

Memória de Cálculo

ASME VIII Divisão 1, Edição 2007



TAG: VP-011

PULMÃO DE AR COMPRIMIDO

Cliente: Bunge – Silos Graneleiros – Santos/SP

www.conerge-engenharia.com.br

Rua Dr. Manuel Tourinho, 10 * Vila Mathias * Santos * SP * CEP 11015-030 * Voip: (13) 3466-7187

e-mail: comercial@conerge-engenharia.com.br

1 - Dados de Entrada

Tipo de Vaso.....	Vertical
Material do casco.....	SA-36
Material do tampo esquerdo.....	SA-36
Material do tampo direito.....	SA-36
Tampo superior.....	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Tampo inferior.....	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Diâmetro interno.....	790,00 mm
Comprimento do casco.....	1750,00 mm
Pressão interna.....	10,5000 kgf/cm ²
Pressão externa.....	0,0000 kgf/cm ²
Vácuo.....	0,0000 kgf/cm ²
Temperatura de Projeto.....	200,000 °C
Densidade do produto (ρ).....	1500,0 kg/m ³
Densidade do fluido de teste (ρ_T).....	1000,0 kg/m ³

2 - Cálculo do Casco

Material.....	SA-36
Pressão Interna (P_i).....	10,5000 kgf/cm ²
Temperatura Interna de Projeto (T_D).....	200,000 °C
Diâmetro interno (D).....	790,00 mm
Sobre-espessura de Corrosão Interna (t_{ic}).....	0,0000 mm
Sobre-espessura de Corrosão Externa (t_{ec}).....	0,0000 mm
Junta longitudinal.....	Categoria A, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c)
Junta circunferencial.....	Categoria B, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c)
Junta Casco x Tampo Tampo superior.....	Categoria B, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c)
Junta Casco x Tampo inferior.....	Categoria B, Tipo 1, Sem Rad. UW-11(c)

2.1 - Seção Cilíndrica 1

2.1.1 - Dados Básicos

Comprimento (L_s).....	1480,00 mm
Eficiência da junta longitudinal (E_l).....	0,70000
Eficiência da junta circunferencial (E_c).....	0,70000

2.1.2 - Cálculo da Coluna de Líquido

Pressão Estática - Operação - P_s ($H_s=1880,5$ mm).....	0,29212 kgf/cm ²
Pressão Estática - Teste Hidrostático de Fábrica - P_{th} ($H_{th}= 570,00$ mm).....	0,00790 kgf/cm ²
Coluna de Líquido para Teste Hidrostático de Campo - P_{tv} ($H_{tv}= 1880,5$ mm)....	0,19475 kgf/cm ²

2.1.3 - Cálculo da Pressão Interna

Raio Interno da Seção do Casco Corroída (R).....	395,00 mm
Pressão Interna de Projeto ($P = P_i + P_s$).....	10,7920 kgf/cm ²
Espessura Mínima sob Pressão Interna (t).....	5,2598 mm

Tensão circunferencial governa para pressão interna.

Espessura para tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1), como segue:

$$t = \frac{PR}{SE - 0,6 P}$$

$$t = \frac{6,78 \times 285}{970,24 \times 0,7 - 0,6 \times 6,7821}$$

$$\therefore t = 2,8631 \text{ mm}$$

Espessura para tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2), como segue:

$$t = \frac{PR}{2 S_1 E + 0,4 P}$$

$$t = \frac{6,78 \times 285}{2 \times 970,24 \times 0,7 + 0,4 \times 6,7821}$$

$$\therefore t = 1,4202 \text{ mm}$$

2.1.4 - Tensão de Compressão Admissível por UG-23(b)

Condição	R ₀ (mm)	T (mm)	Fator A	Fator B (kgf/cm ²)	S (kgf/cm ²)	S _c (kgf/cm ²)
Temperatura de Projeto/Corroído	400,50	5,5000	0,001717	895,06	1167,1	898,06
Temperatura de Projeto/Novo	400,50	5,5000	0,001717	895,06	1167,1	898,06
Temperatura de Teste/Corroído	400,50	5,5000	0,001717	1009,5	1167,1	1009,5
Temperatura de Teste/Novo	400,50	5,5000	0,001717	1009,5	1167,1	1009,5

