

El tubo De Vénturi

Recopilado a partir de

<http://www.monografias.com/trabajos6/tube/tube.shtml>

por: Jose Carlos Suarez Barbazano. Técnico Superior Química Ambiental.

Técnico del Centro Canario del Agua

Email: josecarlos@fcc.a.es

Tel: +34 922 298664

10 de mayo de 2006

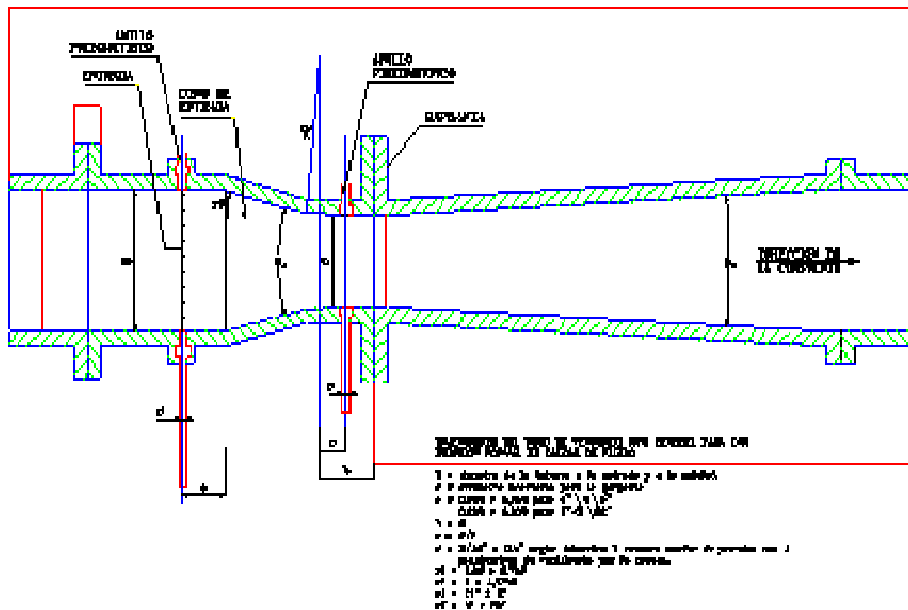
Introducción

El Tubo de Venturi fue creado por el físico e inventor italiano Giovanni Battista Venturi (1.746 – 1.822). Fue profesor en Módena y Pavía. En Paris y Berna, ciudades donde vivió mucho tiempo, estudió cuestiones teóricas relacionadas con el calor, óptica e hidráulica. En este último campo fue que descubrió el tubo que lleva su nombre. Según él este era un dispositivo para medir el gasto de un fluido, es decir, la cantidad de flujo por unidad de tiempo, a partir de una diferencia de presión entre el lugar por donde entra la corriente y el punto, calibrable, de mínima sección del tubo, en donde su parte ancha final actúa como difusor.

Definición

El Tubo de Venturi es un dispositivo que origina una pérdida de presión al pasar por él un fluido. En esencia, éste es una tubería corta recta, o garganta, entre dos tramos cónicos. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el caudal instantáneo, o bien, uniéndola a un depósito carburante, se puede introducir este combustible en la corriente principal.

Las dimensiones del Tubo de Venturi para medición de caudales, tal como las estableció Clemens Herschel, son por lo general las que indica la figura 1. La entrada es una tubería corta recta del mismo diámetro que la tubería a la cual va unida. El cono de entrada, que forma el ángulo a_1 , conduce por una curva suave a la garganta de diámetro d_1 . Un largo cono divergente, que tiene un ángulo a_2 , restaura la presión y hace expansionar el fluido al pleno diámetro de la tubería. El diámetro de la garganta varía desde un tercio a tres cuartos del diámetro de la tubería.



La presión que precede al cono de entrada se transmite a través de múltiples aberturas a una abertura anular llamada anillo piezométrico. De modo análogo, la presión en la garganta se transmite a otro anillo piezométrico. Una sola línea de presión sale de cada anillo y se conecta con un manómetro o registrador. En algunos diseños los anillos piezométricos se sustituyen por sencillas uniones de presión que conducen a la tubería de entrada y a la garganta.

