

## EL MEDIDOR DE AGUA "VENTURI."

---

POR CLEMENS HERSCHEL

*Traducido del "Cassier's Magazine" de Marzo de 1899.*

---

Hai medidores de medidores de agua, o mas bien hai muchos medidores de agua, i solo uno bueno. Los primeros son esas prominencias de hierro fundido que el dueño de casa puede encontrar en la cañería que le suministra el agua, cuyo interior no examinaremos por ahora. Contienen un mecanismo que funciona mui bien en los mejores medidores, los cuales se introducirían mas luego al uso jeneral si no fuera por el gran número de tipos que existen.

Aun para cañerías de 6 pulgadas, los medidores de este tipo son mui grandes, i pocos se han hecho que sirvan para una cañería de 12 pulgadas de diámetro.

Para cañerías de mayor diámetro que éste, i aun para los diámetros entre 6 i 12 pulgadas hai un solo medidor: el medidor "Venturi." Éste es capaz de medir con precision i economía el caudal en cualquier tamaño de cañería, hasta el cubo total de agua de cualquier ciudad o conjunto de ciudades. Ha servido para medir la cantidad de agua que pasa por un cañon de 108 pulgadas de diámetro, ascendiendo a 150 millones de galones en 24 horas, i podria, con

igual facilidad, medir el desagüe del establecimiento del Niágara, o de cualquier acueducto parecido. Al mismo tiempo un medidor, del tamaño de la muñeca de un hombre, sirve como ilustración práctica en las lecciones de hidráulica, en la mayoría de las escuelas de ingeniería de los Estados Unidos i Canadá.

La historia del invento de este medidor puede ser interesante. Venturi fué un italiano, profesor de hidráulica, i de otras ciencias físicas, que vivía hace unos 100 años. Durante la Revolución francesa, se encontró en París, i escribió algunos de sus libros en francés. Otros los escribió en italiano. Todos sus escritos indican que era un investigador i pensador independiente. Es más conocido por sus importantes experimentos, hechos en Módena, en 1791, sobre el volumen de agua que pasa por caños diverjentes, en cuyo campo fué el primer explorador.

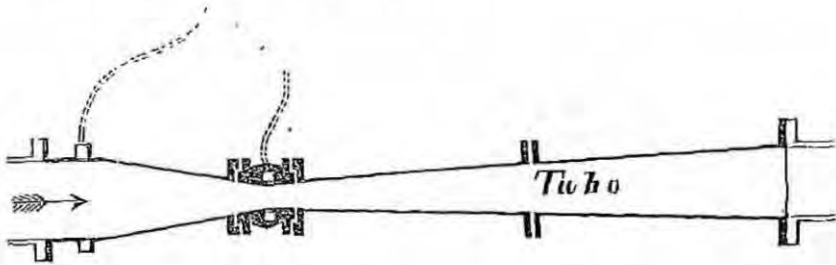
Venturi no indicó el uso que se podría hacer de estos caños diverjentes; pero desde entónces éstos han sido utilizados de varios modos, i su acción ha llegado a ser mejor comprendida. Uno de los primeros que aprovecharon de esas propiedades fué el americano M. A. Boyden, el diseñador de la turbina Fourneyron de forma Boyden, quien murió hace unos 20 años. Una relación completa del invento de Boyden, llamado el difundidor de Boyden, existe en la obra de Francis, "*Lowell Hydraulic Experiments*" i en la "Mecánica" de Weisbach.

También se han aplicado en la bomba aspirante, exhibida en Hamburgo en 1869 i en la construcción de anemómetros.

El medidor inventado en 1881, recibió el nombre de "Venturi" en honor del primer explorador de las propiedades físicas de los tubos diverjentes. Su inventor era ingeniero de una compañía hidráulica importante de Nueva Inglaterra EE. UU. i tenía la obligación de determinar i registrar la cantidad de agua que se usaba diariamente por 85 ruedas hidráulicas i en 25 a 30 establecimientos manufactureros.

Muchas veces contemplaba los cañones que conducían el agua, discurriendo si podía idear algún medio sencillo i práctico que

manifestase al observador lo que ocurría en su interior. Poco a poco estos deseos se vieron realizados.



Si ponemos una corta boquilla cónica en cualquier punto de una cañería, el agua se represará i descargará con la carga artificial que se ha producido, aumentando la velocidad. Entónces, para devolverle al agua su velocidad orijinal, aprovechemos las propiedades del tubo diverjente de "Venturi," haciendo pasar el agua por un cono largo diverjente que llegue a tener la seccion orijinal, — todo esto sin modificar las condiciones hidráulicas que al principio en la cañería existían. Entónces la carga artificial, operando sobre la boquilla cónica, nos dará la medida de la cantidad de agua que pasa, miéntras que el resto del aparato impedirá que haya pérdidas importantes de carga.