- a) R₀ = raio externo
 b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída
 c) A = 0,125/(R₀/t) - UG-23(b) Step 1
 d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)
 e) S_c = menor entre S e B

2.1.5 - Cálculo da Espessura Nominal Mínima

Espessura mínima (t)..... 5,2596 mm
 Mínima espessura incluindo a Sobre-espessura de Corrosão (t_c)..... 5,2596 mm
 Espessura nominal (t_n)..... 5,5000 mm

Como t_n ∞ t_c, a espessura nominal é adequada.

2.1.6 - Cálculo da PMTA

Máxima Tensão Admissível na Temperatura de Projeto (S)..... 1167,1 kgf/cm²
 Espessura Corroída da Seção do Casco (t)..... 5,5000 mm
 Raio Interno da Seção do Casco Corroída (R)..... 395,00 mm
 Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA)..... 10,989 kgf/cm²

2.1.7 UCS-79(d) Alongamento da Fibra Externa

Alongamento da Fibra Externa (ϵ).....	0,69139 %
Espessura da Chapa (t).....	5,5000 mm
Raio da Linha de Centro Final (Rf).....	397,75 mm
Raio Original da Linha de Centro (R0).....	∞ mm

$$\epsilon = \frac{50 t}{R_0} \left(1 - \frac{Rt}{R_0} \right)$$

$$\epsilon = \frac{50 \times 5,5}{397,75} \times \left(1 - \frac{397,75}{\infty} \right)$$

$$\therefore \epsilon = 0,69139$$

2.2 - Seção Cilíndrica 2

2.2.1 - Dados Básicos

Comprimento (L_s).....	270,00 mm
Eficiência da junta longitudinal (E_l).....	0,70000
Eficiência da junta circunferencial (E_c).....	0,70000

2.2.2 - Cálculo da Coluna de Líquido

Pressão Estática - Operação - P_s ($H_s=1880,5$ mm).....	0,07012 kgf/cm ²
Pressão Estática - Teste Hidrostático de Fábrica - P_{th} ($H_{th}= 570,00$ mm).....	0,07900 kgf/cm ²
Coluna de Líquido para Teste Hidrostático de Campo - P_{tv} ($H_{tv}= 1880,5$ mm)....	0,04675 kgf/cm ²

2.2.3 - Cálculo da Pressão Interna

Raio Interno da Seção do Casco Corroída (R).....	395,00 mm
Pressão Interna de Projeto ($P = P_i + P_s$).....	10,570 kgf/cm ²
Espessura Mínima sob Pressão Interna (t).....	5,1506 mm

Tensão circunferencial governa para pressão interna.

Espessura para tensão circunferencial é dada por UG-27(c)(1), como segue:

$$t = \frac{PR}{SE - 0,6 P}$$

$$t = \frac{10,57 \times 395}{1167,1 \times 0,7 - 0,6 \times 10,57}$$

$$\therefore t = 5,1506 \text{ mm}$$

Espessura para tensão longitudinal é dada por UG-27(c)(2), como segue:

$$t = \frac{PR}{2 S_l E + 0,4 P}$$

$$t = \frac{10,57 \times 395}{2 * 1167,1 * 0,7 + 0,4 * 10,57}$$

$$\therefore t = 2,5487 \text{ mm}$$

2.2.4 - Tensão de Compressão Admissível por UG-23(b)

Condição	R ₀ (mm)	T (mm)	Fator A	Fator B (kgf/cm ²)	S (kgf/cm ²)	S _c (kgf/cm ²)
Temperatura de Projeto/Corroído	400,50	5,5000	0,001717	898,06	1167,1	898,06
Temperatura de Projeto/Novo	400,50	5,5000	0,001717	898,06	1167,1	898,06
Temperatura de Teste/Corroído	400,50	5,5000	0,001717	1009,5	1167,1	1009,5
Temperatura de Teste/Novo	400,50	5,5000	0,001717	1009,5	1167,1	1009,5

