

1. OBJETIVO

Descrever os instrumentos e processos de controle dimensional empregados na verificação de pré-fabricados (spool) de tubulações.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

PETROBRAS: N-115 – Fabricação e montagem de tubulações industriais

3. TERMINOLOGIA

Spool - trecho de uma linha de tubulação fabricado em oficina para ser unido no campo a outros trechos pré-fabricados.

4. RECURSOS

- 1 trena de 3 m;
- 1 escala metálica graduada em milímetros de 300 mm;
- 1 escala metálica graduada em milímetros de 1000 mm;
- 1 esquadro combinado;
- 1 nível de bolha pequeno (15 cm);
- 1 nível de bolha grande (30 cm ou maior);
- 1 prumo metálico de projeção;
- 1 esquadro metálico médio (20 cm x 30 cm);
- 1 paquímetro;
- 1 prancheta;
- 1 esferográfica;
- 1 lapiseira;
- 1 calculadora;
- Panos de limpeza;
- Fita crepe.

OBS: Os instrumentos a serem empregados devem estar calibrados.

5. DIMENSÕES A SEREM VERIFICADAS

Os desvios e dimensões a serem controlados são:

- Comprimento de trechos retos;
- Distância entre derivações;
- Distância entre centros de flanges e conexões;
- Ângulo entre trechos de tubulações;
- Paralelismo, perpendicularidade ou alinhamento das linhas de centro de tubulações e flanges;
- Excentricidade das linhas de centro de flanges e linhas de centro de tubulações;
- Alinhamento de trechos retos de tubulações;
- Rotação das faces de flanges.

6. PROCESSOS EMPREGADOS

6.1 Spool

6.1.1 O primeiro passo para se executar o controle dimensional de um spool é nivelar dois trechos retos de tubulação do spool, de preferência que formem ângulo reto e que estejam no mesmo plano. Estes trechos

servem de referência para se medir os desvios e dimensões de outros trechos e conexões do spool. O spool deve ser nivelado com auxílio de suportes reguláveis, conforme figura 1.

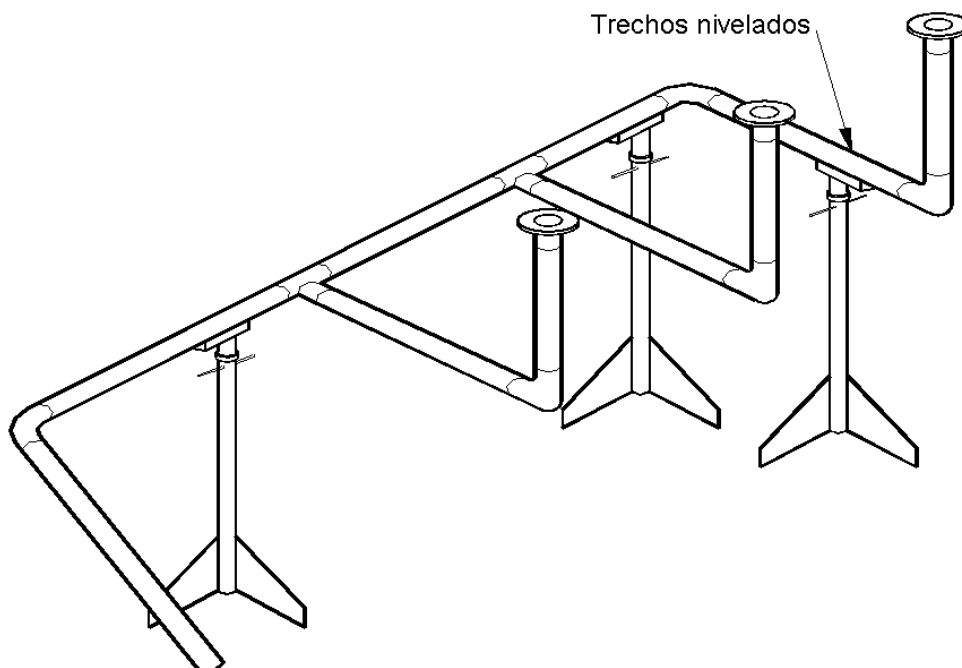


Figura 1 – Spool nivelado sobre suporte

6.1.2 Depois do spool nivelado devem ser traçadas as geratrizes dos trechos retos de tubulação. O traçado das geratrizes deve ser feito conforme figuras 2 e 3.

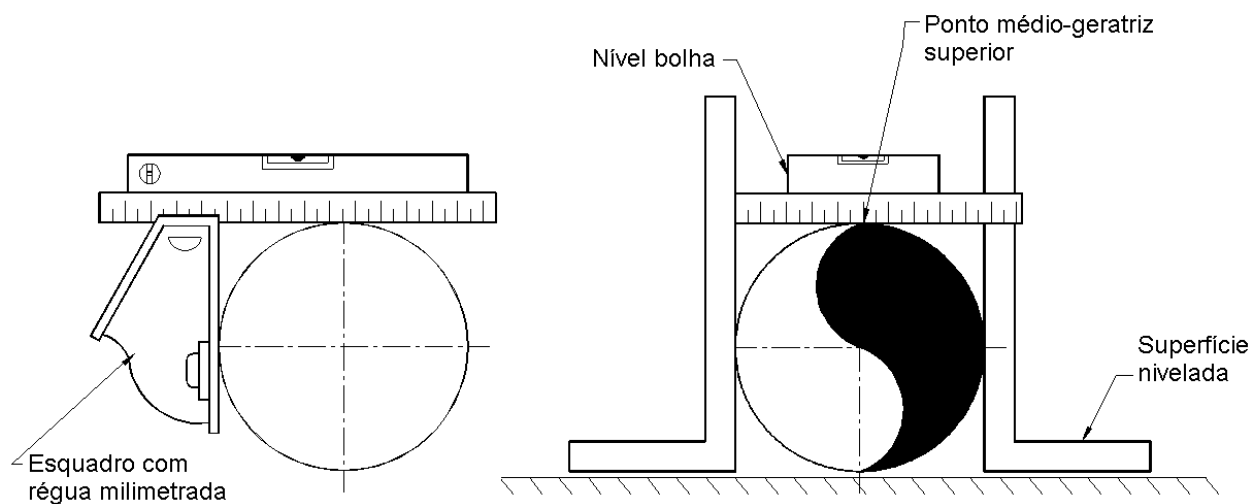


Figura 2 – Traçado das geratrizes superior e inferior

6.1.3 Na figura 2 depois de colocado o esquadro no nível marca-se meio diâmetro a partir do esquadro, este é um ponto da geratriz superior, outros pontos da geratriz superior são obtidos da mesma forma.

6.1.4 Os pontos da geratriz laterais e inferior podem ser obtidos a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ e $\frac{3}{4}$ do perímetro a partir da geratriz superior ou conforme a figura 3.