Una oportunidad para ensayar esta concepcion se presentó cinco años mas tarde, en 1886, i los resultados de este ensayo aparecieron en los *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, noviembre 1887, donde hai una relacion de dos séries de esperimentos con dichos medidores—entónces llamados medidores de agua "Venturi"—uno de los cuales era de 12 pulgadas, i el otro de 108 pulgadas de diámetro en las estremidades, i 4 i 36 pulgadas de diámetro respectivamente en la garganta o union de los dos conos.

Se colocaron los primeros medidores "Venturi," en el año 1890, en la cañería matriz de la Compañía de Agua que surtía la ciudad de Newark. Dos eran de 48 i el otro de 36 pulgadas de diámetro. Esta Compañía se ha desarrollado hasta que surte a varias municipalidades, las cuales consumen 55 a 70 millones de galones diariamente. Esta gran cantidad de agua es medida diariamente

mediante dos medidores receptores de 48 pulgadas de diámetro, i se volvía a medir por 11 medidores distribuidores cuyo diámetro varía entre 48 i 12 pulgadas. La cantidad registrada por los medidores receptores tenia que estar conforme con la que registraban los medidores distribuidores, cada día, i si no, la administracion buscaba inmediatamente el escape que causaba la diferencia. La compañía suministraba 27.5 millones de galones a un gran consumidor, i el error (que se comprueba al dia siguiente) rara vez excede 0.1 millon de galones. El sistema que se empleaba era dejar correr el agua sin cuidado durante 16 horas, o hasta las 4 P. M.; entónces se averiguaba qué cantidad habia sido entregada, i se disminuía o se aumentaba la corriente hasta que se hubiese entregado la cantidad debida, durante las 8 horas que siguian.

Se habia dispuesto que uno de estos medidores registrase la cantidad de agua, aunque pasara en ambas direcciones indistintamente. Esto es muy sencillo obtenerlo, pues sólo es necesario colocar un cono largo a ambos lados de la garganta, en vez de colocarlo al lado de su salida solamente.

No está demas decir que un medidor de esta clase de doble accion, fué precisamente lo que se necesitó en el año 1898, para cumplir con la lei que rije a las ocho Compañías de agua que surten el distrito metropolitano de Lóndres. Se les exigió que conectaran sus cañerías de modo que un distrito no careciera de agua cuando los otros tenian en exceso. Es evidente que, una vez hecha la conexion, debe permitir un intercambio de aguas, i un medidor de doble accion se colocó entre dos de los distritos.

En la Esposicion de Chicago en 1893 un solo medidor "Venturi" de 36 pulgadas registró toda el agua que se consumió. Esta agua fué suministrada por la Hyde Park Water Works, quienes habian dedicado una de sus bombas para este trabajo. Los golpes de esta bomba indicaban que se entregaba 11 millones de galones diariamente, i, por consiguiente, la compañía cargaba esta cantidad a la Esposicion. Grande fué el descrédito que se tuvo para este nuevo medidor, que indicaba solamente 7 millones de galones al dia, i mayor aun,

cuando el agente del medidor "Venturi" buscó mucho tiempo sin encontrar el porqué de la diferencia. Sin embargo, el descrédito desapareció cuando el agente tropezó contra un objeto casi enterrado en la arena, i se impuso de lo que era.

"No es nada" dijo la compañía; "ahí hai una salida hácia uno de los otros distritos, pero está cerrada. Ésta es la llave de la puerta."

"Veamos" dijo el agente, "si está cerrada."

Estaba del todo abierta; resultó que algun empleado de la compañía la habia abierto, por equivocacion.

El Instituto Franklin de Pennsylvania, en el año 1898 discernió la medalla de oro Elliott-Cresson a este medidor, premio que se da rara vez, cuando el instituto cree que un invento merece el honor mas alto que puede conferir.

El informe del comité que adjudicó esta medalla, demostró que el medidor "Venturi" habia sido ensayado en cinco ocasiones distintas, por el Bureau of Water, de Filadelfia, habiéndose probado dos de 48, uno de 20, uno de 12 i uno de 6 pulgadas.

Se han ideado muchos mecanismos, registradores de la cantidad de agua que pasa en un tiempo dado. Un tubo "Venturi" colocado en una cañería i provisto de dos piezómetros de cualquier forma, o dos manómetros, permite a un ingeniero observar i anotar la cantidad de agua que pasa en cualquier momento, mediante una tabla calculada de antemano. Se necesita un aparato integrador, i uno de los mejores ha sido inventado por los señores Connet i Jackson, quienes han recibido el premio i medalla de John Scott por recomendacion del Instituto Franklin. Es un integrador de cilindro movido por un mecanismo al cual se da cuerda una vez por semana, o mas a menudo, registrando cada 10 minutos, i sumando las anotaciones automáticamente.