- a) R₀ = raio externo
 b) t = Espessura com sobre-espessura de corrosão incluída
 c) A = 0,125/(R₀/t) - UG-23(b) Step 1
 d) S = tensão máxima admissível de tração - UG-23(a)
 e) S_c = menor entre S e B

2.2.5 - Cálculo da Espessura Nominal Mínima

Espessura mínima (t).....	5,1506 mm
Mínima espessura incluindo a Sobre-espessura de Corrosão (t _c).....	5,1506 mm
Espessura nominal (t _n).....	5,5000 mm

Como t_n ∞ t_c, a espessura nominal é adequada.

2.2.6 - Cálculo da PMTA

Máxima Tensão Admissível na Temperatura de Projeto (S).....	1167,1 kgf/cm ²
Espessura Corroída da Seção do Casco (t).....	5,5000 mm
Raio Interno da Seção do Casco Corroída (R).....	395,00 mm
Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA).....	11,211 kgf/cm ²

2.2.7 UCS-79(d) Alongamento da Fibra Externa

Alongamento da Fibra Externa (ε).....	0,69139 %
Espessura da Chapa (t).....	5,5000 mm
Raio da Linha de Centro Final (R _f).....	397,75 mm
Raio Original da Linha de Centro (R ₀).....	∞ mm

$$\varepsilon = \frac{50 t}{R_0} \left(1 - \frac{Rt}{R_0} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{50 \times 5,5}{397,75} \times \left(1 - \frac{397,75}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 0,69139$$

3 - Cálculo do Tampos Superior

3.1 - Especificações do Tampo

Tampo.....	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Material.....	SA-36
Espessura nominal (t_n).....	4,5000 mm
Pressão Interna (P_i).....	10,500 kgf/cm ²
Temperatura Interna (T_i).....	200,000 °C
Temperatura de Projeto (T_D).....	200,000 °C
Tensão Admissível na Temperatura de Projeto (S).....	1167,1 kgf/cm ²
Tensão Admissível na Temperatura de Teste (S_T).....	1167,1 kgf/cm ²
Corrosão interna (t_{ic}).....	0,0000 mm
Corrosão externa (t_{ec}).....	0,0000 mm
Esmagamento.....	0,0000 mm

3.2 - Cálculo da Coluna de Líquido

3.2.1 – Seção Semi-elíptica

Pressão Estática - Operação - P_s ($H_s = 197,50$ mm).....	0,02963 kgf/cm ²
Pressão Estática - Teste Hidrostático de Fábrica - P_{th} ($H_{th} = 790,00$ mm).....	0,07900 kgf/cm ²
Coluna de Líquido para Teste Hidrostático de Campo - P_{tv} ($H_{tv} = 197,50$ mm)....	0,01975 kgf/cm ²

3.3 - Cálculo da Pressão Interna

3.3.1 – Fator K

Fator K (K).....	1,0000
------------------	--------

Fator K para tampos semi-elípticos é calculado por 1-4 (c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{790}{2 \times 197,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K = 1$$

Fator K após corrosão (K_c).....	1,0000
--------------------------------------	--------

Fator K para tampos semi-elípticos é calculado por 1-4 (c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{Dr}{2hc} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{790}{2 \times 197,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K_c = 1$$

Espessura mínima: 1-4(c)(1)

Eficiência da Junta (E).....	0,85000
Pressão Interna de Projeto ($P_i + P_s$).....	10,530 kgf/cm ²
Espessura Mínima sob Pressão Interna (t).....	4,1971 mm