La principal ventaja del Vénturi estriba en que sólo pierde un 10 - 20% de la diferencia de presión entre la entrada y la garganta. Esto se consigue por el cono divergente que desacelera la corriente.

Es importante conocer la relación que existe entre los distintos diámetros que tiene el tubo, ya que dependiendo de los mismos es que se va a obtener la presión deseada a la entrada y a la salida del mismo para que pueda cumplir la función para la cual está construido.

Esta relación de diámetros y distancias es la base para realizar los cálculos para la construcción de un Tubo de Venturi y con los conocimientos del caudal que se desee pasar por él.

Deduciendo se puede decir que un Tubo de Venturi típico consta, como ya se dijo anteriormente, de una admisión cilíndrica, un cono convergente, una garganta y un cono divergente. La entrada convergente tiene un ángulo incluido de alrededor de 21°, y el cono divergente de 7 a 8°. La finalidad del cono divergente es reducir la pérdida global de presión en el medidor; su eliminación no tendrá efecto sobre el coeficiente de descarga. La presión se detecta a través de una serie de agujeros en la admisión y la garganta; estos agujeros conducen a una cámara angular, y las dos cámaras están conectadas a un sensor de diferencial de presión.

Funcionamiento de un tubo de venturi

En el Tubo de Venturi el flujo desde la tubería principal en la sección 1 se hace acelerar a través de la sección angosta llamada garganta, donde disminuye la presión del fluido. Después se expande el flujo a través de la porción divergente al mismo diámetro que la tubería principal. En la pared de la tubería en la sección 1 y en la pared de la garganta, a la cual llamaremos sección 2, se encuentran ubicados ramificadores de presión. Estos ramificadores de presión se encuentran unidos a los dos lados de un manómetro diferencial de tal forma que la deflexión h es una indicación de la diferencia de presión $p_1 - p_2$. Por supuesto, pueden utilizarse otros tipos de medidores de presión diferencial.

La ecuación de la energía y la ecuación de continuidad pueden utilizarse para derivar la relación a través de la cual podemos calcular la **velocidad** del flujo. Utilizando las secciones 1 y 2 en la formula 2 como puntos de referencia, podemos escribir las siguientes **ecuaciones**:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad 1$$

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad 2$$

Estas **ecuaciones** son válidas solamente para fluidos incomprensibles, en el caso de los líquidos. Para el flujo de **gases**, debemos dar especial **atención** a la variación del peso específico γ con la presión. La reducción algebraica de las ecuaciones 1 y 2 es como sigue:

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + (z_1 - z_2) - h_i$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2g \left[\left(\frac{P_1 - P_2}{\gamma} \right) + (z_1 - z_2) - h_i \right]$$

Pero $v_1 = v_2 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2$. Por consiguiente tenemos,

$$v_2^2 \left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right] = 2g \left[\left(\frac{P_1 - P_2}{\gamma} \right) + (z_1 - z_2) - h_i \right]$$

$$v_2^2 = \frac{\sqrt{2g \left[\left(\frac{P_1 - P_2}{\gamma} \right) + (z_1 - z_2) - h_i \right]}}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2} \quad (3)$$

Se pueden llevar a cabo dos simplificaciones en este momento. Primero, la diferencia de elevación $(z_1 - z_2)$ es muy pequeña, aun cuando el medidor se encuentre instalado en forma vertical. Por lo tanto, se desprecia este termino. Segundo, el termino h_i es la perdida de la energía del fluido conforme este corre de la sección 1 a la sección 2. El **valor** h_i debe determinarse en forma experimental.