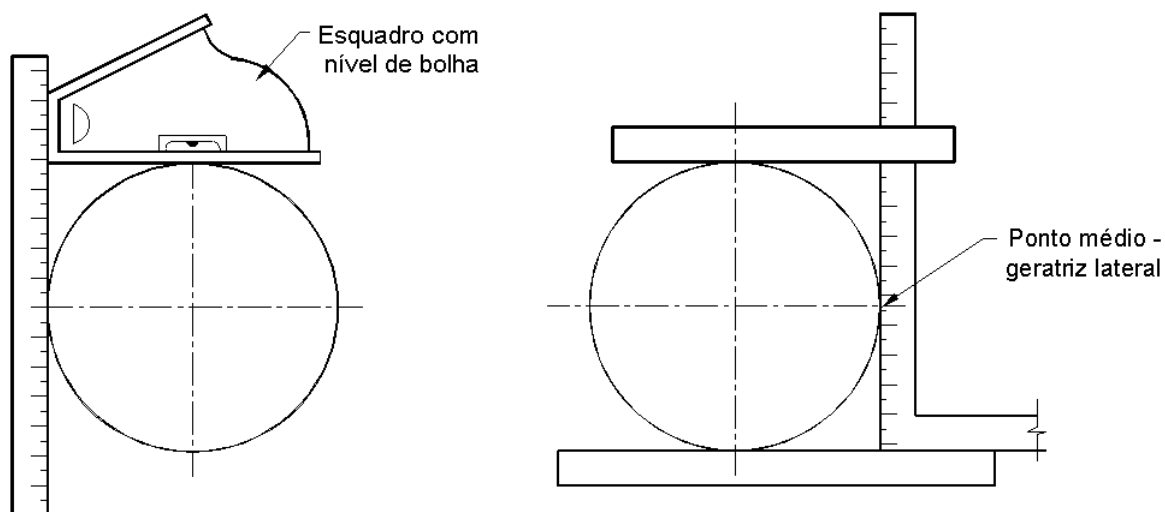
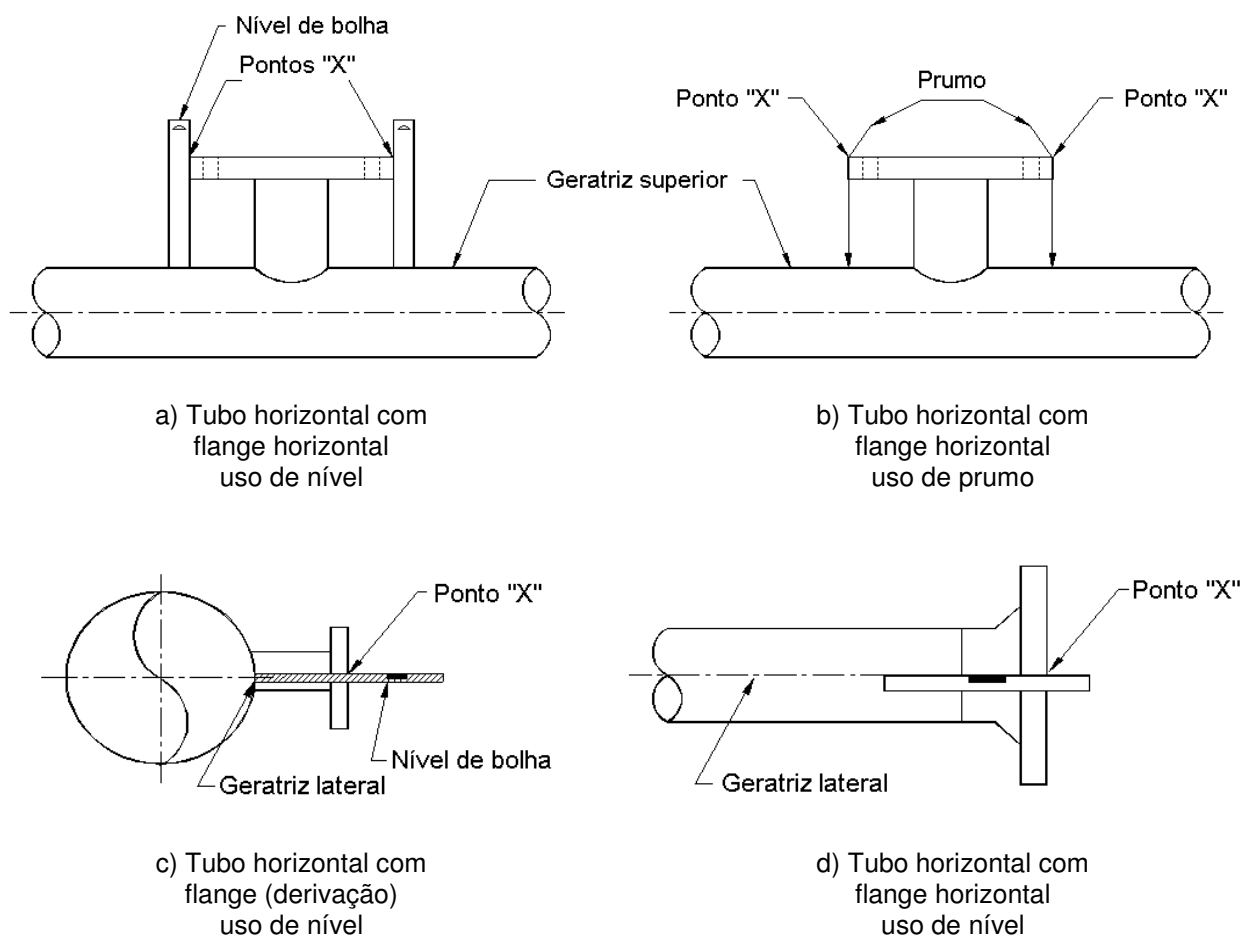
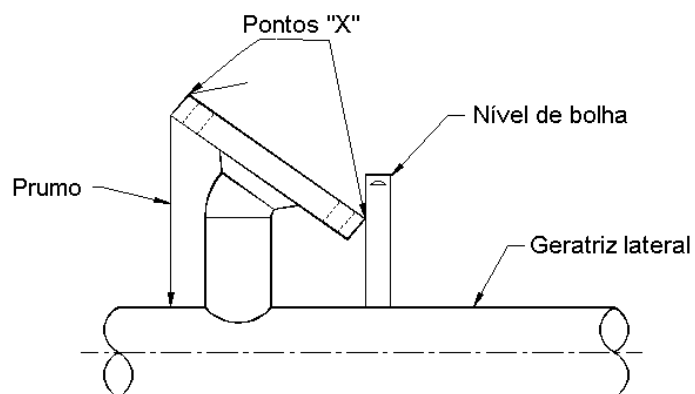


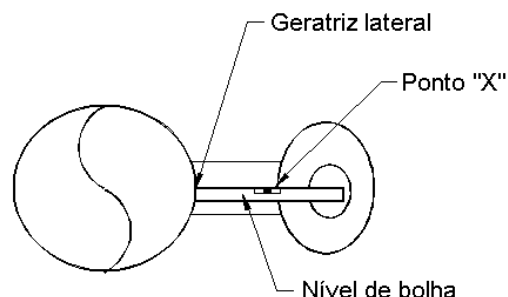
Figura 3 – Traçado das geratrizes laterais

