FL 23.1 - ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

El objetivo de este equipo es el estudio y comparación de algunos de los diferentes tipos de **medidores de caudal** existentes. El equipo incorpora los medidores de caudal más didácticos y representativos.

Estos medidores de caudal serán un **tubo de Venturi, un rotámetro, un diafragma, una válvula de asiento inclinado y un tubo de Pitot** que colocados en serie permitirán realizar una comparación directa de resultados.

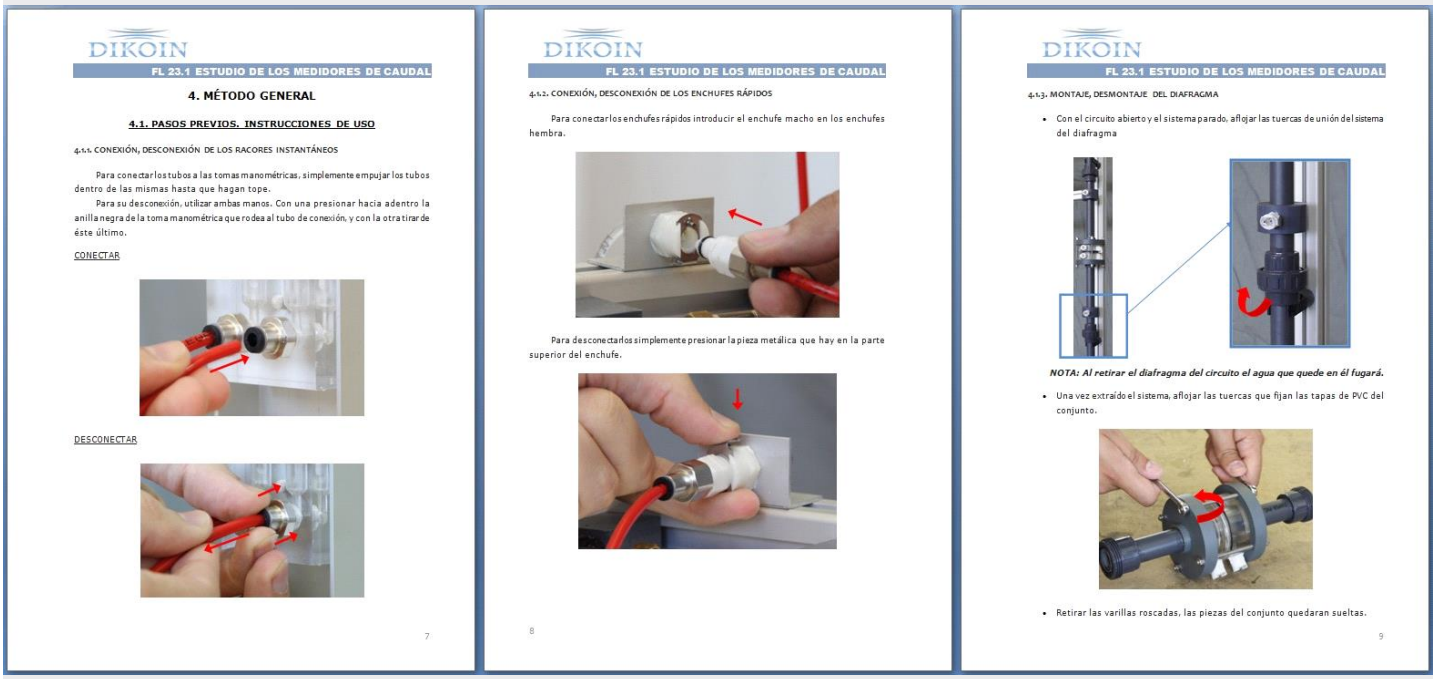
A través de la realización de algunas de las prácticas de este equipo se alcanza a comprender el comportamiento de los fluidos frente a determinadas **leyes de la estática, dinámica o la termodinámica.**

Se podrán poner en práctica principios generales como el de la **conservación de la masa, o la energía** de una manera simplificada y sencilla.