Pero es más conveniente modificar la ecuación (3) eliminando h_1 e introduciendo un coeficiente de descarga C:

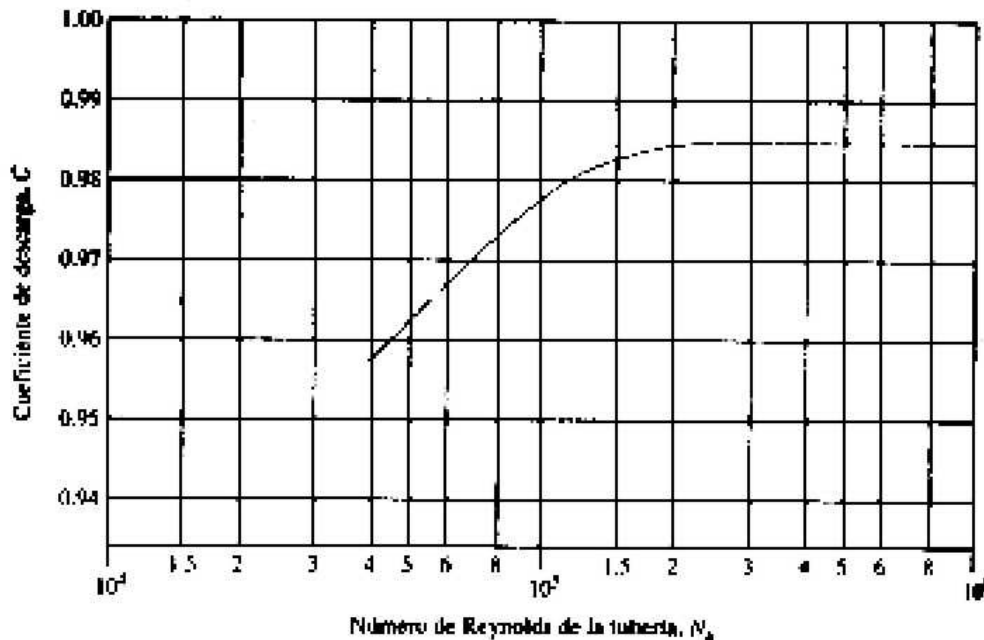
$$v_2 = C \sqrt{\frac{2g \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma} \right)}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2}} \quad (4)$$

La ecuación (4) puede utilizarse para calcular la **velocidad** de flujo en la garganta del medidor. Sin embargo, usualmente se desea calcular la velocidad de flujo del **volumen**.

Puesto que $Q = A_2 v_2$, tenemos:

$$Q = CA_2 \sqrt{\frac{2g(p_1 - p_2) / \gamma}{1 - (A_2 / A_1)^2}} \quad (5)$$

El **valor** del coeficiente C depende del número de Reynolds del flujo y de la **geometría** real del medidor. La figura 2 **muestra** una curva típica de C versus número de Reynolds en la tubería principal.



La referencia 3 recomienda que $C = 0.984$ para un Tubo Vénturi fabricado o fundido con las siguientes condiciones:

$$100\text{mm} \leq D \leq 1200\text{mm}$$

$$4\text{pulg} \leq D \leq 48\text{pulg}$$

$$0.30 \leq \beta \leq 0.75$$

$$2 \times 10^5 \leq N_R \leq 6 \times 10^6 \quad (\text{en la tubería principal})$$

donde β se define como el coeficiente del diámetro de la garganta y el diámetro de la sección de la tubería principal. Esto es, $\beta = d/D$.

Para un Tubo Vénturi maquinado, se recomienda que $C = 0.995$ para las condiciones siguientes:

$$50\text{mm} \leq D \leq 250\text{mm}$$

$$2\text{pulg} \leq D \leq 10\text{pulg}$$

$$0.30 \leq \beta \leq 0.75$$

$$2 \times 10^5 \leq N_R \leq 2 \times 10^6$$

(en la tubería principal)

La referencia 3, 5 y 9 proporcionan **información** extensa sobre la **selección** adecuada y la aplicación de los Tubos de Venturi.

La ecuación (14-5) se utiliza para la boquilla de flujo y para el orificio, así como también para el Tubo de Venturi.