6.1.5 Nivelado o spool e traçadas as geratrizes procede-se ao transporte para os flanges dos pontos correspondentes as geratrizes traçadas no tubo gerando os eixos x-x e y-y conforme figuras 4 e 5.





e) Tubo horizontal com derivação vertical e flange inclinado



f) Tubo horizontal com derivação vertical e flange inclinado – uso de nível

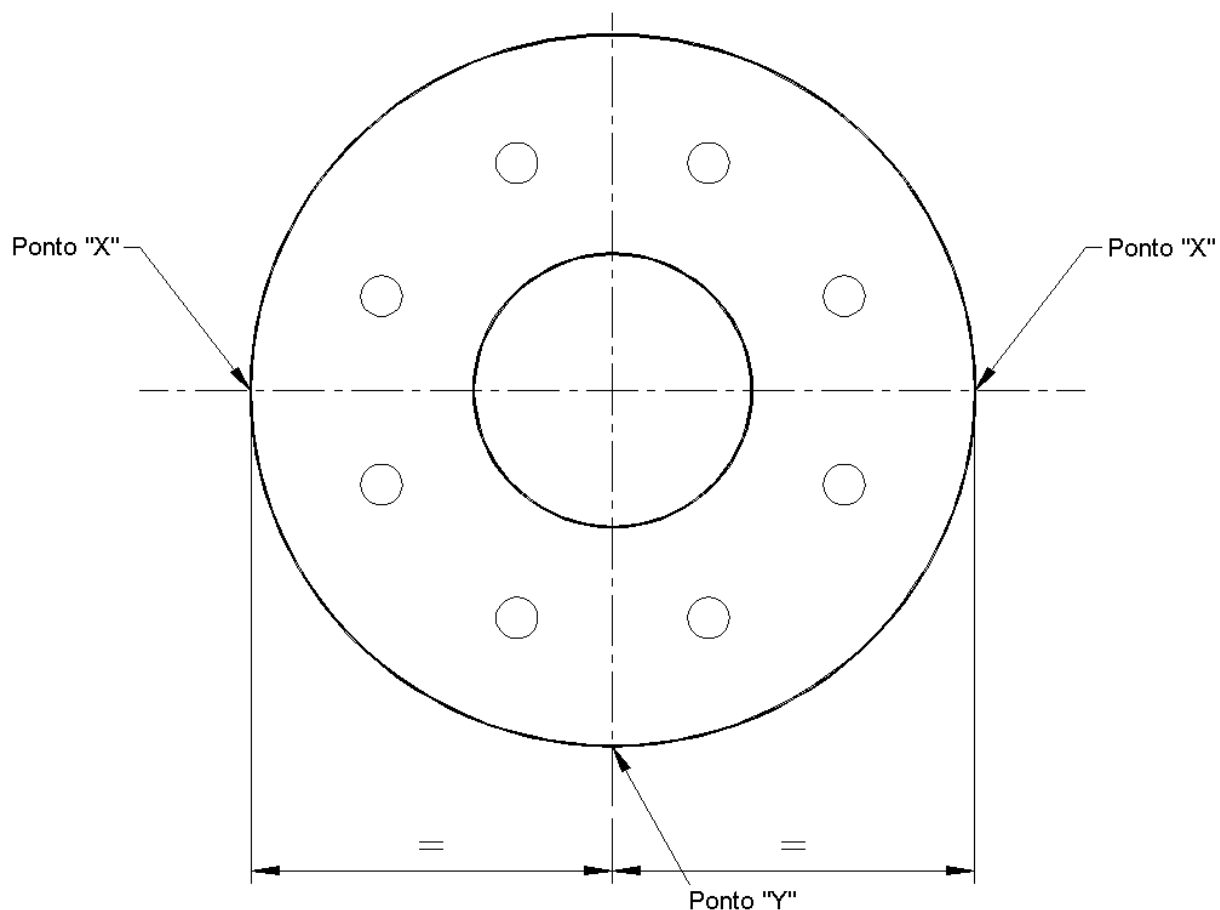


Figura 5 – Obtenção dos pontos “Y” a partir dos pontos “X” , correspondentes às geratrizes do tubo.

6.1.6 Depois de concluída a execução das referências passa-se a executar as verificações.

6.2 Verificação da rotação dos flanges

Determinar o deslocamento da furação (d), conforme figura 6.

