



### INTRODUÇÃO

O teorema de *Bernoulli* afirma que “num fluxo constante, sem atrito, a soma das energias (velocidade, pressão e altura) é constante para uma partícula ao longo do seu percurso” e pode ser expressa mediante a equação:

$$(v^2/2g) + (p/w) + Z = H$$

onde:

- v é a velocidade, m/s (ft/s).
- g é a aceleração da gravidade = 9,81 m/s<sup>2</sup> (32,2 ft/s<sup>2</sup>).
- p é a pressão, bar (lb/ft<sup>2</sup>).
- w é o peso da água por unidade de volume = 9,810 N/m<sup>3</sup> (62.4 lb/ft<sup>3</sup>).
- z é a altura geométrica (ou potencial), distância acima de uma referência fixada, m (ft).
- H é a energia correspondente à elevação total da água, m (ft).
- (v<sup>2</sup>/2g) e (p/w) expressam a altura hidráulica (energia) correspondente à velocidade e pressão respectivamente, e são definidas como se indica nas seguintes equações:

Altura cinética: **hv = v<sup>2</sup>/2g** e altura piezométrica: **hp = p/w**

Para um fluxo real (incluindo o atrito) numa tubagem entre os pontos A e B, o teorema de *Bernoulli* é expresso do seguinte modo:

$$(v_A^2/2g) + (p_A/w) + z_A = (v_B^2/2g) + (p_B/w) + z_B + h_{AB}$$

onde h<sub>AB</sub> é a perda de carga total entre os pontos A e B.

A energia total da água corresponde à soma da energia potencial (hp) e da energia cinética (hv).

Para instalações hidráulicas, a fórmula desenvolvida por G. S. Williams e Allen Hazen tem a seguinte estrutura:

$$p = (c) (Q/C)^{1.85} / d^{4.87}$$

onde:

- p é a perda por unidade de comprimento, bar/m (psi/ft).
- c é uma constante = 6,06x10<sup>5</sup> com p expresso em bar (e 4,52 com p em psi).
- Q é o caudal, l/min (gpm).
- C é o coeficiente de tubagem de Hazen-Williams = 120 para tubagem de aço.
- d é o diâmetro interior do tubo, mm (inch).

Nos acessórios, as perdas devidas às mudanças de direcção e velocidade do fluxo denominam-se “**perdas devidas aos acessórios**”. Estas perdas são proporcionais à componente velocidade (v<sup>2</sup>/2g) e podem ser expressas como perdas correspondentes a um comprimento de tubagem recta (por metro).

A tabela seguinte indica comprimentos de tubagem equivalentes (expressos em metros) para vários acessórios.

### INTRODUCTION

The *Bernoulli's* theorem states that “in steady flow, without friction, the sum of heads (velocity, pressure, and elevation) is constant for a particle throughout its course” and it can be expressed by the equation:

$$(v^2/2g) + (p/w) + Z = H$$

where:

- v is the velocity, m/s (ft/s).
- g is the acceleration of gravity = 9,81 m/s<sup>2</sup> (32,2 ft/s<sup>2</sup>).
- p is the pressure, bar (lb/ft<sup>2</sup>).
- w is the weight of water per unit volume = 9,810 N/m<sup>3</sup> (62.4 lb/ft<sup>3</sup>).
- z is the elevation head (or potential head), distance above an assumed reference, m (ft).
- H is the total head of water, m (ft).
- (v<sup>2</sup>/2g) and (p/w) express velocity head and pressure head, respectively and are defined as indicated in the following equations:

Velocity head: **hv = v<sup>2</sup>/2g** and Pressure head: **hp = p/w**

For real flow (including friction) in a pipeline between points A and B the *Bernoulli's* theorem is expressed as:

$$(v_A^2/2g) + (p_A/w) + z_A = (v_B^2/2g) + (p_B/w) + z_B + h_{AB}$$

where h<sub>AB</sub> is the total head lost between points A and B.

The total energy of the water is a measure (sum) of the potential energy (hp) and kinetic energy (hv).

For waterworks the formula developed by G. S. Williams and Allen Hazen is accepted as:

$$p = (c) (Q/C)^{1.85} / d^{4.87}$$

where:

- p is the loss per unit length, bar/m (psi/ft).
- c is the constant = 6,06x10<sup>5</sup> for p in bar (and 4,52 for p in psi).
- Q is the flow rate, l/min (gpm).
- C is the Hazen-Williams pipe coefficient = 120 for steel pipes.
- d is the internal pipe diameter, mm (inch).

In fittings, losses arising from changes in flow direction and velocity are called “**loss due to fittings**”. Such losses are proportional to velocity head (v<sup>2</sup>/2g) and can be expressed to losses in a length of straight pipe (by meter).

Next table gives equivalent pipe lengths (expressed in meters) for various fittings.

