

Aberturas retangulares em tanques de armazenamento

1. Objetivo

O objetivo é a análise das condições para possível utilização de acessórios, como bocais e bocas de visita com abertura retangular, no costado e no teto de tanques de armazenamento.

2. Introdução

O código ou norma de projeto e construção de tanques de armazenamento API Std 650 *Welded Tanks for Oil Storage* prevê aberturas circulares para os acessórios no costado tipo bocas de visita e bocais de conexão com tubulações.

As exceções de aberturas retangulares no costado são para as portas de limpeza *Flush-Type Cleanout Fittings* e para os bocais de tubulações no costado *Flush-Type Shell Connections*, de construção do tipo rentes ou niveladas com o fundo *flush type* do tanque.

As bocas de visita são usadas para acessar o interior do tanque de armazenamento, particularmente, para os serviços de inspeção.

Normalmente, no costado há pelo menos duas bocas de visita a 180°, para facilitar a circulação de ar e o arejamento do tanque.

No teto do tanque também deve haver ao menos uma boca de visita, para facilitar o acesso ao interior do tanque, que pode ser de abertura circular ou retangular, a depender do tipo de teto, se fixo ou flutuante.

A porta de limpeza é uma abertura para permitir os serviços de limpeza e manutenção do tanque, com a entrada e saída de pessoas e máquinas. Não é muito comum em tanques de armazenamento de derivados de petróleo refinados, mas é encontrada em tanques de petróleo e de resíduos, propensos ao acúmulo de detritos.

3. Referências

- API Std 650 - Welded Tanks for Oil Storage
- Norma Petrobras N-270 Projeto de Tanque de Armazenamento Atmosférico
- Storage tank square manhole calculation method
://www.eng-tips.com/viewthread.cfm?qid=268752

4. Aberturas no costado e no teto para acesso ao interior do tanque de armazenamento

As bocas de visita do costado são de abertura circular e instaladas nas chapas do 1º anel do costado do tanque.

Não são previstas bocas de visita com abertura retangular no costado

As bocas de visita do teto fixo podem ser circulares ou retangulares.

As portas de limpeza são de abertura retangular e também são montadas no 1º anel do costado do tanque.

Diâmetro do tanque (m)	Bocas de visita						Portas de limpeza	
	Costado		Teto fixo		Teto flutuante interno e externo			
	Qt.	Dimensão mm (in)	Qt.	Dimensão mm (in)	Qt.	Dimensão mm (in)	Qt.	Dimensões mm (in)
D ≤ 6	1	600 (24)	1	600 (24)	1	900 (36)	1	600 x 600 (24 x 24)
6 < D ≤ 10	1	600 (24)	1	600 (24)	1	900 (36)	1	600 x 600 (24 x 24)
10 < D ≤ 18	1	600 (24)	2	600 (24)	2	900 (36)	1	900 x 1200 (36 x 48)
18 < D ≤ 27	2	600 (24)	2	600 (24)	2	900 (36)	1	1200 x 1200 (48 x 48)
27 < D ≤ 43	4	600 (24)	2	600 (24)	4	900 (36)	2	1200 x 1200 (48 x 48)
43 < D ≤ 55	5	600 (24)	3	600 (24)	5	900 (36)	2	1200 x 1200 (48 x 48)
55 < D ≤ 90	6	600 (24)	4	600 (24)	6	900 (36)	3	1200 x 1200 (48 x 48)
D > 90	2)	600 (24)	2)	600 (24)	2)	900 (36)	2)	1200 x 1200 (48 x 48)

NOTA 1 As dimensões são nominais; para as demais dimensões seguir a API STD 650.
NOTA 2 Para tanque com diâmetro acima de 90 m, a quantidade de bocas de visita e portas de limpeza deve ser definida no projeto básico.
NOTA 3 As bocas de visita do teto flutuante (interno ou externo) são para acesso ao interior do tanque.