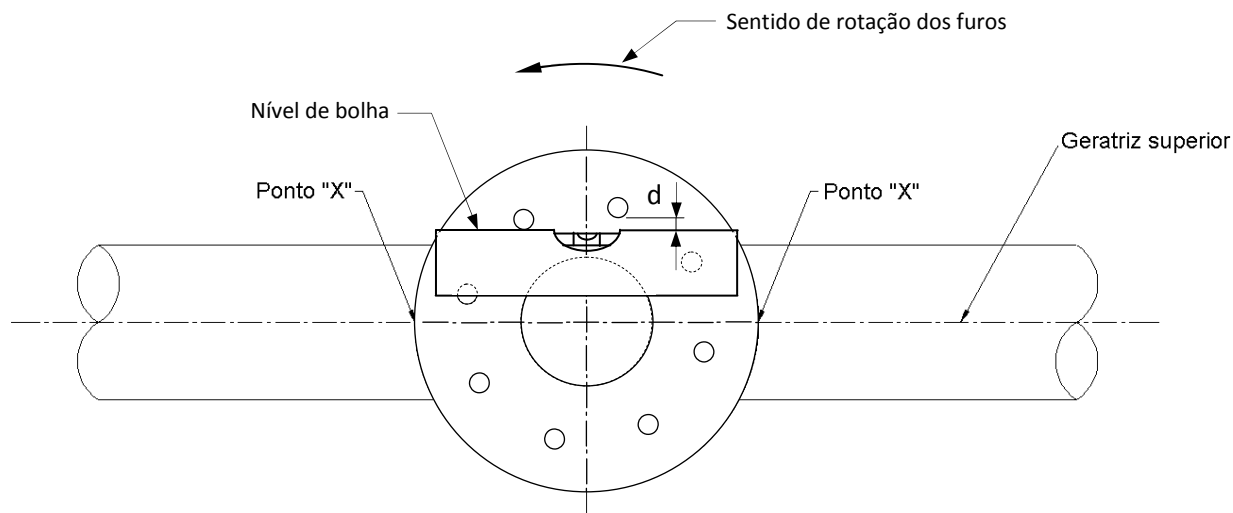


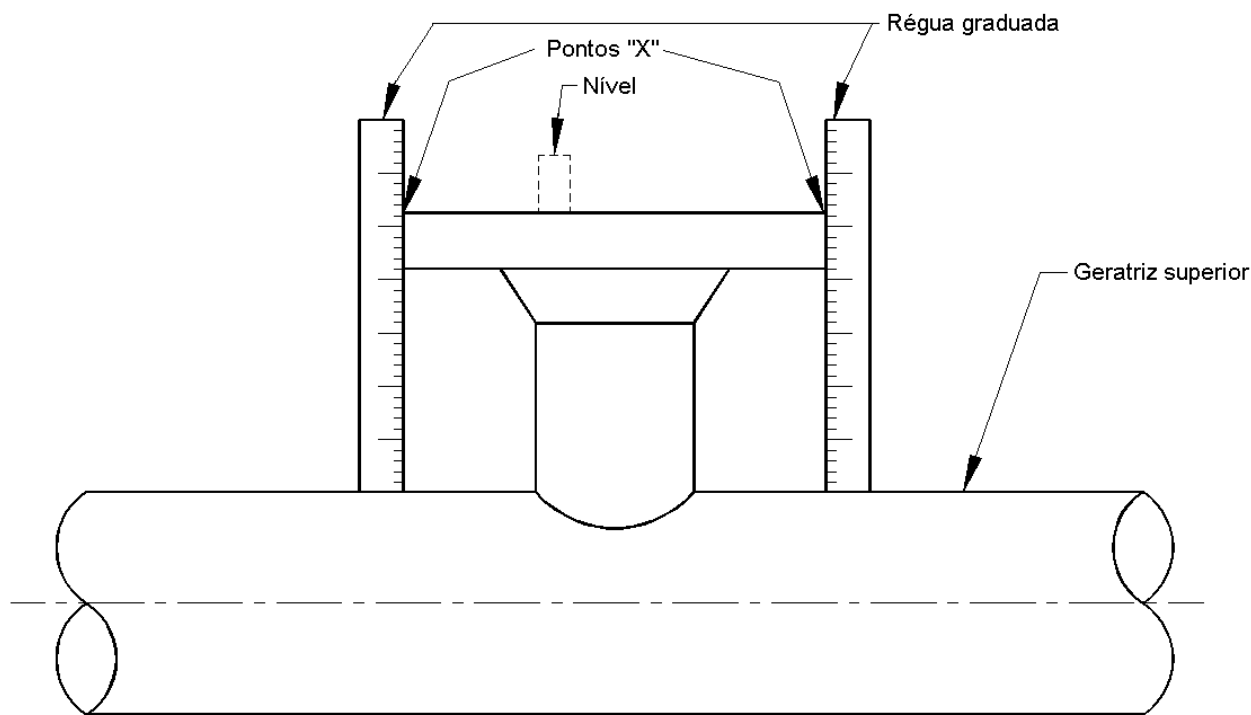
Figura 6 – Determinação da rotação do flange através do deslocamento da furação

6.3 Verificação do paralelismo da face e projeção do flange

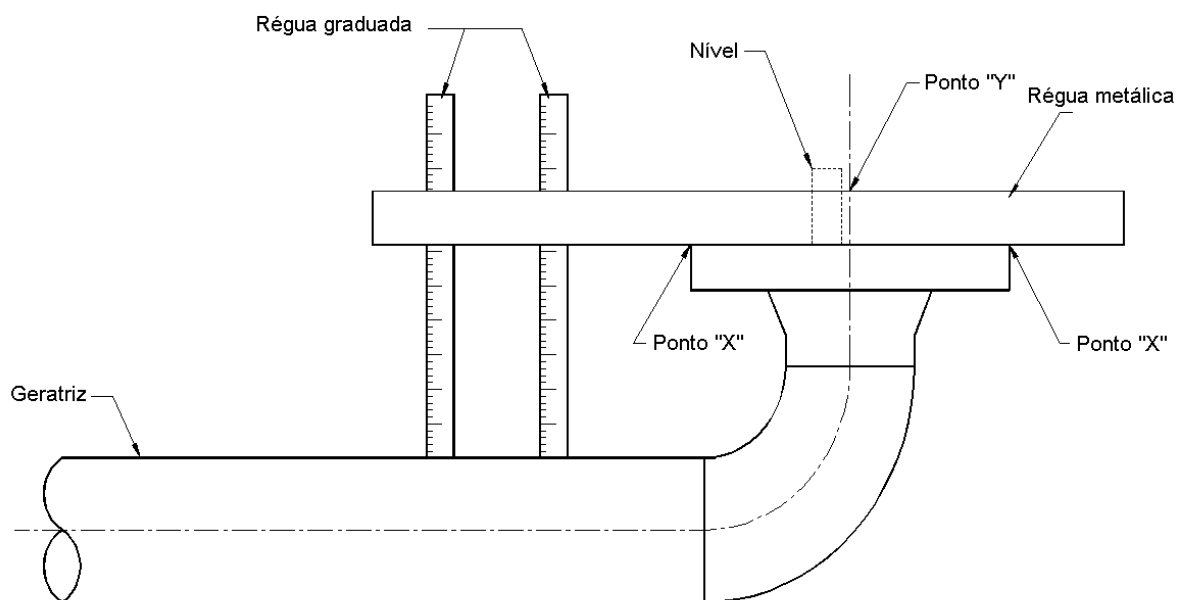
6.3.1 Tanto para flange com a face horizontal como vertical, determinar a distância da geratriz do tubo ao ponto "x" marcado em dois extremos do flange, conforme figuras 7a e 7b. Para a direção perpendicular à indicada, utilizar nível de bolha passando pelos pontos "y".

6.3.2 A verificação da perpendicularidade e concentricidade deve ser feita em duas posições ortogonais (eixos x-x e y-y), de acordo com esquema da figura 8a. A figura 9b apresenta uma alternativa quando houver possibilidade de girar de 90° o tubo com flange, para verificação somente da perpendicularidade.

