

Elementos para
Cálculos de Conduitas

HIDROPRESS

Elementos para
Calculo de Conducciones

a) Velocidade de propagação da perturbação

Devido à depressão na conduta, a água tende a ocupá-la novamente voltando as lâminas sucessivamente a combaterem no sentido da válvula R. Não consideramos o efeito do arto dado que os nossos tubos podem ser definidos como hidráulicamente lisos.

A determinação da velocidade de propagação da perturbação é obtida pela fórmula:

$$c = \frac{1240 \sqrt{\frac{E_L}{E_A} \cdot \frac{d_L}{d_A}}}{\sqrt{1 + \frac{E_L}{E} \cdot \frac{d}{e}}}$$

em que

- c - velocidade de propagação da perturbação (m/s)
- E_L - módulo de elasticidade do líquido a transportar (Kg/m²)
- E_A - módulo de elasticidade da água (Kg/m²)
- d_L - densidade do líquido a transportar
- d_A - densidade da água
- E - módulo de elasticidade do PVC (3,0 x 10⁷ Kg/m²)
- d - diâmetro interior do tubo (mm)
- e - espessura da parede do tubo (mm)

Apresentamos em seguida alguns valores de módulo de elasticidade:

Água	2 x 10 ⁶ Kg/m ²
PVC rígido	3,0 x 10 ⁷ Kg/m ²
Aço comercial	2 x 10 ⁸ Kg/m ²

b) Tempo de corte do fluxo

A lâmina n devido aos esforços internos e à elasticidade do tubo tende a sair para o reservatório com velocidade V. O mesmo acontece sucessivamente com as lâminas n-1, ..., 4, 3, 2, 1, originando uma depressão na conduta.

Entretanto a lâmina 1 havia ficado em sobre pressão durante o tempo

$$t = \frac{2L}{C}$$

(ver figura abaixo), em que

- t - período de canalização (s)
- L - comprimento da conduta (m)
- c - velocidade de propagação da perturbação (m/s)

Assim, o tempo de fecho da válvula não deve ser inferior ao obtido pela fórmula acima referida.

a) Velocidad de propagación de la perturbación

Debido a la depresión en la conducción, el agua tiende a ocuparla nuevamente, volviendo sucesivamente las láminas a dirigirse en el sentido de la válvula R. No consideramos el efecto del rozamiento, ya que nuestros tubos pueden ser definidos como hidráulicamente lisos.

La determinación de la velocidad de propagación de la perturbación se obtiene por la fórmula:

$$c = \frac{1240 \sqrt{\frac{E_L}{E_A} \cdot \frac{d_L}{d_A}}}{\sqrt{1 + \frac{E_L}{E} \cdot \frac{d}{e}}}$$

siendo:

- c - velocidad de propagación de la perturbación (m/s)
- E_L - módulo de elasticidad del líquido a transportar (kg/m²)
- E_A - módulo de elasticidad del agua (Kg/m²)
- d_L - densidad del líquido a transportar
- d_A - densidad del agua
- E - módulo de elasticidad del PVC (3,0 x 10⁷ Kg/m²)
- d - diámetro interior del tubo (mm)
- e - espesor de pared del tubo (mm)

Presentamos a continuación algunos valores del módulo de elasticidad:

Agua	2 x 10 ⁶ Kg/m ²
PVC rígido	3,0 x 10 ⁷ Kg/m ²
Aço comercial	2 x 10 ⁸ Kg/m ²

b) Tiempo de corte de flujo

La lámina n debido a los esfuerzos internos y la elasticidad del tubo tiende a salir del depósito con una velocidad V. Lo mismo ocurre sucesivamente con las láminas n-1, ..., 4, 3, 2, 1, originando una depresión en la conducción.

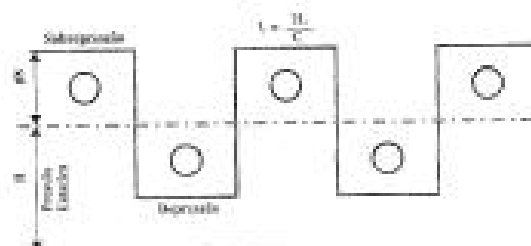
A la vez, la lámina 1 había quedado con sobre presión durante el tiempo

$$t = \frac{2L}{C}$$

(ver figura abajo), donde

- t - período de canalización (s)
- L - longitud de la conducción (m)
- c - velocidad de propagación de la perturbación (m/s)

De ese modo el tiempo de cierre de la válvula no debe ser inferior al obtenido por la fórmula arriba referenciada.



