



INTRODUCCIÓN

El teorema de *Bernoulli* afirma que "en un flujo constante, sin fricción, la suma de los cabezales (velocidad, presión y elevación) es constante para una partícula a lo largo de su recorrido" y puede expresarse mediante la ecuación:

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

donde:

- v es la velocidad, m/s (ft/s).
- g es la aceleración de la gravedad = 9,81 m/s² (32,2 ft/s²).
- p es la presión, bar (lb/ft²).
- w es el peso del agua por unidad de volumen = 9,810 N/m³ (62.4 lb/ft³).
- z es la altura geométrica (o potencial), distancia por encima de una referencia dada, m (ft).
- H es la elevación total del agua (cabezal o altura hidráulica), m (ft).
- (v²/2g) y (p/w) expresan el cabezal de velocidad (presión dinámica) y el cabezal de presión respectivamente, y se definen como se indica en las siguientes ecuaciones:

Altura cinética: **hv = v²/2g** y altura de piezométrica: **hp = p/w**

Para el flujo real (incluida la fricción) en una tubería entre los puntos A y B, el teorema de *Bernoulli* se expresa como:

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

donde h_{AB} es la pérdida de carga total entre los puntos A y B.

La energía total del agua es una medida (suma) de la energía potencial (hp) y la energía cinética (hv).

Para instalaciones hidráulicas, la fórmula desarrollada por G. S. Williams y Allen Hazen se acepta como:

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

donde:

- p es la pérdida por unidad de longitud, bar/m (psi/ft).
- c es la constante = 6,06x10⁵ con p en bar (y 4,52 con p en psi).
- Q es el caudal, l/min (gpm).
- C es el coeficiente de tubería de *Hazen-Williams* = 120 para tubería de acero.
- d es el diámetro interno del tubo, mm (inch).

En los accesorios, las pérdidas que surgen de los cambios en la dirección y velocidad del flujo se denominan "**pérdidas debidas a los accesorios**". Dichas pérdidas son proporcionales a la componente de velocidad (v²/2g) y se pueden expresar como pérdidas de longitud de tubería recta (por metro).

La siguiente tabla proporciona longitudes de tubería equivalentes (expresadas en metros) para varios accesorios.

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:

Velocity head: **hv = v²/2g** 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_{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 fittings.

LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA (metros) - EQUIVALENT PIPE LENGHT (meters) L_{eq}

Tubo de Acero Steel tube			Acoplamiento ranurado Grooved coupling	Codo 90° ranurado Elbow 90° grooved	Codo 45° ranurado Elbow 45° grooved	Te ranurado (flujo lineal) Tee grooved (run flow)	Te ranurado (flujo 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 : Debido al constante desarrollo de nuestros productos, los datos suministrados pueden ser alterados sin previo aviso.

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

Rev.0-03.19