Bocas de Visita e Portas de Limpeza em Tanques de Armazenamento

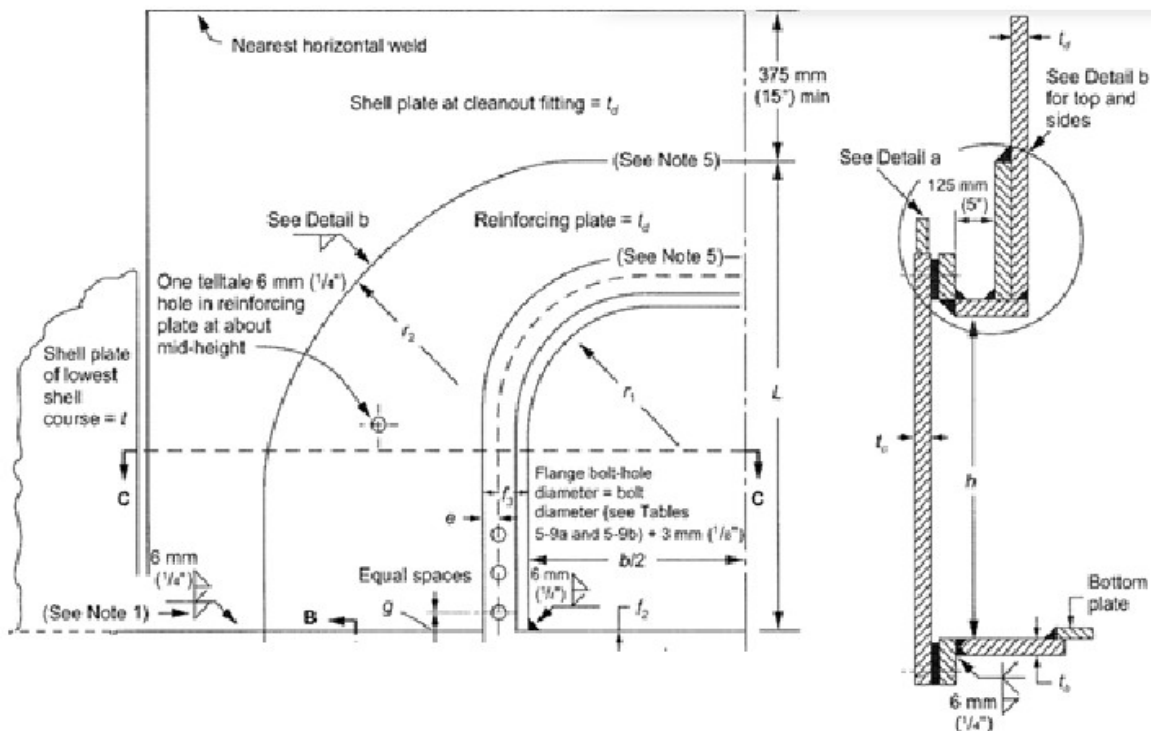
Referência: Norma Petrobras N-270

Com relação às aberturas com formato retangular, conforme o código API Std 650, são previstas aberturas retangulares no costado para portas de limpeza *Flush-Type Cleanout Fittings* e para conexões de bocais *Flush-Type Shell Connections*, mas apenas do tipo “flush-type”, ou seja, desde que rentes ou niveladas com o fundo.

No teto fixo de tanque são admitidas aberturas retangulares, em algumas situações, já em teto flutuante não deve haver abertura retangular.

4.1. Porta de Limpeza nivelada com o fundo do tanque *Flush-Type Cleanout Fittings*

Na porta de limpeza a abertura é retangular, mas os cantos superiores da abertura devem ter um raio (r_1), conforme mostrado na Tabela 5-9a do API Std 650.