Elementos para Cálculos de Conduatas

HIDROPRESS

Elementos para el Cálculo de Conducciones

c) Cálculo da sobre pressão

A sobre pressão é calculada pela fórmula:

$$P = c \cdot \frac{V^2}{g}$$

em que

- P - sobrepressão (em m.c.a.)
- c - velocidade de propagação da perturbação (m/s)
- V - velocidade do líquido na conduta (m/s)
- g - aceleração da gravidade (9,8 m/s²)

c) Cálculo de la sobre presión

La sobre presión se calcula por la fórmula:

$$P = c \cdot \frac{V^2}{g}$$

siendo

- P - sobre presión (en m.c.a.)
- c - velocidad de propagación de la perturbación (m/s)
- V - velocidad del líquido en la conducción (m/s)
- g - aceleración de la gravedad (9,8m/s²)

EXEMPLO PRÁTICO DE CÁLCULO DE UMA CONDUTA

Preende-se calcular uma conduta para abastecimento de água, a partir dos seguintes dados:

desnível	70 metros
caudal	18m ³ /h
comprimento da tubagem	1900 metros

Comenzamos por esquematizar o problema



Reduzimos o caudal Q de m³/h a l/s

$$18 \text{ m}^3/\text{h} = 5 \text{ l/s}$$

Em função do valor do caudal pretendido vamos atribuir um diâmetro teórico à conduta para o que recorremos à tabela de pré-dimensionamento das condutas (quadro seguinte)

TABELA DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS

Caudal Caudal Q (l/s)	Diâmetros Prováveis (mm)	
	Linhas retoras seções de distribuição Linhas aberturas seções de distribuição	Condução de abastecimento Condução de distribuição
1	63 a 75	25 a 40
2	63 a 110	32 a 75
3	75 a 125	40 a 90
5	110 a 160	63 a 125
10	160 a 260	75 a 160
20	200 a 315	125 a 200
30	250 a 315	160 a 250
50	315 a 450	315

EJEMPLO PRÁCTICO DE CÁLCULO DE UNA CONDUCCIÓN

Se pretende calcular una conducción para abastecimento de agua, a partir de los siguientes datos:

desnível	70 metros
caudal	18m ³ /h
longitud de la tubería	1900 metros

Comenzamos por esquematizar el problema

Reduzimos el caudal Q de m³/h a l/s

$$18 \text{ m}^3/\text{h} = 5 \text{ l/s}$$

En función del valor del caudal pretendido, vamos a atribuir un diámetro teórico a la conducción, para lo cual recurrimos a la tabla de predimensionamiento de las conducciones (cuadro siguiente)

PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS CONDUCCIONES

Elementos para Cálculos de Conduitas

HIDROPRESS

Elementos para el Cálculo de Conducciones

PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS

Como os diâmetros nos referidos tubos de PVC são sempre exteriores, alterando o diâmetro interior, conforme a pressão de serviço do tubo, é necessário seleccionar previamente qual a classe de pressão do tubo (110-6 Kg/cm² ou 110-10 Kg/cm²).

Como o desnível dado é de 70 m, verificamos que a classe de 6 Kg/cm² não pode ser considerada, já que só com o desnível é necessário considerar 70 m de coluna de água, correspondente aproximadamente a 7 Kg/cm². É isto porque para a determinação das velocidades e perdas de carga, no ábaco anexo, temos que entrar com o diâmetro útil (diâmetro interior do tubo).

