

PLANILHA SIMPLIFICADA DE CÁLCULO - CARGAS TRAVESSIA SP 127

Obra Emissário de esgoto tratado ETE Capuava
Local Municípios de Cerquilha e Tietê

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para o dimensionamento do tubo camisa a ser implantado na faixa de domínio de rodovias, será utilizado o estudo desenvolvido por M.G.Spangler que, através da teoria elástica, calcula as deflexões das tubulações permitindo dessa forma a determinação das espessuras da parede do tubo camisa.

2. CARGAS EXTERNAS

O estudo das cargas externas atuando sobre as tubulações foi desenvolvido teórica e experimentalmente de forma extensiva por A. Marston. Para tubos flexíveis a carga sobre o tubo é aproximadamente igual ao peso da coluna de solo diretamente sobre o tubo, não sendo afetadas por esforços cisalhantes do aterro, como no caso de tubos rígidos.

Carregamento Geostático Permanente

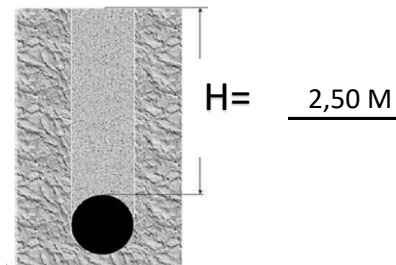
Fórmulas e observações

Características:

Tipo de Solo:

N - índice de resistência a penetração do SPT
 α - coeficiente empírico em função do tipo de solo
K - coeficiente empírico em função do tipo de solo (KN/m²)

50
3
450



Parâmetros limitados a estudos preliminares:

ϕ - ângulo de atrito (°)
 γ - peso específico (KN/m³)
E' - módulo de reação do solo (KN/m²)
 ν - coeficiente de Poisson

48
20
67500
0,35

$$\phi = 28^\circ + 0,4 \times N$$

$$E' = \alpha \times K \times N$$

Wa - carga no topo do tubo devido ao peso do solo (KN/m)
H - altura de solo sobre o plano que passa no topo do tubo (m)
D - diâmetro do duto (m)

30,00
2,5
0,6

$$W_a = \gamma \times H \times D$$

PLANILHA SIMPLIFICADA DE CÁLCULO - CARGAS TRAVESSIA SP 127

Obra Emissário de esgoto tratado ETE Capuava

Local Municípios de Cerquilha e Tietê

Cargamento Móvel

Características :

Veículo-tipo rodoviário:

a - largura da área do veículo-tipo (m)

b - comprimento da área do veículo-tipo (m)

Q - peso total do veículo (KN)

TB450

3

6

450

$$\theta = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

Parâmetros:

θ - ângulo de propagação da força aplicada na superfície (rad)

Wt - carga no topo do tubo devido ao carregamento móvel (KN/m)

H - profundidade do duto (m)

D - diâmetro do duto (m)

0,367

17,62

2,5

0,6

$$W_t = \frac{\varphi \times Q \times D}{A}$$

$$A = (a + 2 \times H \times \tan \theta) + (b + 2 \times H \times \tan \theta)$$

3. CÁLCULO DA ESPESSURA DA PAREDE DO TUBO

Quando um duto flexível é enterrado ele e o solo passam a constituir um sistema que resistem ao carregamento. O problema é estaticamente indeterminado. A deflexão do duto é função da carga que ele recebe, mas a quantidade de carga suportada por ele é função da sua deflexão. A equação de Spangler permite o dimensionamento da espessura do conduto através do cálculo das deflexões.

Aplicação da fórmula de Iowa modificada:

$$\Delta x = \frac{D_L \times K \times W}{\frac{E \times I}{r^3} + 0,061 \times E'}$$

É oportuno lembrar que o fator de rigidez do anel do tubo é que permite o cálculo da espessura da chapa do tubo, pois o momento de inércia (I) é calculado pela equação:

$$I = \frac{t^3}{12}$$

PLANILHA SIMPLIFICADA DE CÁLCULO - CARGAS TRAVESSIA SP 127

Obra Emissário de esgoto tratado ETE Capuava
Local Municípios de Cerquilha e Tietê

Tubos Rígidos são aqueles que, quando submetidos à compressão diametral, podem sofrer deformações de até 0,1% no diâmetro, medidas no sentido de aplicação da carga, sem que apresentem fissuras prejudiciais.

O ângulo de apoio da tubulação é basicamente a área resistente do berço do tubo. Se ele aumenta, a área resistente aumenta e o tubo deflete menos.

Espessura do material

Δx - deflexão horizontal do tubo flexível (m)

0,002036

r - raio médio do tubo (m)

0,30

$$r = \frac{D}{2}$$

DL - deformação lenta

1

α - ângulo de ação da carga externa (°)

90

$$W = W_A + W_t$$

β - ângulo de apoio da duto (°)

90

K - constante de berço

0,12

W - carga externa (KN/m)

47,62

E' - módulo de reação do solo (KN/m²)

41850

E - módulo de elasticidade do duto (KN/m²)

25000

t - espessura da parede do tubo (m)

0,065

ϵ - deformação do duto (%)

0,01

$$t = \sqrt[3]{\frac{12 \times r^3 \times D_L \times K \times W - 0,061 \times E' \times \Delta x}{E \times \Delta x}}$$

4. MOMENTO E CORTANTE NA GERATRIZ INFERIOR DO DUTO

Em geral as tensões de flexão são maiores na geratriz inferior do duto, uma vez que as reações de apoio tendem a ser mais concentradas que o carregamento externo na geratriz superior.

Spangler elaborou uma série de testes em laboratório e em campo com a finalidade de determinar as relações entre o movimento da tubulação contra o terreno e as pressões passivas mobilizadas. A maior unidade pressão (h) irá ocorrer nas extremidades do diâmetro horizontal.

PLANILHA SIMPLIFICADA DE CÁLCULO - CARGAS TRAVESSIA SP 127

Obra Emissário de esgoto tratado ETE Capuava

Local Municípios de Cerquilha e Tietê

Carregamento Móvel

h- máxima pressão horizontal unitária (KN/m²)

141,99

Mc - momento fletor na geratriz inferior do duto (KNm/m)

0,12

Rc - esforço cortante na geratriz inferior do duto (KN/m)

1,23

$$RE = \frac{\sigma}{FS}$$

$$\sigma \leq RE$$

Verificação em relação ao escoamento

σ - máxima tensão flexão (KN/m²)

191,7

σ_y - tensão de escoamento (KN/m²)

25000

FS- fator de segurança

4

RE - tensão admissível (KN/m²)

6250

$$e = \frac{E'}{r} \quad h = \frac{e \times \Delta x}{2}$$

$$\sigma = \frac{6 \times M_c}{t^2} + \frac{R_c}{t}$$

O valor da máxima tensão flexão é inferior a tensão admissível (RE).

OK

$$R_c = 0,026 \times W - 0,511 \times r$$

$$M_c = 0,157 \times W \times r - 0,166 \times h \times r^2$$