Porta de Limpeza retangular em costado de tanque de armazenamento

Referência: API Std 650 Figure 5-12-Flush-Type Cleanout Fittings (See Tables 5-9a, 5-9b, 5-10a, 5-10b, 5-11a and 5-11b)

Height of Opening h	Width of Opening b	Upper Corner Radius of Opening r_1
203	406	100
610	610	300
914	1219	610
1219	1219	610

Dimensões principais de porta de limpeza nivelada com o fundo do tanque

Referência: API Std 659 Table 5-9a-(SI) Dimensions for Flush-Type Cleanout Fittings (mm)

Nota:

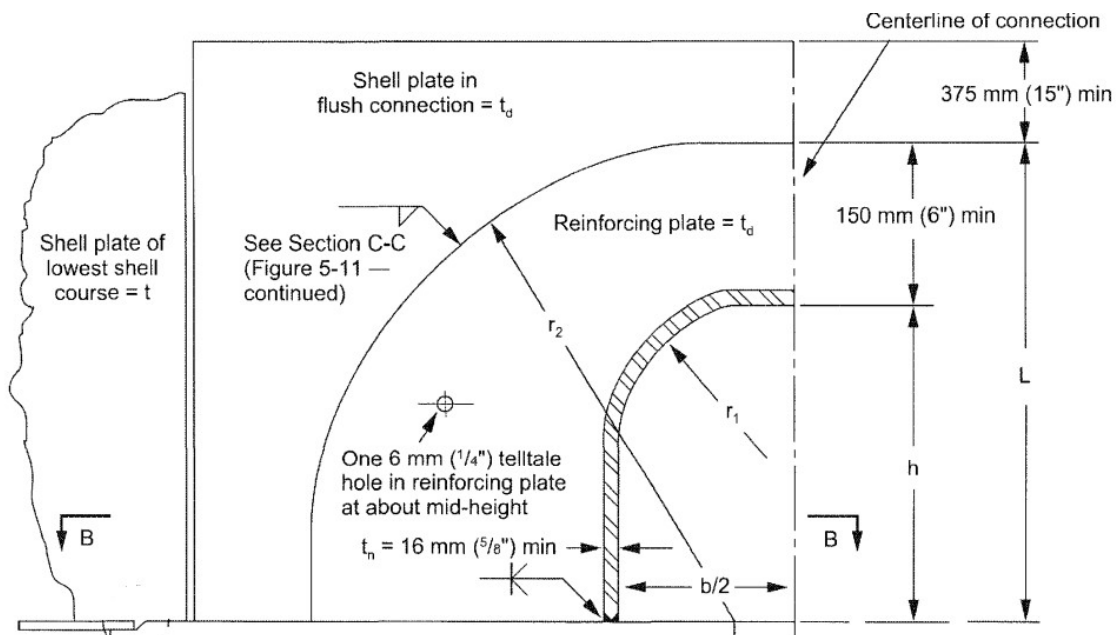
Quando o material do costado for do Grupo I, II, III ou IIIA, conforme API Std 650, a largura ou a altura da abertura livre não deve exceder 1200 mm (48 pol.); quando o material for do Grupo IV, IVA, V ou VI, a altura não deve exceder 900 mm (36 pol.).

4.2. Conexões no costado niveladas com o fundo do tanque *Flush-Type Shell Connection*

Os tanques podem ter conexões ou bocais no costado do tipo rentes ou niveladas com o fundo do tanque.

Essas conexões ou bocais tipo *flush type* são de abertura retangular, com os cantos superiores arredondados com raio (r_1), da Tabela 5-12a do API Std 650.

São usados para os bocais de saída de produto, quando se precisa reduzir ao máximo o lastro residual no tanque, no esvaziamento.



Conexão ou bocal no costado nivelado com o fundo do tanque

Referência : API Std 650 Figure 5-14-Flush-Type Shell Connection

Height of Opening h	Width of Opening b	Upper Corner Radius of Opening r_1
200	200	OD of 8 NPS ⁻
300	300	OD of 12 NPS ⁻
300	500	150
300	550	150
300	625	150
300	900	150

Dimensões principais de boca de visita de costado nivelada com o fundo do tanque

Referência API Std 650 Table 5-12a-(SI) Dimensions for Flush-Type Shell Connections (mm)