Como el registrador es movido por la diferencia de presion en los dos cañones que lo conectan con el tubo "Venturi," no hai corriente de agua en ellos, así es que no hai inconveniente en colocar otros apa-



ratos para registrar o anotar las dos presiones. Los fabricantes ingleses han hecho un registrador inscriptor.

Los cañones de conexión son de  $\frac{1}{2}$  pulgada o mas grandes, se hacen de plomo con mucha ventaja, pues así se libran de ser enmohecidos por el agua estacionaria que contienen. Han sido hechos de un largo de 500 piés para conectar el registrador con el tubo, así es que el registrador se puede colocar en un punto conveniente i al abrigo de las bajas temperaturas.

Dos críticas únicamente se han hecho contra el medidor "Venturi"; una se refiere a la aproximación con que es capaz de medir, i la otra se refiere a la supuesta posibilidad de alterarse, debida a enmohecimiento en el interior del tubo.

1. La aproximación de la medida depende en parte de la pérdida de carga que es admisible al pasar por el medidor. Si ésta tiene que ser ménos de 2 piés de carga de agua, la aproximación en la cantidad es como de 1 a 13 o 14, estendiéndose de 1 a 20 si se permite un pérdida mayor de carga.

Cuando no funciona, no se pierde carga, pues se puede igualar la presión mediante un desvío. Ninguno se ha usado hasta ahora, salvo en las cañerías chicas que son forzadas a veces durante los incendios.

Para darle mayor latitud al medidor se emplea el conocido recurso de "un pequeño portillo para el gatito, i uno grande para la gata." Es decir que dos medidores, uno grande i otro chico, se colocan uno al lado del otro. Si es pequeña la cantidad que pasa se emplea el chico, i si es grande la cantidad se emplea el grande, mediante un aparato automático que hace funcionar al grande cuando aumenta la presión.

2. El medio mas sencillo de evitar el enmohecimiento del interior es forrarlo todo con bronce. Así se ha hecho jeneralmente. En algunos se han puesto duelas de madera dentro de un cañon de acero remachado.

El tubo medidor tiene un largo de 10 veces el diámetro del cañon

principal. La distancia desde el extremo superior a la garganta es un cuarto de ese largo.

Se han podido hacer muchas operaciones que, en la administración de instalaciones hidráulicas, habrían sido imposibles sin el medidor "Venturi."

En el medidor no influyen los golpes de ariete ni los cambios bruscos en la velocidad o la presión. No influyen los peces, las arenas, u otras materias que pueda llevar el agua. Se pueden medir las aguas de cloacas u otras muy cargadas de materias extrañas, lo que ningún otro medidor menos sencillo i sólido podría hacer.

Para servicios de regadíos, medidores con registradores baratos permitirían, a cada agricultor, proveerse del agua que necesita i pagar por la cantidad consumida, en vez de proveerse por el medio anticuado de "turnos," teniendo que pagarla aunque no la use.

La confesión vergonzosa de los administradores de aguas, que no se pueden dar cuenta de la pérdida del 25 a 30 por ciento del agua que reciben no tiene razón de ser si es que quieren buscar los escapes por medio de tubos "Venturi" colocados permanentemente en las cañerías principales.

El medio normal de medir grandes cantidades de agua será luego reconocido como el del medidor "Venturi." Basta estudiar la vertedera para reconocer que es caprichosa, engañosa i poco adaptable. La variación de coeficiente es enorme, en manos de todo el que no sea esperto, especialmente si se desea la precisión. Muchas de las pruebas del medidor "Venturi" mediante una vertedera son más bien una prueba de ésta que de aquél, pues el medidor "Venturi" no cambia.

Con el medidor "Venturi" se garantiza que el error no sube del 2 por ciento, i calibrado especialmente i forrado de bronce no hai motivo para que no dé un resultado absolutamente correcto, pues es tan sencilla i uniforme su acción.

La diferencia entre la presión del extremo superior i la de la garganta constituye una medida exacta de la velocidad por la gar-

gauta, como se ha comprobado en repetidos experimentos. Conociendo esta velocidad i el área de la garganta, se calcula fácilmente la cantidad de agua que pasa por el medidor.

El tubo medidor está envuelto por una cámara de presión en los puntos adonde ésta se debe medir. Esta cámara de presión está unida con el interior del tubo por cuatro, seis u ocho agujeros piezométricos, hechos cuidadosamente i forrados de bronce.

O. STYLES.