6.3.3 Para concentricidade devem ser feitas 4 medidas defasada de 90° cada e comparar os valores obtidos.



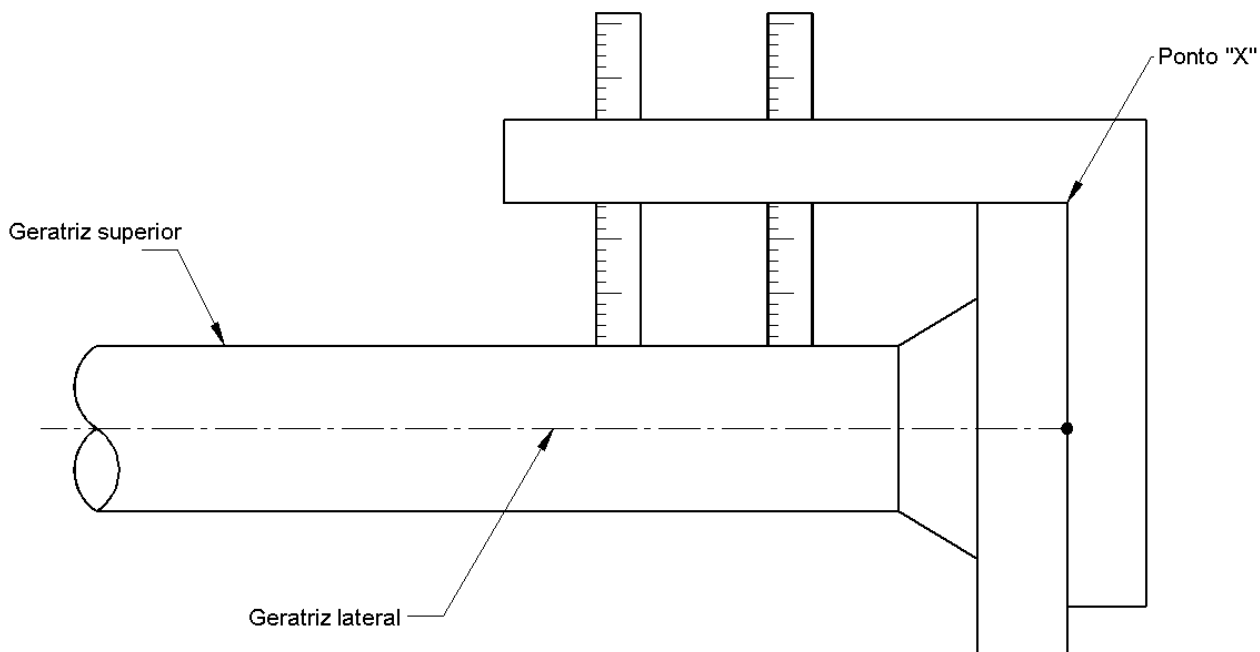
a) Verificação do paralelismo e projeção do flange em derivação



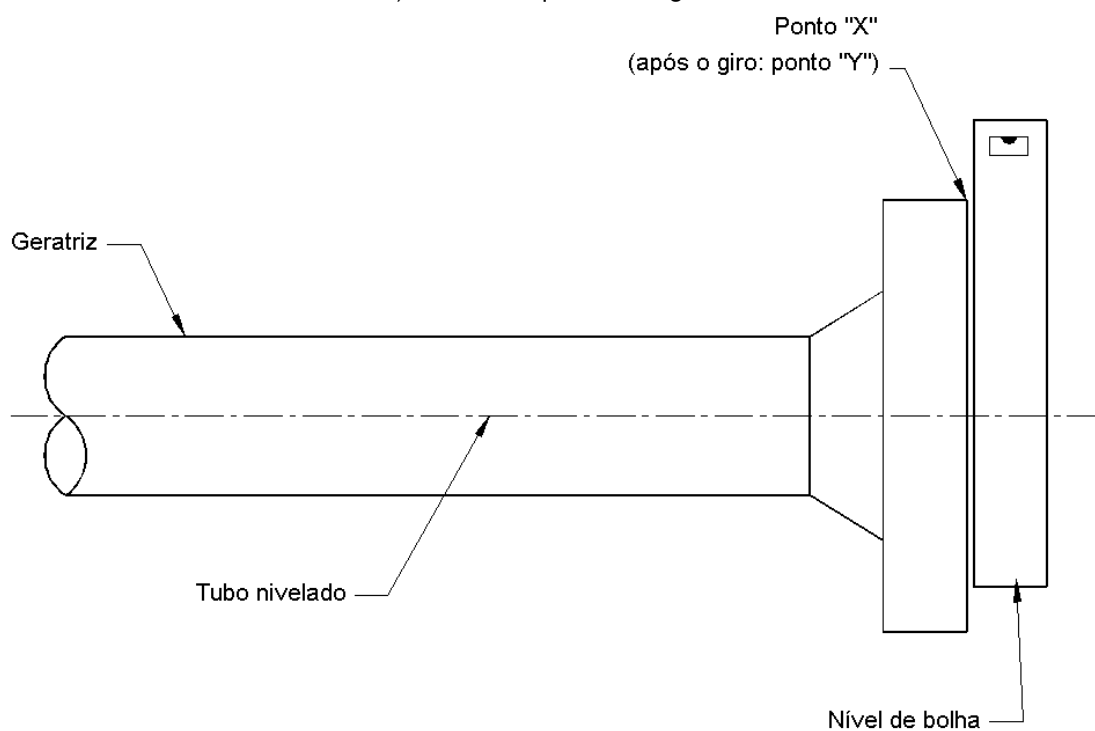
b) Verificação do paralelismo e projeção do flange na continuidade do tubo

Figura 7 – Verificação do paralelismo do flange

6.4 Verificação da perpendicularidade da face do flange e concentricidade entre flange e tubo



a) Uso do esquadro e régua



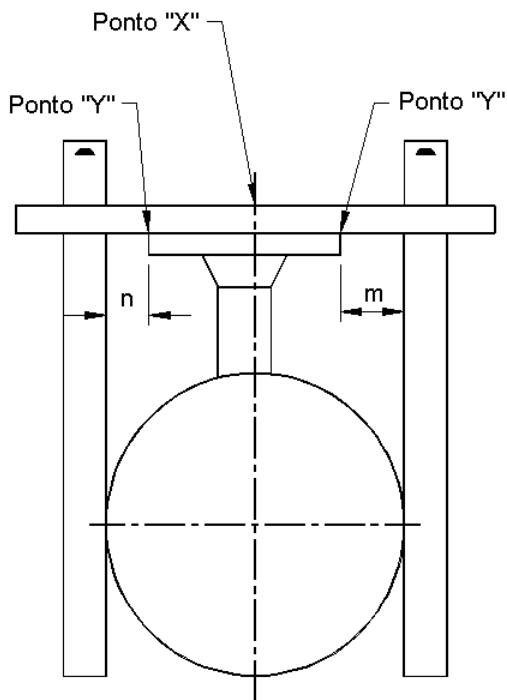
b) Uso de nível

Figura 8 – Verificação da perpendicularidade

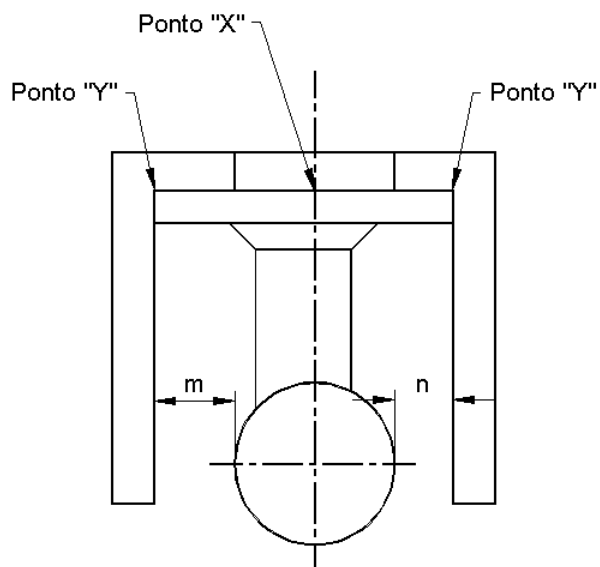
6.5 Verificação do deslocamento do flange na direção transversal ao eixo do tubo

6.5.1 Com o auxílio de nível e régua metálica graduada medir o afastamento máximo entre a borda do flange e a geratriz do tubo, em ambos os lados, conforme figura 9, sendo "a", "b", "c" para flange horizontal e "d" e "e" para flange vertical.

