

HIDRODINAMICA

La hidrodinámica estudia el comportamiento de los fluidos en movimiento.

Ecuación de continuidad

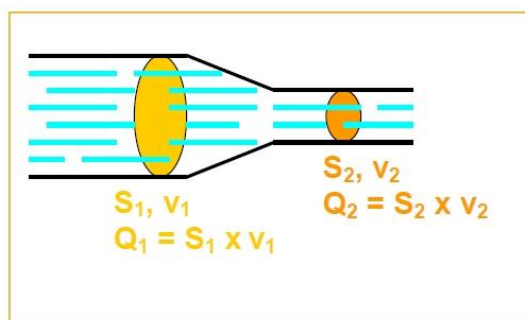
Para poder formular esta ecuación, necesitamos que el fluido dentro de la tubería cumpla las siguientes condiciones:

- 1.- Que su caudal sea constante
- 2.- Que viaje en régimen estacionario. Esto quiere decir que la circulación del fluido sea homogénea en toda la sección de la tubería.
- 3.- Que no existan pérdidas de masa a través de las paredes de la tubería, es decir, que no haya fugas.

Q (caudal) = V / t (volumen de líquido que pasa por una sección de la tubería por unidad de tiempo)

Como $V = S L$, $Q = S L / t = S \text{ Vel.}$ ----- $Q = S \text{ Vel}$

Vamos a representar un tramo de tubería por la que circula un fluido con caudal constante, en régimen estacionario y sin fugas. Este tramo, como ves en la imagen, presenta un estrechamiento.



Como hemos supuesto que el caudal es constante en toda la tubería, podemos igualarlos en las secciones S_1 y S_2 :

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow S_1 \times v_1 = S_2 \times v_2$$

$$S_1 \times v_1 = S_2 \times v_2$$

Se puede enunciar de forma aproximada la ecuación de continuidad diciendo que, mientras el caudal de fluido que circula por una tubería sea constante, al producirse un estrechamiento de la tubería, se produce un aumento de la velocidad, y viceversa.

Como S_1 es mayor que S_2 , la velocidad v_1 será menor que v_2

Quizá pienses que esta ecuación no tiene importancia, pero en la práctica se pueden obtener con ella las velocidades de circulación de fluidos por tuberías. La velocidad del fluido afecta poderosamente a sus condiciones de circulación: velocidades elevadas producen ruidos molestos en las instalaciones y pérdidas de presión elevadas. Velocidades muy bajas pueden ocasionar formación de sedimentos en el interior de las tuberías.

Ecuación de Bernoulli

Si se cumplen las tres condiciones de la ecuación de continuidad, la energía de un fluido en movimiento será la suma de:

- su energía cinética: aquella que se debe al movimiento del fluido.

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

- su energía potencial: se debe a la altura que tiene el fluido.

$$E_p = mgh$$

- su energía de presión: es el trabajo necesario para comprimir el fluido:

$$E_{pres} = P V$$

Por tanto, su energía total será:

$$E_t = \frac{1}{2} m V^2 + mgh + PV$$

Esta energía permanece constante en un punto de un fluido que circula en un circuito cerrado y en un régimen estacionario.

PÉRDIDAS DE CARGA

Cuando un fluido circula por una conducción, se produce rozamiento entre el fluido y las paredes del conducto. Esto ocasiona que la energía que llevaba el fluido en un principio, vaya disminuyendo, lo que significa una disminución de la presión. Es decir, la presión inicial que llevaba el fluido se va haciendo menor a medida que avanza. Esta pérdida de presión se denomina pérdida de carga.

Las pérdidas de carga se pueden dividir en dos tipos diferentes:

- Pérdidas de carga teniendo en cuenta solamente los tramos rectos de la tubería. Sin contabilizar los accesorios. Se llaman **pérdidas lineales**. En estos tramos, la caída de presión depende tan sólo de la velocidad del fluido, de las características del tubo, (diámetro, material y rugosidad) y de las propiedades físicas del fluido (densidad y viscosidad).
- Pérdidas de carga que corresponden exclusivamente a los accidentes puntuales, tales como estrechamientos y ensanchamientos, codos bruscos, tes, llaves, válvulas y otros. Se llaman **pérdidas localizadas**.

