABILIDADE (FLUIDOS DIFERENTES EM TUBULAÇÃO E ANULAR) (*lbs/m*)
= $\text{Peso}_{\text{no ar (lbs} \div \text{m)}} + [(\text{D.I.}^2_{\text{pol DA TUBULAÇÃO}} \times \text{Densidade do Fluido}_{\text{lb/gal}}) \div 24,5] - [(\text{D.E.}^2_{\text{pol}} \times \text{Densidade do Fluido}_{\text{Anular}}) \div 24,5]$

FÓRMULAS PARA BULLHEADING

7. PRESSÃO DE FRATURA DA FORMAÇÃO (*psi*) = $\text{Gradiente de fratura da formação}_{\text{psi/m}} \times \text{Topo dos perfurados TVD}_m$
8. PRESSÃO HIDROSTÁTICA INICIAL (*psi*) = $\text{Pressão da formação}_{\text{psi}} - \text{SITP}_{\text{psi}}$
9. DENSIDADE MÉDIA INICIAL DO FLUIDO (*lb/gal*) = $\text{Pressão hidrostática inicial}_{\text{psi}} \div \text{Topo dos perfurados TVD}_m \div 0,1704$
10. PRESSÃO MÁXIMA INICIAL NA SUPERFÍCIE (*psi*) = $\text{Pressão de fratura da formação}_{\text{psi}} - \text{Pressão hidrostática inicial}_{\text{psi}}$
11. PRESSÃO MÁXIMA FINAL NA SUPERFÍCIE (*psi*) = $\text{Pressão de fratura da formação}_{\text{psi}} - (\text{Densidade do fluido de matar}_{\text{lb/gal}} \times 0,1704 \times \text{Topo dos perfurados TVD}_m)$
12. VOLUME PARA O BULLHEADING (*bbbl*) = $\text{Linhas de superfície}_{\text{bbbl}} + \text{Superfície para EDC}_{\text{bbbl}} + \text{EDC para Topo dos perfurados}_{\text{bbbl}} + \text{Topo dos perfurados para Base dos perfurados}_{\text{bbbl}}$
{EDC = Extremidade da coluna de produção}

13. SPM DA BOMBA PARA EXCEDER A MIGRAÇÃO DO GÁS = $(\text{Migração do gás}_{\text{m/hora}} \div 60) \times \text{Cap. da coluna}_{\text{bbl/m}} \div \text{Desl. da bomba}_{\text{bbl/stroke}}$
 {Cap. = Capacidade Desl. = Deslocamento}

FÓRMULA DE CORREÇÃO DE TEMPERATURA PARA AS SALMOURAS

14. DENSIDADE DO FLUIDO (lb/gal) = Densidade do fluido na temp. média lb/gal + [(Temp. média °C – Temp. na superfície °C) x Perda de massa lb/gal/grau °C]
 {Temp. = Temperatura °C = grau Celcius}

Exemplo de Tabela de Perda de Massa

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

Massa Especifica (lb/gal)	Perda de Massa Especifica (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