A espessura mínima sob pressão interna é dada pelo Apêndice 1-4 (c)(1):

$$t = \frac{P D K}{2 S E - 0,2 P}$$

$$t = \frac{10,53 \times 790 \times 1}{2 \times 1167,1 \times 0,85 - 0,2 \times 10,53}$$

$$\therefore t = 4,1971 \text{ mm}$$

Espessura mínima: Máximo entre 1-4(c)(1) e UG-16

Corroded Thickness (t).....	4,5000 mm
Espessura Mínima por UG-16 (t _{UG-16}).....	1,000 mm
Espessura Mínima sob Pressão Interna (t).....	4,1971 mm

3.4 - Cálculo da Espessura Nominal Mínima

3.4.1 – Semielíptico

Espessura mínima (t).....	4,1971 mm
Espessura Mínima Mais Esmagamento e Corrosão (t _c).....	4,1971 mm

3.4.2 - Resultados Finais

Espessura mínima (t).....	4,1971 mm
Espessura Mínima Mais Esmagamento (t _r).....	4,1971 mm
Espessura Mínima Mais Esmagamento e Corrosão (t _c).....	4,1971 mm
Espessura nominal (t _n).....	4,5000 mm

Como t_n ∞ t_c, a espessura nominal é adequada.

3.5 - Cálculo da PMTA

3.5.1 - Parte Semielíptica

Corroded Thickness (t).....	4,5000 mm
Fator K após Corrosão (K).....	1,0000 mm
Eficiência de junta (E).....	0,85000
Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA).....	11,259 kgf/cm ²

PMTA é dada pelo Apêndice 1-4 (c)(1):

$$t = \frac{2 S E t}{K D + 0,2 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{2 \times 1167,1 \times 0,85 \times 4,5}{1 \times 790 + 0,2 \times 4,5} - 0,02963$$

$$\therefore PMTA = 11,259 \text{ kgf/cm}^2$$

3.6 UCS-79(d) Alongamento da Fibra Externa

Alongamento da Fibra Externa (□).....	2,4716 %
Espessura da Chapa (t).....	4,5000 mm
Raio da Linha de Centro Final (R _f).....	136,55 mm
Raio Original da Linha de Centro (R ₀).....	∞ mm

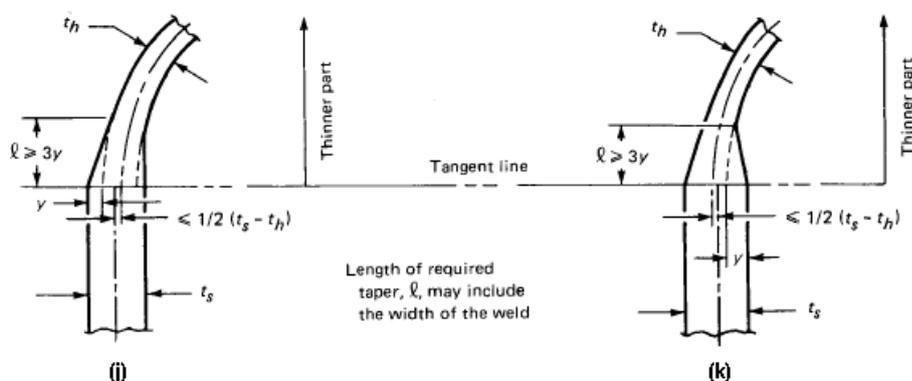
$$\varepsilon = \frac{75 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_x}{R_0} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{75 \times 4,5}{136,55} \times \left(1 - \frac{136,55}{\infty}\right)$$

$$\therefore \varepsilon = 2,4716$$

3.7 – Adelgamento e Comprimento da Parte Cilíndrica

Comprimento da redução exigido por UW-13(b)(3)?.....	Não
Espessura do tampo conformado (t_h).....	4,5000 mm
Espessura nominal do casco (t_s).....	5,5000 mm
Excentricidade entre casco e tampo (y).....	0,5000 mm
Diferença na espessura entre casco e tampo (Δ).....	1,0000 mm
Razão diferença na espessura / espessura da seção mais fina (Δr).....	0,22222



Conforme UW-13(b)(3), uma região de transição com comprimento não menor do que três vezes a diferença entre as faces externas das seções adjacentes mostradas na Fig. UW-13.1 croquis (j) e (k) deve se prevista na junção entre tampos conformados e cascos quando a diferença de espessura entre as partes for maior do que o menor valor entre 1/4 da menor espessura das seções ou 3 mm (1/8 in).

