



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/s² (32,2 ft/s²).
- p é a pressão, bar (lb/ft²).
- w é o peso da água por unidade de volume = 9.810 N/m³ (62,4 lb/ft³).
- 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).
- (v²/2g) e (p/w) expressam a altura hidráulica (energia) correspondente à velocidade e pressão respectivamente, e são definidas como se indica nas seguintes equações:

$$\text{Altura cinética: } hv = v^2/2g \text{ e altura piezométrica: } hp = p/w$$

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_{AB} 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 = 6,06x10⁵ 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 (v²/2g) 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 roscados NP EN 10242.

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/s² (32,2 ft/s²).
- p is the pressure, bar (lb/ft²).
- w is the weight of water per unit volume = 9.810 N/m³ (62,4 lb/ft³).
- z is the elevation head (or potential head), distance above an assumed reference, m (ft).
- H is the total head of water, m (ft).
- (v²/2g) and (p/w) express velocity head and pressure head, respectively and are defined as indicated in the following equations:

$$\text{Velocity head: } hv = v^2/2g \text{ and Pressure head: } hp = p/w$$

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_{AB} 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:

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

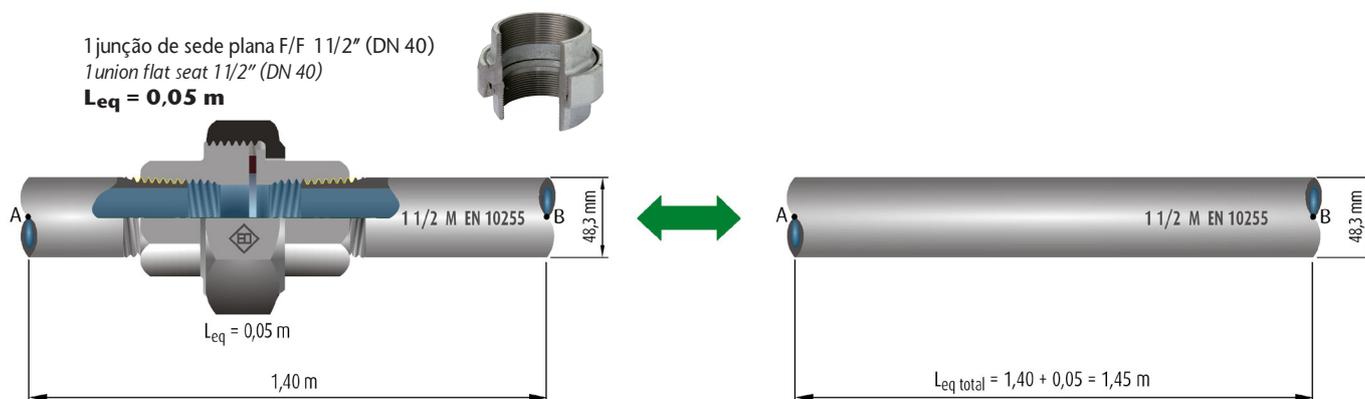
where:

- p is the loss per unit length, bar/m (psi/ft).
- c is the constant = 6,06x10⁵ 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 (v²/2g) 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 threaded fittings EN 10242.

CONCEITO - CONCEPT





COMPRIMENTO EQUIVALENTE DA TUBAGEM (metros) - EQUIVALENT PIPE LENGHT (meters) L_{eq}

ACESSÓRIOS ROSCADOS NP EN 10242 THREADED FITTINGS EN 10242				DIMENSÃO DO ACESSÓRIO ["] / DIMENSÃO NOMINAL [DN] FITTING SIZE ["] / NOMINAL SIZE [DN]														
FIGURA TYPE	SÍMBOLO SYMBOL	DESIGNAÇÃO DESIGNATION	IMAGEM IMAGE	1/4 DN 8	3/8 DN 10	1/2 DN 15	3/4 DN 20	1 DN 25	1 1/4 DN 32	1 1/2 DN 40	2 DN 50	2 1/2 DN 65	3 DN 80	4 DN 100	5 DN 125	6 DN 150		
1	G4	CURVA LONGA M/F LONG SWEEP BEND M/F		-	0,18	0,30	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,60	2,10	2,70	3,40		
1A	D4	CURVA CURTA M/F SHORT BEND M/F		0,16	0,24	0,32	0,48	0,64	0,79	0,95	1,27	1,59	1,91	2,54	-	-		
2	G1	CURVA LONGA F/F LONG SWEEP BEND F/F		-	0,18	0,30	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,60	2,10	2,70	3,40		
2A	D1	CURVA CURTA F/F SHORT BEND F/F		-	-	0,40	0,60	0,70	0,90	1,10	1,40	1,70	2,10	2,80	3,70	4,30		
3	G8	CURVA LONGA M/M LONG SWEEP BEND M/M		-	0,25	0,34	0,50	0,67	0,84	1,01	1,35	1,68	2,02	2,69	-	4,04		
40	G4/45°	CURVA LONGA M/F 45° LONG SWEEP BEND M/F 45°		0,10	0,15	0,20	0,30	0,41	0,51	0,61	0,81	1,02	1,22	1,73	2,16	2,59		
41	G1/45°	CURVA LONGA F/F 45° LONG SWEEP BEND F/F 45°		0,10	0,16	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,86	1,08	1,30	1,73	2,16	2,59		
85	-	UNIÃO DE CRUZAMENTO CROSSOVER		-	-	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
90	A1	JOELHO F/F 90° ELBOW F/F 90°		0,23	0,35	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,88	2,35	2,82	3,76	4,70	5,64		
92	A4	JOELHO M/F 90° ELBOW M/F 90°		0,22	0,33	0,44	0,67	0,89	1,11	1,33	1,78	-	-	-	-	-		
120	A1/45°	JOELHO F/F 45° ELBOW F/F 45°		-	0,16	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,86	1,08	1,30	1,73	2,16	2,59		
130	B1	TÊ TEE		0,04	0,06	0,08	0,12	0,17	0,21	0,25	0,33	0,41	0,50	0,66	0,83	0,99		
				0,34	0,51	0,69	1,03	1,37	1,71	2,06	2,74	3,43	4,11	5,49	6,86	8,23		
				0,42	0,62	0,83	1,25	1,66	2,08	2,50	3,33	4,16	4,99	6,65	8,32	9,98		
130R	B1	TE DE REDUÇÃO REDUCING TEE		-	0,05	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,28	0,35	0,42	0,56	-	-		
			0,06				0,17				0,34							
			0,09				0,20											
			0,11				0,23											
			0,13				0,29											
			0,14				0,30											
			0,15				0,46											
180	C1	CRUZETA CROSS		0,05	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,41	0,49	0,59	-	-	-		
				0,34	0,50	0,67	1,01	1,35	1,68	2,02	2,69	3,36	4,02	-	-	-		
221	Za1	JOELHO DE TRÊS VIAS SIDE OUTLET ELBOW		-	0,61	0,81	1,22	1,63	2,03	2,44	3,25	-	-	-	-	-		
240	M2	UNIÃO DE REDUÇÃO REDUCING SOCKET		-	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	-	-		
270	M2	UNIÃO SOCKET		0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,30		
330	U1	JUNÇÃO COM SEDE PLANA F/F UNION FLAT SEAT F/F		0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	-	-		
340	U11	JUNÇÃO COM SEDE CÔNICA F/F UNION TAPER SEAT F/F		0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	-	-		

Nota : Estes valores podem ser alterados quando os acessórios sofrem alguma modificação no seu desenho.
Note : These values may change when the fittings undergo any modification in their design.

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.0-01.21
2/2