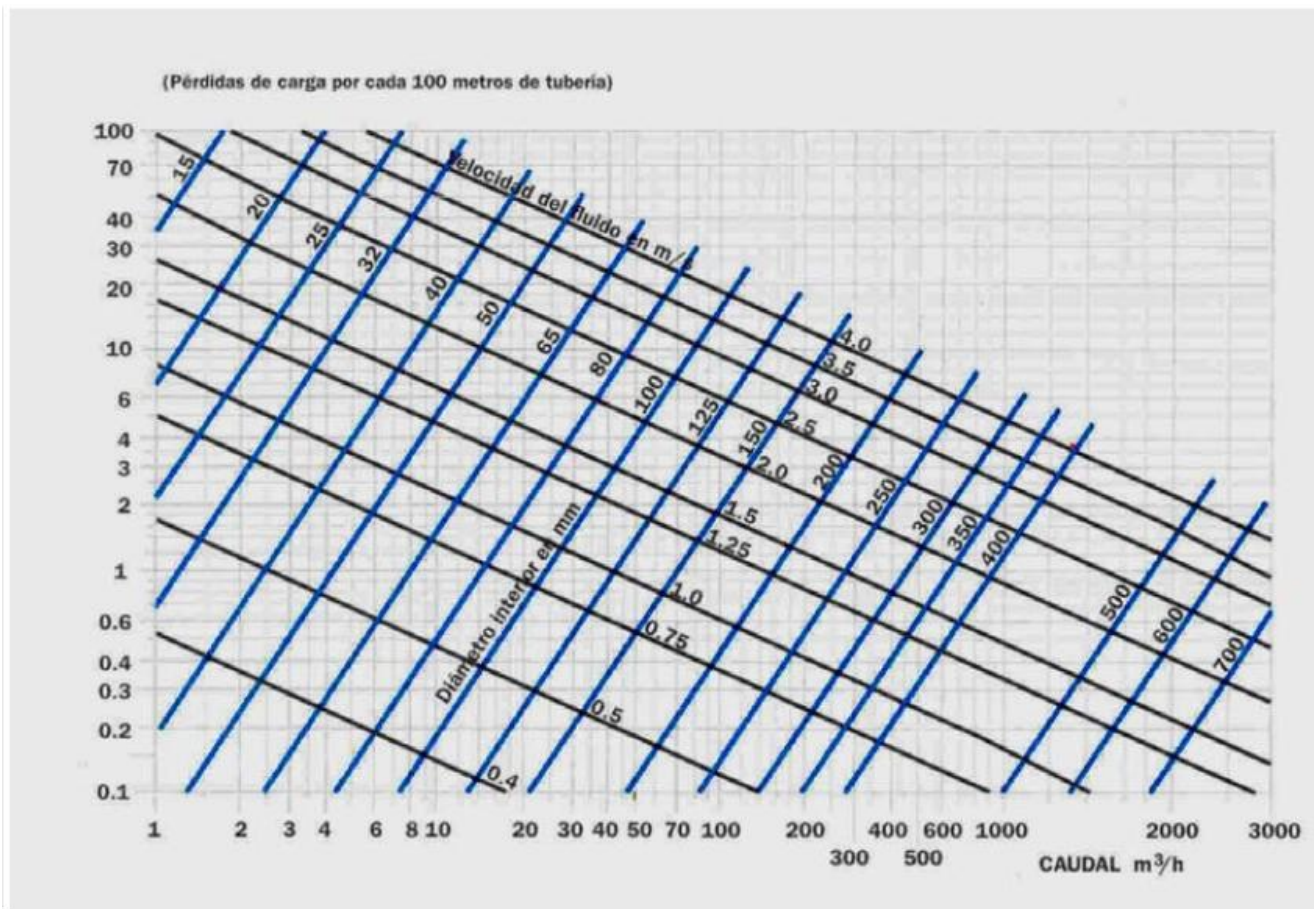
La pérdida total de presión será la suma de las pérdidas lineales y de las localizadas y se calcula del siguiente modo: en primer lugar, se transforman las pérdidas localizadas en pérdidas lineales por medio de una tabla como la siguiente.:

DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO (EN MM)	CODO 90°	CURVA 90°	VÁLVULA DE PIE	VÁLVULA DE RETENCIÓN	T PASO RECTO (180°)	T DERIVACIÓN A RAMAL (90°)	ENSANCHAMIENTO D/D=1/4, 1/2 3/4	CONTADOR	VÁLVULA COMPUERTA
10	0,3	0,3	3	1,6	0,65	1,8	0,3	6	0,5
15	0,5	0,4	4	2	0,8	2,5	0,5	7	0,7
20	0,6	0,5	5	3	1,25	3,0	0,6	10	0,8
25	0,8	0,7	6	4	1,7	3,6	0,8	12	1
32	1	0,9	7	5	2,1	4,1	1	18	1,3
40	1,4	1	8	6	2,7	4,6	1,4	20	1,7
50	2,7	1,5	9	7	3,2	5,0	2,7	25	2
60	2,1	1,7	10	8	4	5,5	2,1	30	2,5
80	3	2,2	12	9	5,5	6,2	3	40	3
100	3,2	2,8	15	10	7	6,9	3,2	50	4

Esta permite calcular la longitud de tubería equivalente para distintos elementos existentes en una instalación, es decir, la longitud de tubería que proporciona la misma pérdida de carga que el elemento en cuestión.

Una vez calculada la longitud equivalente del accesorio, se le suma la longitud de la tubería sobre la que se esté realizando el cálculo. La pérdida de carga total se calcula en función de la longitud total obtenida, el diámetro de la tubería y el caudal circulante a través de ella. Para ello se utilizan diagramas que relacionan todas estas magnitudes.

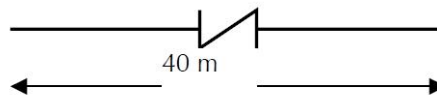
Además de las pérdidas de carga mencionadas, siempre que existen un desnivel entre dos puntos de la instalación es necesario tener en cuenta la pérdida de presión producida por la diferencia de altura que tiene que salvar el agua entre estos dos puntos, originando cada metro de desnivel una pérdida de carga equivalente a 1 m.c.a.



Cuando las tuberías sean de otros materiales que no sean acero, habrá que aplicar los factores de corrección siguientes:

MATERIAL	FACTOR DE CORRECCIÓN
PVC	0,6
Cobre	0,5
Fibro-cemento	0,8
Cemento (paredes lisas)	0,8

Ejemplo: hallar las pérdidas de carga totales de una tubería horizontal de acero de 80 mm. de diámetro interior y 40 metros de largo que tiene una válvula de retención y por la que circula un caudal de 50 m³/h



Si consultamos la tabla, comprobamos que una válvula de retención instalada en una tubería de 80 mm equivale a 9 metros de tubería recta.

La longitud total de tubería que debemos tener en cuenta para el cálculo es: 40 + 9 metros de tubería.

Esto quiere decir que el conjunto tubería más accesorio equivale a 49 metros de tubería.

Consultando el ábaco de pérdidas de carga, observamos que para un diámetro de 80 mm y caudal 50 m³/h obtenemos unas pérdidas de carga de 11 m.c.a. por cada 100, es decir, un 11%. También observamos que la velocidad del fluido está próxima a los 2,5 m/seg.

Dado que hemos de considerar 49 metros de tubería, el 11% es 5,39, luego las pérdidas de carga son 5,39 m.c.a.