Además la válvula de regulación permitirá trabajar con caudales variables según las necesidades de la práctica.

Los resultados se visualizarán tanto en el manómetro de columna de agua como en el diferencial electrónico suministrado. Mediante estos manómetros se extraen los valores de presión en los distintos puntos estratégicos del equipo.

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.



DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

4. MÉTODO GENERAL

4.1. PASOS PREVIOS. INSTRUCCIONES DE USO

4.1.1. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS RACORES INSTANTÁNEOS

Para conectar los tubos a las tomas manométricas, simplemente empujar los tubos dentro de las mismas hasta que hagan tope.

Para su desconexión, utilizar ambas manos. Con una presionar hacia adentro la anilla negra de la toma manométrica que rodea al tubo de conexión, y con la otra tirar de éste último.

CONECTAR

DESCONECTAR

7

DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

4.1.2. CONEXIÓN, DESCONEXIÓN DE LOS ENCHUFES RÁPIDOS

Para conectar los enchufes rápidos introducir el enchufe macho en los enchufes hembra.

Para desconectarlos simplemente presionar la pieza metálica que hay en la parte superior del enchufe.

8

DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

4.1.3. MONTAJE, DESMONTAJE DEL DIAFRAGMA

- Con el circuito abierto y el sistema parado, aflojar las tuercas de unión del sistema del diafragma

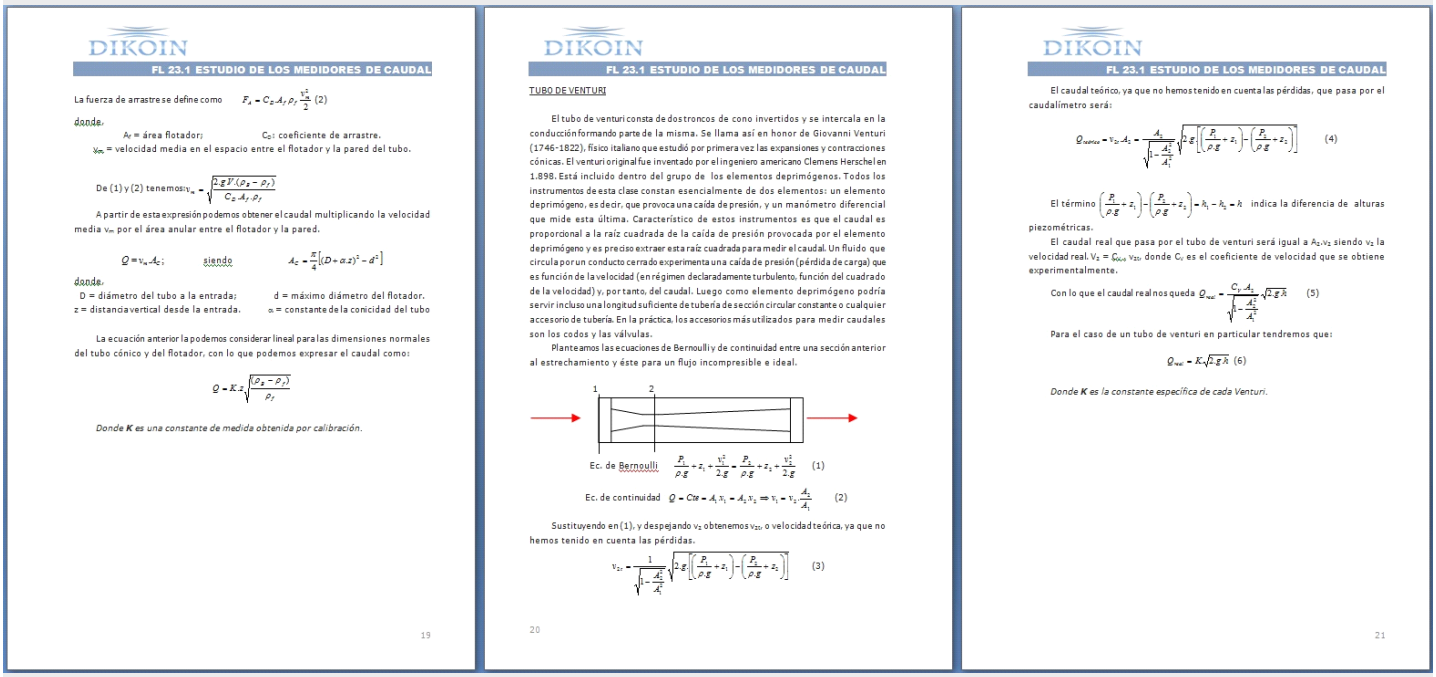
NOTA: Al retirar el diafragma del circuito el agua que quede en él fugará.