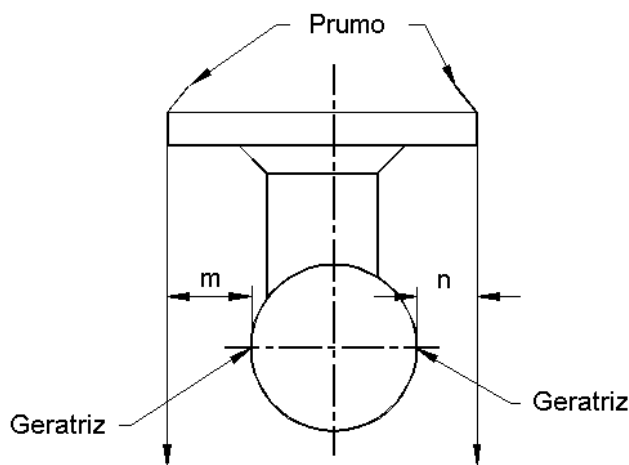
6.5.2 O deslocamento na projeção do flange é dado pela metade da diferença entre os valores obtidos ($m - n \div 2$).



a) Diâmetro da face do flange menor que o diâmetro do tubo



b) Diâmetro da face do flange maior que o diâmetro do tubo
(ver alternativa na figura 10c)



c) Alternativa da figura 10 b)

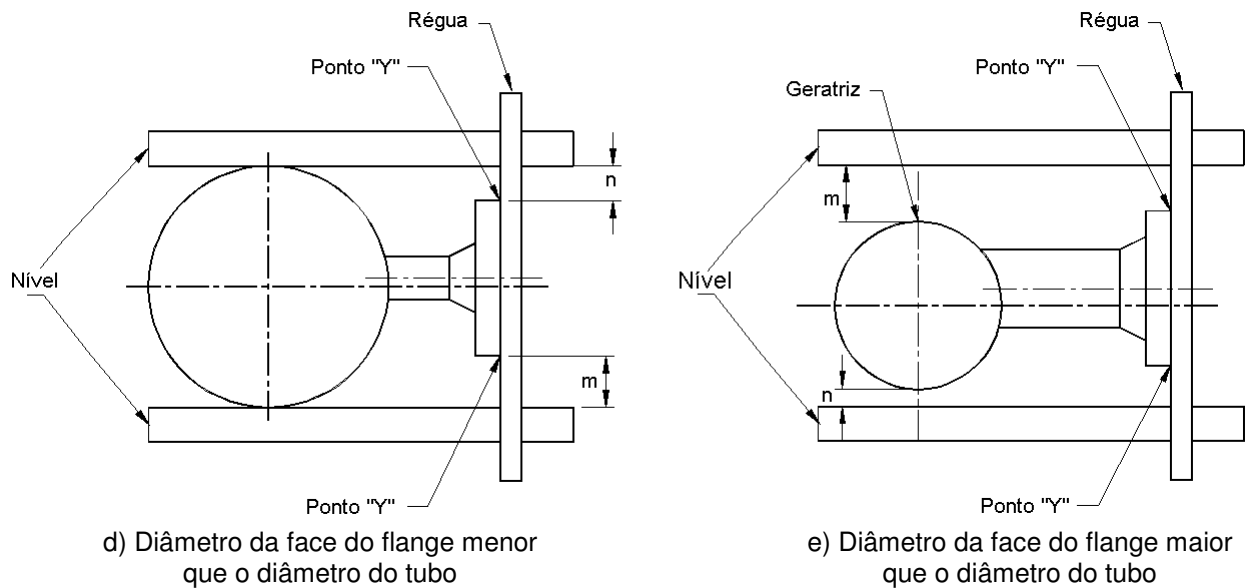
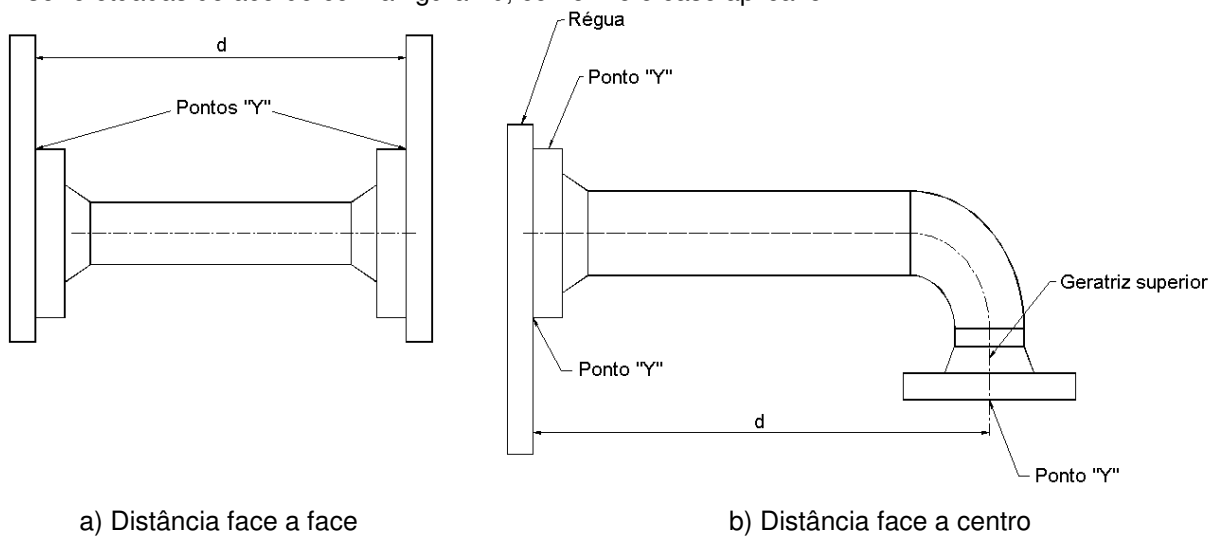
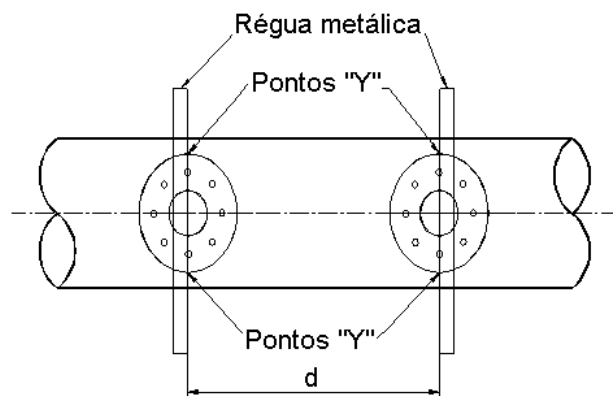