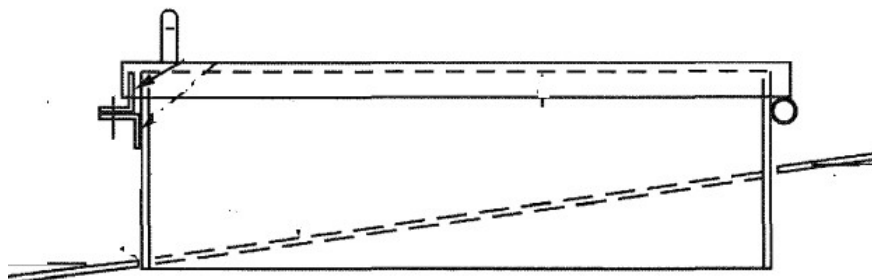
5. Aberturas em teto fixo de tanque de armazenamento

Ainda conforme o código API Std 650, no teto fixo são permitidas aberturas circulares e retangulares, dos tipos com tampas articuladas ou flangeadas.

Elas devem ser posicionadas evitando interferência com vigas ou com juntas soldadas das chapas do teto.

Os efeitos das cargas aplicadas na abertura do teto e na estrutura de suporte do teto devem ser considerados, tais como, peso próprio, grades de acesso normal de pessoal, proteção contra quedas, içamento ou recuperação de pessoal.

A estrutura do teto e a chapa ao redor da abertura devem ser reforçadas conforme necessário.

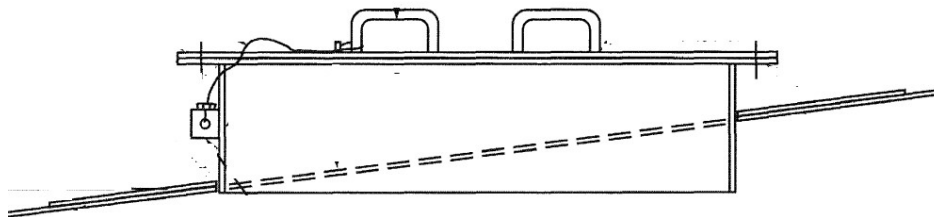


Boca de visita retangular articulada com dobradiças em teto fixo

Referência: API Std 650 Figure 5-18-Rectangular Roof Openings with Hinged Cover

Nota:

As tampas articuladas não podem ser usadas em tetos projetados para conter a pressão interna.



Boca de visita retangular flangeada em teto fixo

Referência: API Std 650 Figure 5-17-Rectangular Roof Openings with Flanged Covers

Nota:

As tampas flangeadas não podem ser usadas em tanques com pressões internas, que excedam o peso das chapas do teto.

6. Aberturas em teto flutuante de tanque de armazenamento

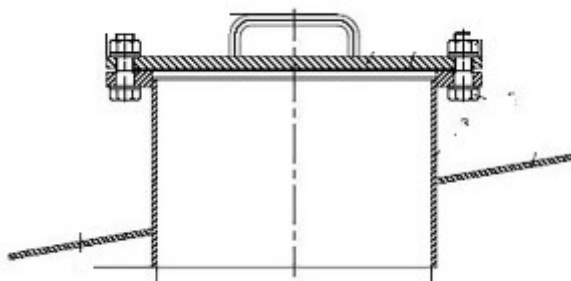
Nos tetos flutuantes, seja tipo pontão *single deck pontoon type* ou duplo *double-deck type* são previstas as bocas de visita apenas de abertura circular.

O teto flutuante do tipo pontão é de construção mais simples e mais econômica. A função é minimizar as perdas por evaporação dos produtos armazenados, normalmente combustíveis inflamáveis como querosene de aviação, gasolina, diesel e mesmo petróleo bruto.

O teto flutuante tipo duplo *double deck* é mais eficiente para isolamento de calor, prevenção de emissão de vapores do produto armazenado e também para segurança de flutuabilidade. Em comparação com o tipo pontão tem maior vida útil, porém é mais caro.

No teto pontão, há as bocas de visita circulares de acesso a cada compartimento e no lençol *deck* de chapas para acesso ao interior do tanque.

E no teto duplo, há as bocas de visita circulares de acesso aos compartimentos e de acesso ao interior do tanque.