- Una vez extraído el sistema, aflojar las tuercas que fijan las tapas de PVC del conjunto.

- Retirar las varillas roscadas, las piezas del conjunto quedaran sueltas.

9

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.



DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

La fuerza de arrastre se define como $F_A = C_D \cdot A_F \cdot \rho_f \cdot \frac{v_a^2}{2}$ (2)

donde,

A_F = área flotador; C_D: coeficiente de arrastre.

v_{an} = velocidad media en el espacio entre el flotador y la pared del tubo.

De (1) y (2) tenemos: $v_{an} = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot V \cdot (\rho_s - \rho_f)}{C_D \cdot A_F \cdot \rho_f}}$

A partir de esta expresión podemos obtener el caudal multiplicando la velocidad media v_{an} por el área anular entre el flotador y la pared.

$Q = v_{an} \cdot A_E$; siendo $A_E = \frac{\pi}{4}\left[(D + \alpha \cdot z)^2 - d^2\right]$

donde,

D = diámetro del tubo a la entrada; d = máximo diámetro del flotador.

z = distancia vertical desde la entrada. α = constante de la conicidad del tubo

La ecuación anterior la podemos considerar lineal para las dimensiones normales del tubo cónico y del flotador, con lo que podemos expresar el caudal como:

$$Q = K \cdot z \sqrt{\frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_f}}$$

*Donde **K** es una constante de medida obtenida por calibración.*

19

DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

TUBO DE VENTURI

El tubo de venturi consta de dos troncos de cono invertidos y se intercala en la conducción formando parte de la misma. Se llama así en honor de Giovanni Venturi (1746-1822), físico italiano que estudió por primera vez las expansiones y contracciones cónicas. El venturi original fue inventado por el ingeniero americano Clemens Herschel en 1.898. Está incluido dentro del grupo de los elementos deprimógenos. Todos los instrumentos de esta clase constan esencialmente de dos elementos: un elemento deprimógeno, es decir, que provoca una caída de presión, y un manómetro diferencial que mide esta última. Característico de estos instrumentos es que el caudal es proporcional a la raíz cuadrada de la caída de presión provocada por el elemento deprimógeno y es preciso extraer esta raíz cuadrada para medir el caudal. Un fluido que circula por un conducto cerrado experimenta una caída de presión (pérdida de carga) que es función de la velocidad (en régimen declaradamente turbulento, función del cuadrado de la velocidad) y, por tanto, del caudal. Luego como elemento deprimógeno podría servir incluso una longitud suficiente de tubería de sección circular constante o cualquier accesorio de tubería. En la práctica, los accesorios más utilizados para medir caudales son los codos y las válvulas.

Planteamos las ecuaciones de Bernoulli y de continuidad entre una sección anterior al estrechamiento y éste para un flujo incompresible e ideal.