Figura 9 – Verificação do deslocamento do flange

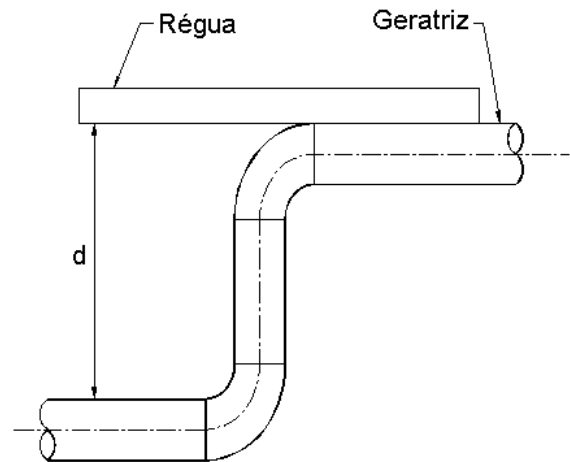
6.6 Verificação de distâncias longitudinais e locação

Devem ser efetuadas de acordo com a figura 10, conforme o caso aplicável.





c) Distância centro a centro entre flanges

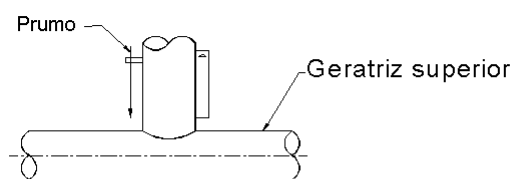


d) Distância centro a centro entre tubos

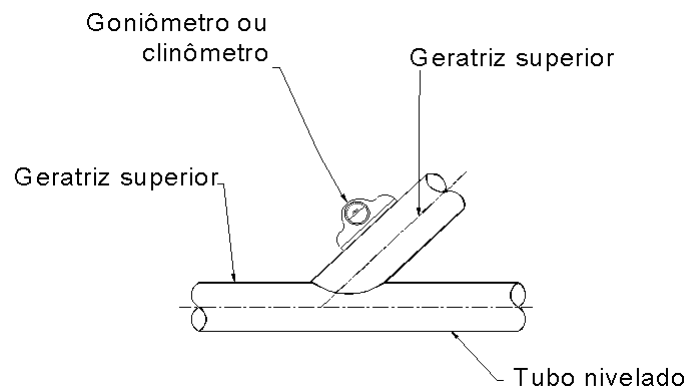
Figura 10 – Verificação de distâncias longitudinais e locação

6.7 Verificação de ângulo de derivação

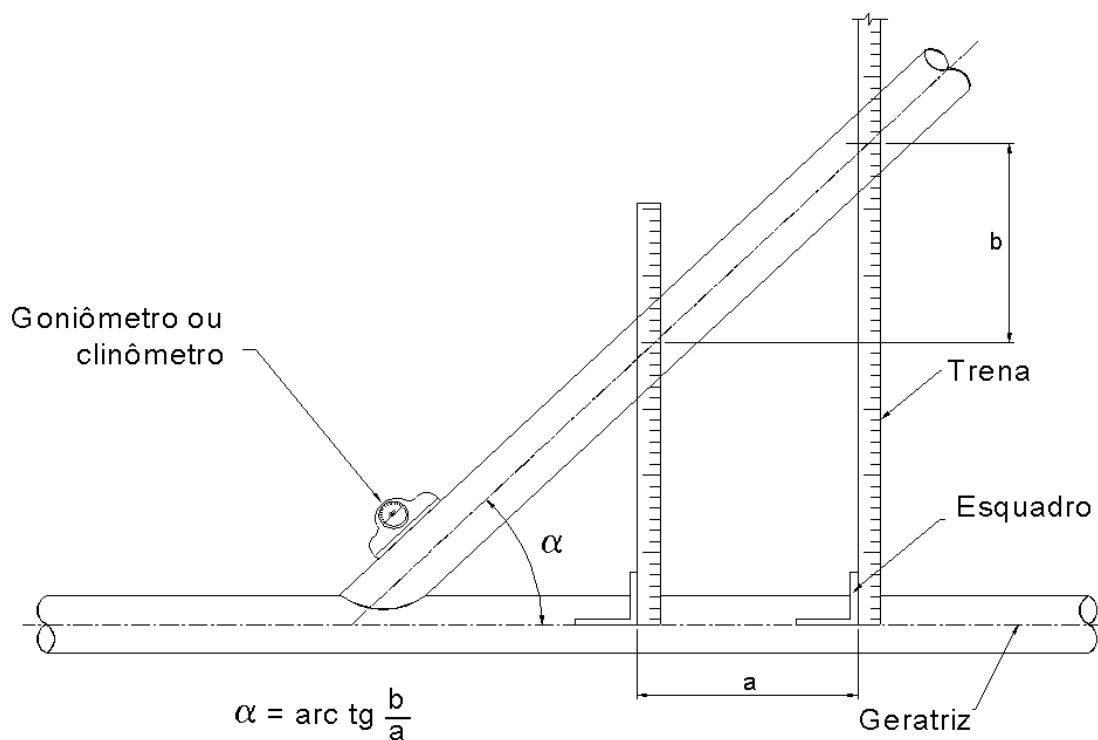
Efetuar conforme a figura 11, nivelando o eixo principal e posicionado a derivação em plano vertical.



a) Derivação ortogonal
verificação com prumo
ou nível



b) Derivação inclinada
verificação com
clinômetro



c) Medição do ângulo de derivação por meio de cálculo

Figura 11 – Verificação de ângulo de derivações

6.8 Verificação de deslocamento transversal de derivações

Efetuar conforme figura 12, nivelando o eixo principal e posicionando a derivação em plano vertical.