### COMPRIENTO EQUIVALENTE DA TUBAGEM (metros) - EQUIVALENT PIPE LENGHT (meters) L<sub>eq</sub>

Tubo de Aço Steel tube			União ranhurada Grooved coupling	Joelho 90° ranhurado Elbow 90° grooved	Joelho 45° ranhurado Elbow 45° grooved	Tê ranhurado (fluxo linear) Tee grooved (run flow)	Tê ranhurado (fluxo ramal) Tee grooved (branch flow)
DN	NPS	Ø ext (mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
25	1"	33,7	0,18	0,90	0,43	0,95	2,20
32	1 1/4"	42,4	0,18	1,00	0,45	0,95	2,35
40	1 1/2"	48,3	0,18	1,10	0,48	1,05	2,50
50	2"	60,3	0,18	1,20	0,55	1,20	2,85
65	2 1/2"	76,1	0,18	1,50	0,75	1,50	3,75
80	3"	88,9	0,18	1,65	0,88	1,65	4,40
100	4"	114,3	0,18	2,30	1,10	2,30	5,40
125	5"	139,7	0,18	2,75	1,42	2,75	6,95
150	6"	168,3	0,18	3,30	1,65	3,30	8,35
200	8"	219,1	0,18	4,40	1,65	4,40	11,10
250	10"	273,0	0,18	5,20	2,25	5,10	12,60
300	12"	323,9	0,18	6,10	2,60	6,20	15,70

Nota : Devido ao constante desenvolvimento dos nossos produtos, o desenho e os dados fornecidos podem ser alterados sem aviso prévio.

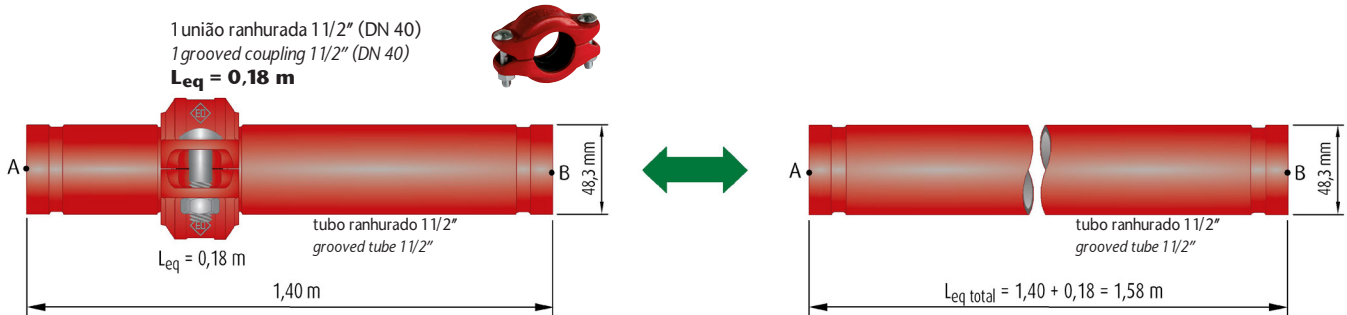
Note : Due to the continuous development of our products, specifications may be changed without notification at any time.

Rev.0b-03.19

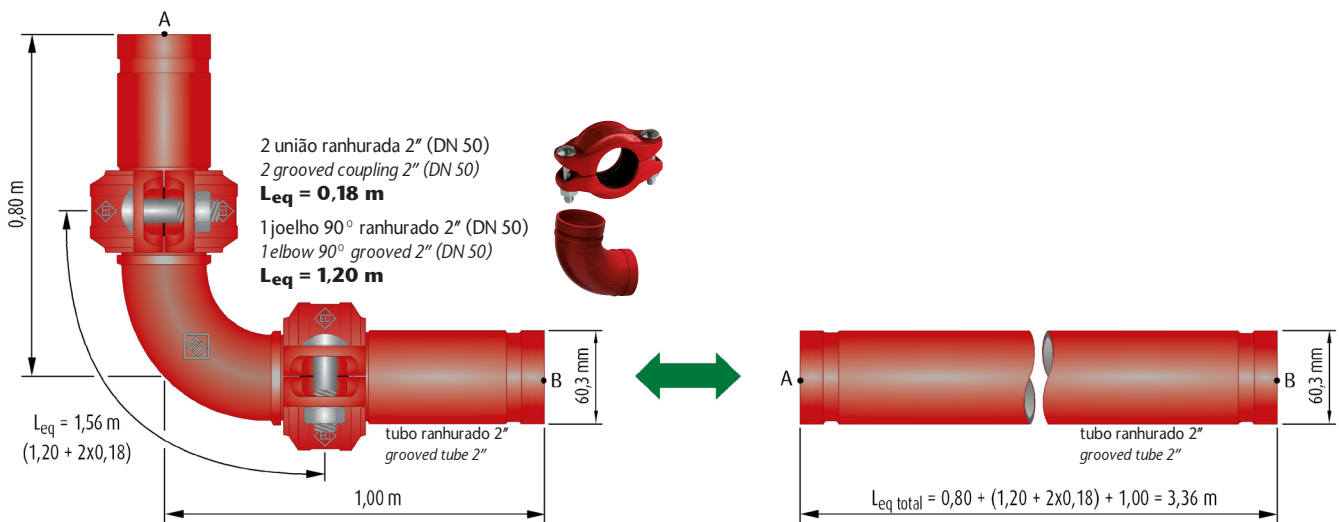
1/2



### EXEMPLO 1 / EXAMPLE 1



### EXEMPLO 2 / EXAMPLE 2



### EXEMPLO 3 / EXAMPLE 3