4 - Cálculo do Tampas Inferior

4.1 - Especificações do Tampo

Tampo.....	Semi-elíptico 2:1 L/D=0,90 r/D=0,17
Material.....	SA-36
Espessura nominal (t_n).....	4,5000 mm
Pressão Interna (P_i).....	10,500 kgf/cm ²
Temperatura Interna (T_i).....	200,000 °C
Temperatura de Projeto (T_D).....	200,000 °C
Tensão Admissível na Temperatura de Projeto (S).....	1167,1 kgf/cm ²
Tensão Admissível na Temperatura de Teste (S_T).....	1167,1 kgf/cm ²
Corrosão interna (t_{ic}).....	0,0000 mm
Corrosão externa (t_{ec}).....	0,0000 mm
Esmagamento.....	0,0000 mm

4.2 - Cálculo da Coluna de Líquido

4.2.1 – Seção Semi-elíptica

Pressão Estática - Operação - P_s ($H_s = 2145,0$ mm).....	0,03217 kgf/cm ²
Pressão Estática - Teste Hidrostático de Fábrica - P_{th} ($H_{th} = 790,00$ mm).....	0,07900 kgf/cm ²
Coluna de Líquido para Teste Hidrostático de Campo - P_{tv} ($H_{tv} = 2145,0$ mm)....	0,02145 kgf/cm ²

4.3 - Cálculo da Pressão Interna

4.3.1 – Fator K

Fator K (K)..... 1,0000

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4 (c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{790}{2 \times 197,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K = 1$$

Fator K após corrosão (K_c)..... 1,0000

Fator K para tampos semielípticos é calculado por 1-4 (c)(1):

$$K = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{Dr}{2hc} \right)^2 \right]$$

$$K = \frac{1}{6} \times \left[2 + \left(\frac{790}{2 \times 197,5} \right)^2 \right]$$

$$\therefore K_c = 1$$

Espessura mínima: 1-4(c)(1)

Eficiência da Junta (E)..... 0,85000
 Pressão Interna de Projeto (P_i + P_s)..... 10,822 kgf/cm²
 Espessura Mínima sob Pressão Interna (t)..... 4,3136 mm

A espessura mínima sob pressão interna é dada pelo Apêndice 1-4 (c)(1):

$$t = \frac{P D K}{2 S E - 0,2 P}$$

$$t = \frac{10,822 \times 790 \times 1}{2 \times 1167,1 \times 0,85 - 0,2 \times 10,822}$$

$$\therefore t = 4,3136 \text{ mm}$$

Espessura mínima: Máximo entre 1-4(c)(1) e UG-16

Corroded Thickness (t)..... 4,3136 mm
 Espessura Mínima por UG-16 (t_{UG-16})..... 2,5000 mm
 Espessura Mínima sob Pressão Interna (t)..... 4,3136 mm

4.4 - Cálculo da Espessura Nominal Mínima

4.4.1 – Semielíptico

Espessura mínima (t)..... 4,3136 mm
 Espessura Mínima Mais Esmagamento e Corrosão (t_c)..... 4,3136 mm

4.4.2 - Resultados Finais

Espessura mínima (t).....	4,3136 mm
Espessura Mínima Mais Esmagamento (t _r).....	4,3136 mm
Espessura Mínima Mais Esmagamento e Corrosão (t _c).....	4,3136 mm
Espessura nominal (t _n).....	4,5000 mm

Como t_n ∞ t_c, a espessura nominal é adequada.