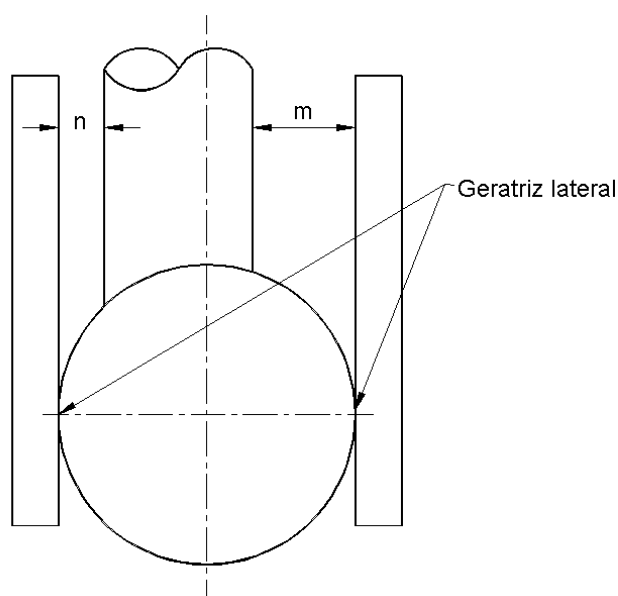
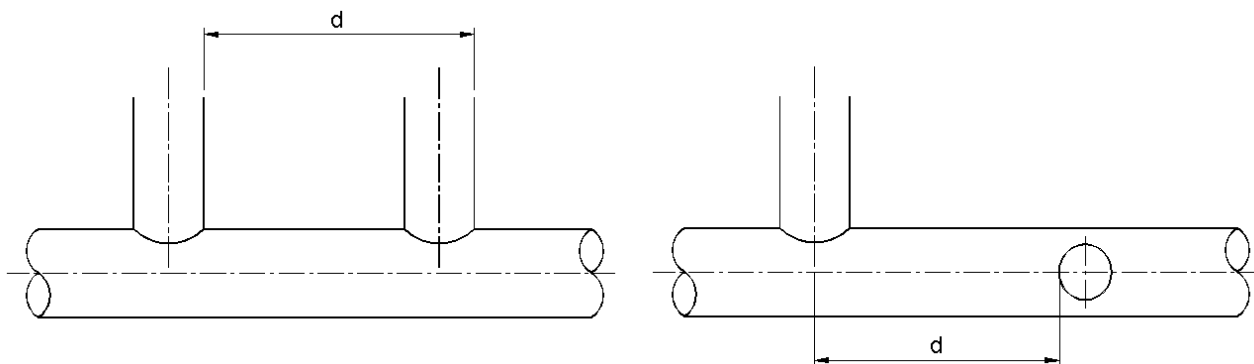


Figura 12 – Deslocamento transversal de derivações

6.9 Verificação da distância longitudinal e locação de derivações

Efetuar conforme a figura 13. Para o caso “b” a peça é indicada em plano horizontal.



a) Derivação contida num mesmo plano

b) Derivação contida em planos perpendiculares

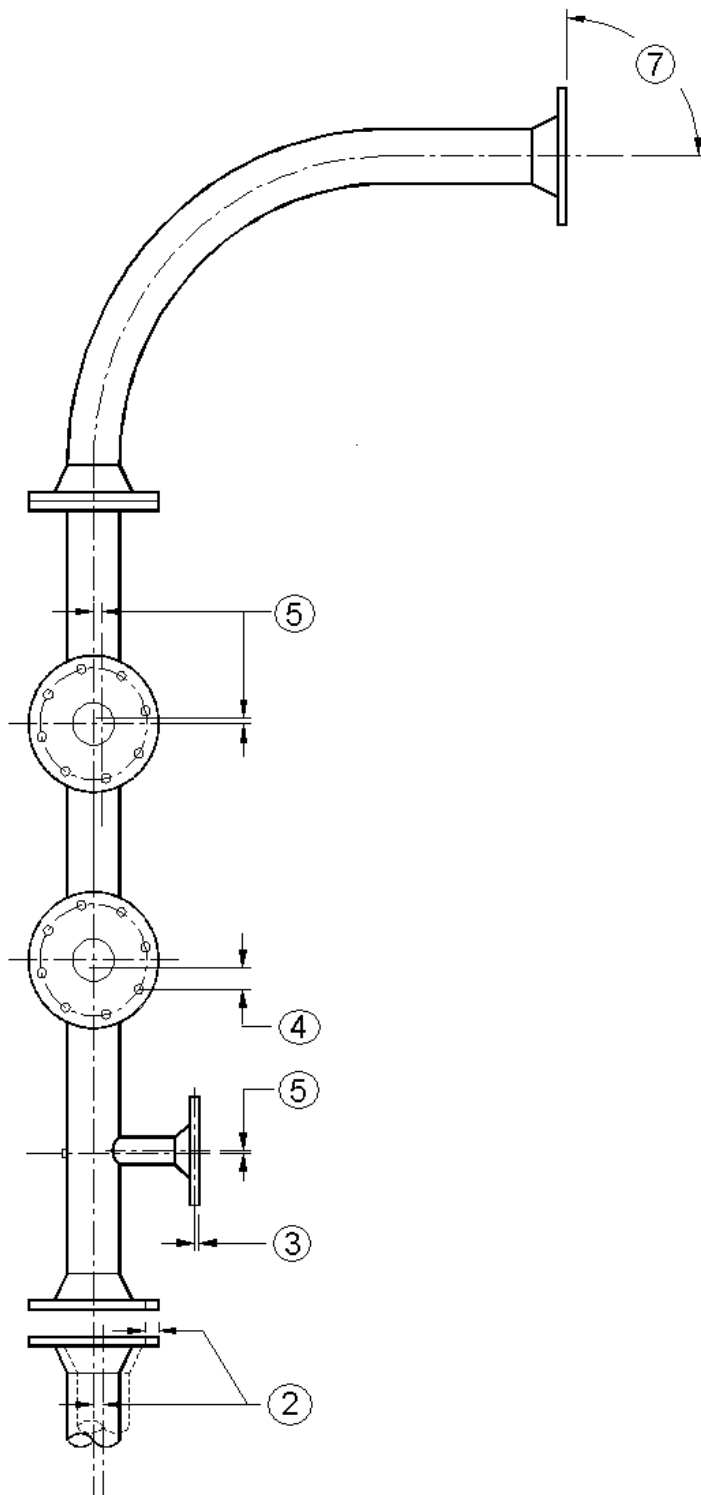
Figura 13 – Verificação da distância longitudinal e locação das derivações

6.10 Tolerâncias

As verificações e dimensões executadas devem ser analisadas de acordo com os critérios das tolerâncias de montagem da N-115, apresentados na figura 14.

6.10.1 Observação Geral

Poderão ser feitas medições por projeção, caso seja necessário e o piso oferecer condições adequadas.



1 – Tolerância para distância face a face, centro a centro: 3 mm.

2 – Alinhamento da junção: 1,5 mm.

3 – Afastamento máximo do flange da posição indicada no projeto: 1,5 mm.

4 – Desalinhamento dos furos por rotação do flange em relação à posição correta: 1,5 mm, medindo da maneira indicada na figura.

5 – Deslocamento do flange ou derivações da posição indicada no projeto: 1,5 mm.

6 – Em tubos curvados, a diferença entre o máximo e o mínimo diâmetro (achatamento) não pode ser maior que 8% do diâmetro externo, com pressão interna, e 3% com pressão externa.

7 – Ângulo de inclinação do flange em relação a linha de centro da tubulação: $90^\circ \pm 0,5^\circ$.

Notas

1. Inclinação entre trechos soldados de uma mesma linha: 2 mm em 1 m.

2. As tolerâncias não são cumulativas.

Figura 14 – Tolerâncias dimensionais

Outros critérios podem e devem ser empregados quando outra Norma é especificada.