Boca de visita *manhole* no lençol *deck* de chapa de teto flutuante tipo pontão

7. Conclusões

7.1. Aberturas retangulares no costado do tanque

As chapas dos anéis do costado, particularmente as do 1º anel, são as mais tensionadas pela combinação da pressão estática do líquido armazenado, o peso próprio e a carga de vento. As bocas de visita do costado são instaladas nestas chapas do 1º anel.

As aberturas retangulares não são autorizadas no costado, pois, em adição às tensões já existentes, haverá a concentração de tensões elevadas resultantes das descontinuidades, em torno da abertura retangular, com potencial de geração e propagação de trincas nos cantos, o que não acontece nas bocas de visita circulares.

Mesmo aberturas ovais ou oblongas no costado não são previstas pelo API Std 650.

Os reforços para as aberturas, propostos pelo API Std 650, não levam em consideração a concentração de tensão em torno da abertura, é apenas uma questão de reposição da área de chapa removida.

A boca de visita de abertura retangular com extremidades ou bordos arredondados, semi círculos, certamente vai apresentar tensões localizadas menores, mas deve ter projeto próprio e o reforço calculado, pois as dimensões de reforço especificadas no API Std 650 não se

aplicam, para absorver essas tensões localizadas. Além disso, com boca de visita retangular no costado, o tanque deixa de ser um tanque conforme API Std 650.

Em resumo, a forma retangular, se é requerida somente para facilitar a entrada no tanque, pela boca de visita no costado, pode ser substituída por uma passagem circular de diâmetro adequado.

Uma opção é o emprego de porta de limpeza, por ex. com dimensões 600 x 600, que é equivalente a uma boca de vista de diâmetro nominal de 24 pol..

7.2. Aberturas retangulares em teto fixo de tanque

No teto fixo é possível utilizar acessórios com abertura retangular, quando o tanque é atmosférico, isto é, não é projetado para pequena pressão interna.

Nota:

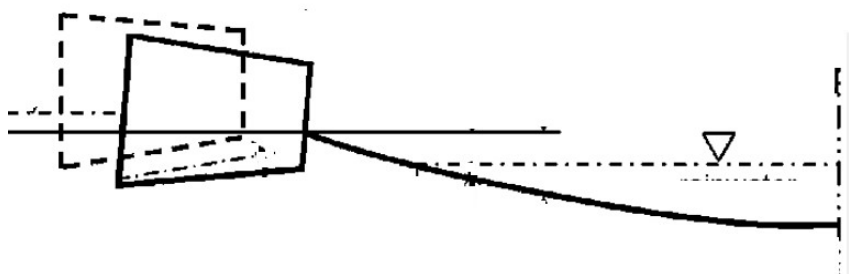
Diferença entre tanque atmosférico e tanque de pequena pressão interna, conforme definido na Norma NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code:

- a. Tanque Atmosférico é um tanque de armazenamento projetado para operar a uma pressão que varia de atmosférica à pressão manométrica de 1,0 psig (6,9 kPa), ou seja, de 760 mm Hg a 812 mm Hg), medida no topo do tanque.
- b. Tanque de armazenamento de baixa pressão é um tanque de armazenamento projetado para suportar uma pressão interna acima de uma pressão manométrica de 1,0 psig (6,9 kPa), mas não mais do que uma pressão manométrica de 15 psig (103 kPa), medida no topo do tanque.

7.3. Aberturas retangulares em teto flutuante de tanque

Em teto flutuante não se deve ter abertura retangular, devido às condições de elevado tensionamento, causado pelas cargas oriundas da fluatibilidade, deslocamentos, chuva, vento e peso próprio durante o apoio frequente no fundo do tanque.

A concentração de tensões, localizadas nas discontinuidades geométricas das bordas da abertura retangular, em conjunto com as tensões já existentes, têm o potencial de gerar e propagar possíveis trincas passantes, com risco de colapsar e adernar o teto flutuante.



Deformações que geram concentração de altas tensões no teto flutuante pontão sob a carga de chuva