Ec. de Bernoulli $\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$ (1)

Ec. de continuidad $Q = Cte = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Rightarrow v_1 = v_2 \cdot \frac{A_2}{A_1}$ (2)

Sustituyendo en (1), y despejando v_2 obtenemos v_{2t}, o velocidad teórica, ya que no hemos tenido en cuenta las pérdidas.

$$v_{2t} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}} \sqrt{2 \cdot g \cdot \left[\left(\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1\right) - \left(\frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2\right)\right]} \quad (3)$$

20

DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

El caudal teórico, ya que no hemos tenido en cuenta las pérdidas, que pasa por el caudalímetro será:

$$Q_{teórico} = v_{2t} \cdot A_2 = \frac{A_2}{\sqrt{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}} \sqrt{2 \cdot g \cdot \left[\left(\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1\right) - \left(\frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2\right)\right]} \quad (4)$$

El término $\left(\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1\right) - \left(\frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2\right) = h_1 - h_2 = h$ indica la diferencia de alturas piezométricas.

El caudal real que pasa por el tubo de venturi será igual a $A_2 \cdot v_2$ siendo v_2 la velocidad real. $V_2 = C_v \cdot v_{2t}$, donde C_v es el coeficiente de velocidad que se obtiene experimentalmente.

Con lo que el caudal real nos queda $Q_{real} = \frac{C_v \cdot A_2}{\sqrt{1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}}} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ (5)

Para el caso de un tubo de venturi en particular tendremos que:

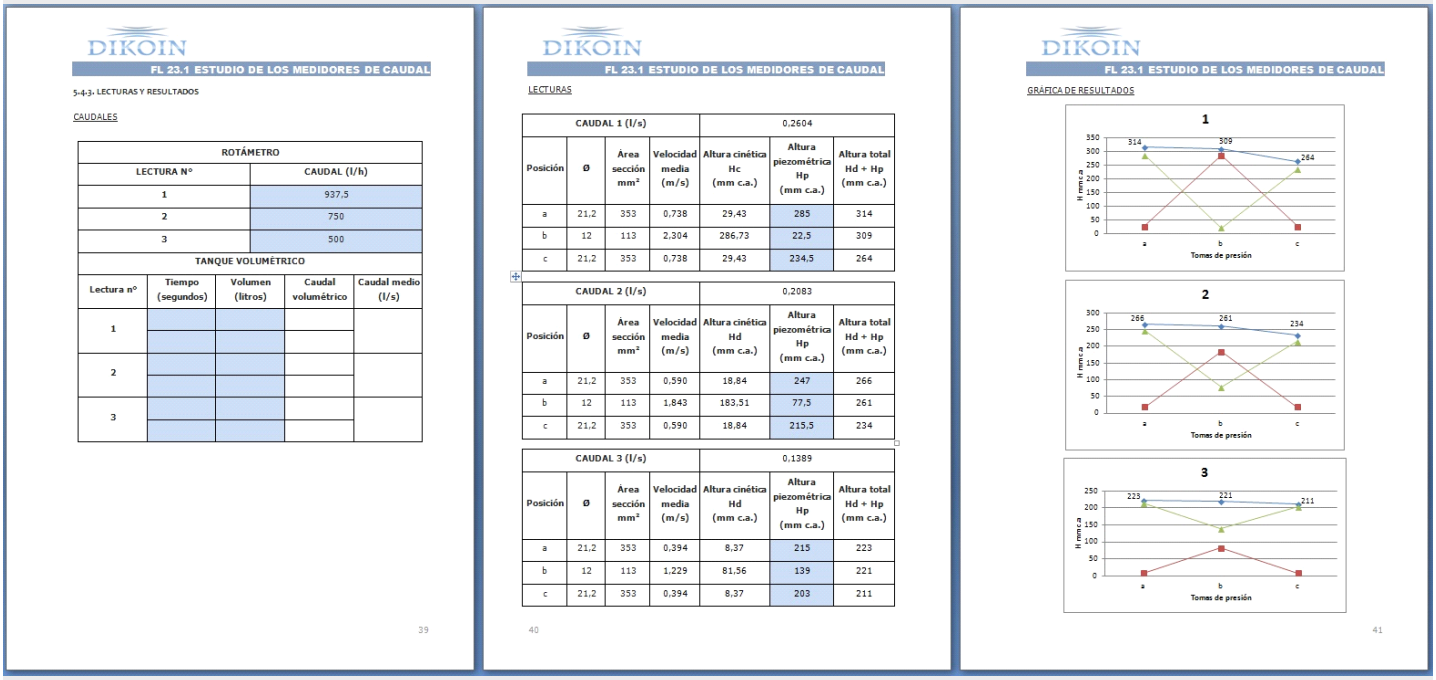
$$Q_{real} = K \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (6)$$

*Donde **K** es la constante específica de cada Venturi.*

21

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.