4.5 - Cálculo da PMTA

3.5.1 - Parte Semielíptica

Corroded Thickness (t).....	4,5000 mm
Fator K após Corrosão (K).....	1,0000 mm
Eficiência de junta (E).....	0,85000
Pressão máxima de trabalho admissível (PMTA).....	10,967 kgf/cm ²

PMTA é dada pelo Apêndice 1-4 (c)(1):

$$t = \frac{2 S E t}{K D + 0,2 t} - P_s$$

$$PMTA = \frac{2 \times 1167,1 \times 0,85 \times 4,5}{1 \times 790 + 0,2 \times 4,5} - 0,32175$$

$$\therefore PMTA = 10,967 \text{ kgf/cm}^2$$

3.6 UCS-79(d) Alongamento da Fibra Externa

Alongamento da Fibra Externa (□).....	2,4716 %
Espessura da Chapa (t).....	4,5000 mm
Raio da Linha de Centro Final (R _f).....	136,55 mm
Raio Original da Linha de Centro (R ₀).....	∞ mm

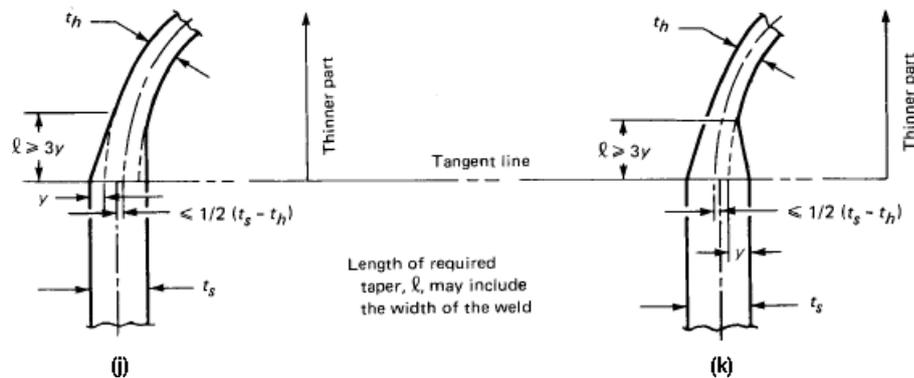
$$\varepsilon = \frac{75 t}{R_f} \left(1 - \frac{R_x}{R_0} \right)$$

$$\varepsilon = \frac{75 \times 4,5}{136,55} \times \left(1 - \frac{136,55}{\infty} \right)$$

$$\therefore \varepsilon = 2,4716$$

3.7 – Adelgamento e Comprimento da Parte Cilíndrica

Comprimento da redução exigido por UW-13(b)(3)?.....	Não
Espessura do tampo conformado (t _n).....	4,5000 mm
Espessura nominal do casco (t _s).....	5,5000 mm
Excentricidade entre casco e tampo (y).....	0,5000 mm
Diferença na espessura entre casco e tampo (Δ).....	1,0000 mm
Razão diferença na espessura / espessura da seção mais fina (Δr).....	0,22222



Conforme UW-13(b)(3), uma região de transição com comprimento não menor do que três vezes a diferença entre as faces externas das seções adjacentes mostradas na Fig.

UW-13.1 croquis (j) e (k) deve se prevista na junção entre tampos conformados e cascos quando a diferença de espessura entre as partes for maior do que o menor valor entre 1/4 da menor espessura das seções ou 3 mm (1/8 in).

4 - Teste Hidrostático de Campo baseado na PMTA de acordo com UG-99(b)

4.1 - Dados do Teste

O Teste de Campo é executado com o vaso na..... Posição Vertical
 Pressão local durante o teste..... 10,967 kgf/cm²
 Pressão Hidrostática de Teste de Campo a 21,000 °C..... 14,257 kgf/cm²
 Fator de Pressão - UG-99(b)..... 1,3000
 Relação de Tensões - UG-99(b)..... 1,0000

5 - Sumário do Cálculo do Vaso

Temperatura de Projeto..... 200,00 °C
 Pressão Interna de Projeto..... 10,5000 kgf/cm²
 Pressão Máxima de Trabalho Admissível (PMTA) por UG-98(a)..... 10,9670 kgf/cm²