Assim, para o tubo de 110 mm - 10 Kg/cm², em que

$$d = D - (2 \times e)$$

Com a espessura de parede (e) igual a 5,3 mm, temos

$$d = 110 - (2 \times 5,3) \\ d = 99,4 \text{ mm}$$

Entrando no ábaco com

$$Q = 5 \text{ l/s} \\ d = 99,4 \text{ mm}$$

Vamos obter

$$J = 0,005 \text{ m/m (perda de carga)} \\ V = 0,75 \text{ m/s (velocidade)}$$

a) Cálculo da altura manométrica

A altura manométrica é definida pela fórmula

$$H_{man} = H_g + H_j$$

com

$$H_g = H_e + H_s$$

sendo

H_g - altura geométrica (7 m + 70 m)
 H_s - altura de sucção (neste caso atribuímos o valor de 7 m)
 H_e - altura de elevação
 H_j - perdas de carga totais (1900 m x 0,005 m/m)

teremos assim

$$H_{man} = 7 + 70 + (1900 \times 0,005) \\ H_{man} = 86,5 \text{ m.c.a.}$$

Para acessórios, consideramos 5% de perda de carga total

$$86,5 \times 0,05 = 4,325 \\ H_{man} = 86,5 + 4,325 = 90,825 \text{ m.c.a.} \\ H_{man} = 9,1 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde se conclui que podemos utilizar o tubo 110 mm - 10 Kg/cm².

PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS CONDUCCIONES

Como el diámetro de los tubos de PVC referidos es siempre exterior, alterando el diámetro interior, de acuerdo a la presión de servicio del tubo, es necesario seleccionar previamente cual es la clase de presión del tubo (110-6 Kg/cm² o 110-10 Kg/cm²).

Como el desnivel dado es de 70 m, verificamos que una clase de 6 Kg/cm² no puede ser considerada, ya que sólo con el desnivel es necesario considerar 70 m de columna de agua, correspondiente aproximadamente a 7 Kg/cm². Es así porque para una determinación de las velocidades y pérdidas de carga, en el ábaco anexo, tenemos que entrar con el diámetro útil (diámetro interior del tubo).

Así, para un tubo de 110 mm - 10 Kg/cm²

$$d = D - (2 \times e)$$

Con un espesor de pared (e) igual a 5,3 mm, por lo que

$$d = 110 - (2 \times 5,3) \\ d = 99,4 \text{ mm}$$

Entrando en el ábaco con

$$Q = 5 \text{ l/s} \\ d = 99,4 \text{ mm}$$

Vamos a obtener

$$J = 0,005 \text{ m/m (pérdida de carga)} \\ V = 0,75 \text{ m/s (velocidad)}$$

a) Cálculo de la altura manométrica

La altura manométrica se define por la fórmula

$$H_{man} = H_g + H_j$$

com

$$H_g = H_e + H_s$$

siendo

H_g - altura manométrica (7 m + 70 m)
 H_s - altura de succión (en este caso atribuímos el valor a 7 m)
 H_e - altura de elevación
 H_j - pérdidas de carga totales: (1900 m x 0,005 m/m)

tenemos

$$H_{man} = 7 + 70 + (1900 \times 0,005) \\ H_{man} = 86,5 \text{ m.c.a.}$$

Para accesorios, consideramos 5% de pérdida de carga total

$$86,5 \times 0,05 = 4,325 \\ H_{man} = 86,5 + 4,325 = 90,825 \text{ m.c.a.} \\ H_{man} = 9,1 \text{ Kg/cm}^2$$

Concluimos que podemos utilizar el tubo 110 mm - 10 Kg/cm².

) Cálculo da velocidade de progressão da perturbação

Aplica-se a fórmula

$$c = \frac{1240 \sqrt{\frac{E_t}{E_A} \cdot \frac{d_A}{d}}}{\sqrt{1 + \frac{E_t}{E} \cdot \frac{d}{c}}}$$

donde:

$$c = \frac{1240}{\sqrt{1 + \frac{2 \times 10^4}{3,0 \times 10^3} \cdot \frac{99,4}{5,3}}}$$

$$c = 337 \text{ m/s}$$

) Cálculo do tempo de corte do fluxo

Aplica-se a fórmula

$$t_c = \frac{2L}{c}$$

selo que

$$t_c = 2 \times 1900 / 337 = 11,3 \text{ s}$$

) Cálculo da sobre pressão

Aplica-se a formula

$$P_s = c \times \frac{V}{g}$$

selo que

$$P_s = 337 \times 0,66 / 9,8 = 23 \text{ m.c.a.}$$

$$P_s = 2,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Assim, a pressão máxima na conduta será resultante de