FL 23.1 - ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL



DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

5.4.3. LECTURAS Y RESULTADOS

CAUDALES

ROTÁMETRO	
LECTURA N°	CAUDAL (l/h)
1	937,5
2	750
3	500

TANQUE VOLUMÉTRICO				
Lectura n°	Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Caudal volumétrico	Caudal medio (l/s)
1				
2				
3				

39

DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

LECTURAS

CAUDAL 1 (l/s)				0,2604		
Posición	Ø	Área sección mm²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hc (mm c.a.)	Altura piezométrica Hp (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,738	29,43	285	314
b	12	113	2,304	286,73	22,5	309
c	21,2	353	0,738	29,43	234,5	264

CAUDAL 2 (l/s)				0,2083		
Posición	Ø	Área sección mm²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hd (mm c.a.)	Altura piezométrica Hp (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,590	18,84	247	266
b	12	113	1,843	183,51	77,5	261
c	21,2	353	0,590	18,84	215,5	234

CAUDAL 3 (l/s)				0,1389		
Posición	Ø	Área sección mm²	Velocidad media (m/s)	Altura cinética Hd (mm c.a.)	Altura piezométrica Hp (mm c.a.)	Altura total Hd + Hp (mm c.a.)
a	21,2	353	0,394	8,37	215	223
b	12	113	1,229	81,56	139	221
c	21,2	353	0,394	8,37	203	211

40

DIKOIN

FL 23.1 ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

GRÁFICA DE RESULTADOS

41

Junto con el manual de uso, se entrega un manual completamente resuelto con los datos que se deben obtener durante las prácticas con el equipo. De este modo, el profesor puede revisar fácilmente si los alumnos están realizando el trabajo correctamente.

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.

FL 23.1 - ESTUDIO DE LOS MEDIDORES DE CAUDAL

PRACTICAS REALIZABLES

- Comparación entre la medida del caudal utilizando los siguientes elementos:
  - Rotámetro.
  - Tubo de Venturi.
  - Tubo de Pitot.
  - Diafragma
  - Codo 90º
  - Válvula de regulación

- Cálculo de la perdida de carga de los siguientes elementos:
  - Rotámetro.
  - Tubo de Venturi.
  - Tubo de Pitot.
  - Diafragma
  - Codo 90º
  - Válvula de regulación

- Demostración de la ecuación de Bernoulli en un tubo de Venturi.

- Estudio de las presiones estática, dinámica y total.

DATOS TECNICOS

Diámetros interiores:

- Tubería principal Øinterior = 25 mm.

Manómetro:

- Manómetro de columna de agua, rango de medida 500 mm c.a.
- Manómetro diferencial electrónico ±7000mBar.

Tomas manométricas:

- Todas las conexiones son rápidas y de doble obturación.

Diafragma:

- Diámetro de la placa del orificio Ø13 mm.
- Diámetro de la placa del orificio Ø15 mm.

Rotámetro:

- Rango de medida 150-1500 l/h.

Tubo de Venturi:

- Diámetro garganta Ø12 mm.
- Diámetro interior aguas arriba Ø21,2 mm.
- Conicidad aguas arriba 22º.
- Conicidad aguas abajo 7º .

Otros elementos:

- Tubo de Pitot.

REQUERIMIENTOS

- Banco Hidráulico FL 01.4.

Queda reservado el derecho de efectuar modificaciones técnicas sin previo aviso.