6 - Resumo da Pressão

Componentes do Vaso		Pressão Interna (kgf/cm ²)	Pressão Estática (kgf/cm ²)	Pressão Externa (kgf/cm ²)	Vácuo (kgf/cm ²)	Sobre-espessura		Esmagamento (mm)
						Interno (mm)	Externa (mm)	
Tampo superior	Semi-elíptico	10,500	0,02963	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Casco	Seção 2	10,500	0,02963	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	---
	Seção 1	10,500	0,02963	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	---
Tampo superior	Semi-elíptico	10,500	0,02963	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Componentes do Vaso		Pressão Interna Total (kgf/cm ²)	Pressão Externa Total (kgf/cm ²)	PMTA (kgf/cm ²)
Tampo superior	Semi-elíptico	10,530	0,0000	11,259
Casco	Seção 2	10,570	0,0000	11,211
	Seção 1	10,792	0,0000	10,989
Tampo inferior	Semi-elíptico	10,822	0,0000	10,967

PMTA: Pressão Máxima de Trabalho Admissível [UG-98(a)]

PMTA é o menor dos valores encontrados para a Pressão Máxima de Trabalho Admissível para qualquer das partes essenciais de um vaso, ajustada para qualquer diferença na coluna de líquido que possa existir entre a parte considerada e o topo do vaso.

Se o cálculo da PMTA não está incluído no relatório de cálculo, então o vaso não precisa ser testado com base na PMTA, e, neste caso, a placa de identificação deve ter a Pressão de Projeto como a PMTA.

Pressão Máxima de Trabalho Admissível para o Vaso: 6,5000 kgf/cm² a 80,00 °C

8 - Sumário de Espessuras

Componentes do Vaso		Nominal (mm)	Projeto (mm)	Após Conformação (mm)	Mínima adotada (mm)	Eficiência da Junta Soldada	Carregamento
Tampo Superior	Semi-elíptico	4,5000	4,1971	4,1971	4,1971	0,85	Pressão Interna
Casco	Seção 2	4,5000	5,5000	5,1506	5,1506	0,70	Pressão Interna
	Seção 1	4,5000	5,5000	5,2596	5,2596	0,70	Pressão Interna
Tampo Inferior	Semi-elíptico	4,5000	4,5000	4,3136	4,3136	0,85	Pressão Interna

- a) Nominal: chapa comercial/espessura schedule
- b) Mínima adotada: espessura mínima adotada
- c) Projeto: espessura mínima de projeto, inclui corrosão e tolerância de conformação
- d) Após conformação: espessura mínima do material após a conformação

9 - Teste Hidrostático de Campo baseado na PMTA de acordo com UG-99(b)

A pressão do teste hidrostático de campo é igual a 14,2570 kgf/cm² a 21,000 °C (PMTA = 10,9670 kgf/cm²).

O teste de campo é executado com o vaso na posição vertical.

Componentes do Vaso		Pressão Local no Teste (kgf/cm ²)	Pressão Estática (kgf/cm ²) (mm)	Razão de Tensões (mm)	Tensão Máxima no Teste (kgf/cm ²)
Tampo Superior	Semi-elíptico	14,277	0,01975	1,000	2227,9
Casco	Seção 2	14,304	0,04675	1,000	2227,9
	Seção 1	14,452	0,19475	1,000	2227,9
Tampo Superior	Semi-elíptico	14,472	0,21450	1,000	2227,9

- a) Fator de Pressão - UG-99(b): 1,300
- b) Relação de Tensões - UG-99(b) : 1,000
- c) Pressão Local no Teste = Pressão do Teste + Pressão Estática no Teste
- d) Tensão Máxima durante o Teste = 0,9 x Tensão de Escoamento

CONTROLE DE EMISSÃO

Engenheiro Mecânico	RODRIGO KENJI EGAMI CREA SP 5070656258	 Assinatura	08/09/2022 Data
--------------------------------	---	--	----------------------------------

"Inspeção com Segurança e Qualidade é nossa Prioridade"