$$H_e + P_s$$

donde tenemos

$$70 \text{ m.c.a.} + 23 \text{ m.c.a.} = 93 \text{ m.c.a.} = 9,3 \text{ Kg/cm}^2$$

a) Cálculo de la velocidad de propagación de la perturbación

Se aplica la fórmula

$$c = \frac{1240 \sqrt{\frac{E_t}{E_A} \cdot \frac{d_A}{d}}}{\sqrt{1 + \frac{E_t}{E} \cdot \frac{d}{c}}}$$

siendo

$$c = \frac{1240}{\sqrt{1 + \frac{2 \times 10^4}{3,0 \times 10^3} \cdot \frac{99,4}{5,3}}}$$

$$c = 337 \text{ m/s}$$

b) Cálculo del tiempo de corte de flujo

Se aplica la fórmula

$$t_c = \frac{2L}{c}$$

siendo

$$t_c = 2 \times 1900 / 337 = 11,3 \text{ s}$$

c) Cálculo de la sobre presión

Se aplica la fórmula

$$P_s = c \times \frac{V}{g}$$

siendo

$$P_s = 337 \times 0,66 / 9,8 = 23 \text{ m.c.a.}$$

$$P_s = 2,5 \text{ Kg/cm}^2$$

Así, la presión máxima en la conducción será el resultado de

$$H_e + P_s$$

donde tenemos

$$70 \text{ m.c.a.} + 23 \text{ m.c.a.} = 93 \text{ m.c.a.} = 9,3 \text{ Kg/cm}^2$$

Elementos para
Cálculos de Conduitas

HIDROPRESS

Elementos para el
Cálculo de Conducciones

TROÇOS DE CONDUTAS A 45°
CÁLCULO DE COMPRIMENTOS

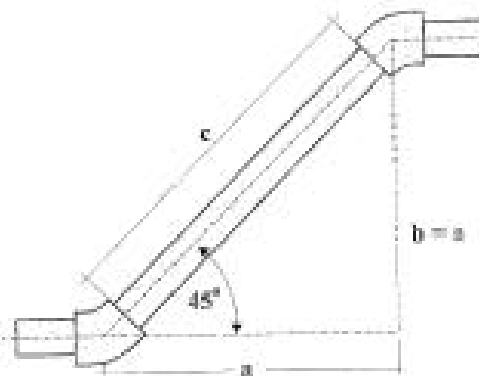
Para facilitar a determinação rápida do comprimento do troço de uma conduta a 45° (ver Figura), verifica-se que esse troço corresponde à hipotenusa (c) de um triângulo de lados iguais.

Na primeira coluna (a) do quadro, figuram os valores dos lados do triângulo em unidades de comprimento e na segunda coluna (c), os valores correspondentes à sua hipotenusa.

TRAMOS DE CONDUCCIONES A 45°
CÁLCULO DE LONGITUDES

Para facilitar la determinación rápida de la longitud de u conducción a 45° (ver Figura), se verifica que ese tramo corresponde a la hipotenusa (c), de un triángulo de lados iguales.

En la primera columna (a) del cuadro, figuran los valores los lados del triángulo en unidades de longitud y en la segunda columna (c), los valores correspondientes a su hipotenusa.



Troços de Conduitas a
45°
Cálculos de
Comprimentos

Tramos de Conducciones
a 45°
Cálculos de
Longitudes

a	c
1	1,4
2	2,8
3	4,2
4	5,7
5	7,1
6	8,5
7	9,9
8	11,3
9	12,7
20	28,3
30	42,4
40	56,6
50	70,7

Troços de Conduitas a
45°
Cálculos de
Comprimentos

Tramos de Conducciones
a 45°
Cálculos de
Longitudes

a	c
70	99,0
80	113,1
90	127,3
100	141,4
200	282,8
300	424,3
400	565,7
500	707,1
600	848,5
700	989,9
800	1131,4
900	1272,8
1000	1414,2

