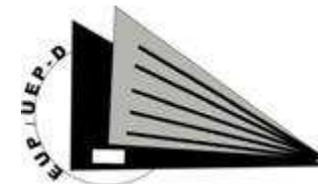
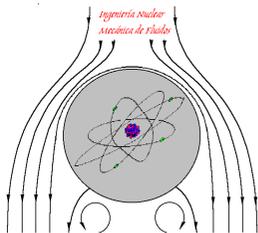


eman ta zabal zazu

# Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados. Cálculo práctico de conducciones. Redes.



Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## **PÉRDIDAS MENORES. LONGITUD EQUIVALENTE Y FACTOR DE PASO**

Se llama longitud equivalente de una pieza especial a la *longitud de tubería que, con el mismo diámetro que el de la pieza, produce igual pérdida de carga.*

La pérdida de carga viene dada por la expresión de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

En el caso de piezas especiales  $L_{eq}$  representa la longitud equivalente:

$$h_f = f \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## ***PÉRDIDAS MENORES. LONGITUD EQUIVALENTE Y FACTOR DE PASO***

Las pérdidas en piezas especiales se pueden evaluar también por el llamado factor de paso, de forma que:

$$h_f = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo k el factor de paso en piezas especiales.

Los factores de paso están tabulados en el Cuadro 6 del cuaderno de Cuadros y ábacos.

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## ENVEJECIMIENTO DE TUBERÍAS

A pesar de que las tuberías son cada vez más lisas en el momento de salir de fábrica, el tiempo de funcionamiento influye muy notablemente en la rugosidad absoluta  $\varepsilon$  del material, en el coeficiente de frotamiento  $f$  y, por tanto, en las pérdidas de carga  $h_f$ , haciéndose las tuberías más rugosas con el paso del tiempo.

Una forma práctica de evaluar la influencia de la edad en la pérdida de carga se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$h_f(t) = h_f(0) \cdot \left[ 1 + \frac{t}{100} \right]$$

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## **LÍNEA PIEZOMÉTRICA Y DE ALTURA TOTAL**

**Altura piezométrica:** Se llama a la altura alcanzada en un piezómetro abierto dispuesto en la tubería, es decir, representa la suma de la energía de posición y de presión.

**Altura total:** Se llama a la resultante de sumar a la altura piezométrica la altura equivalente a la energía de velocidad.

Si en una conducción se unen los puntos alcanzados por la altura piezométrica, se obtiene la *“línea de alturas piezométricas”* y si se unen los puntos alcanzados por la altura total, se obtiene la *“línea de alturas totales”*.



Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## LÍNEA PIEZOMÉTRICA Y DE ALTURA TOTAL: PIEZA ESPECIAL (VÁLVULA)

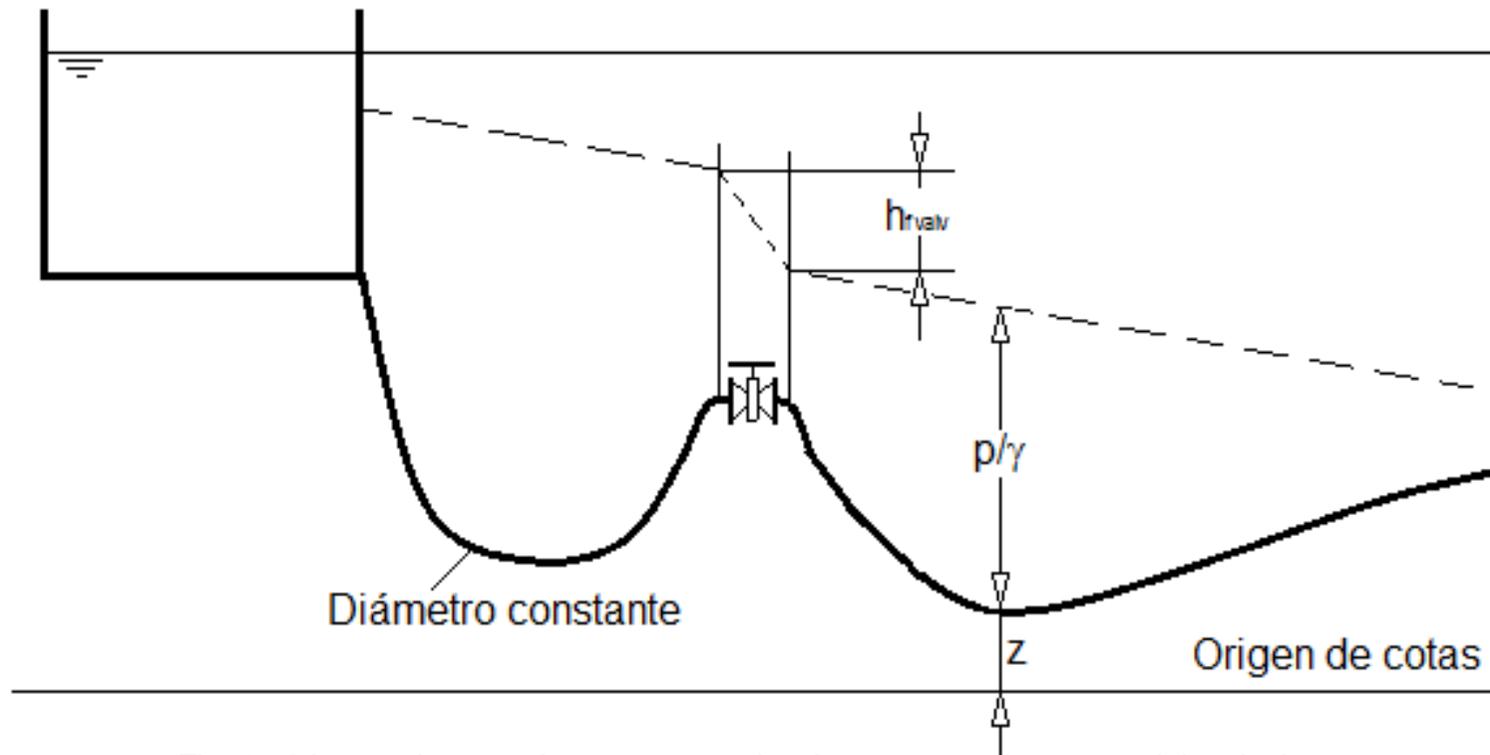


Fig. 17.2 Línea piezométrica en una conducción con una pieza especial (válvula)

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## LÍNEA PIEZOMÉTRICA Y DE ALTURA TOTAL: BOMBA HIDRÁULICA

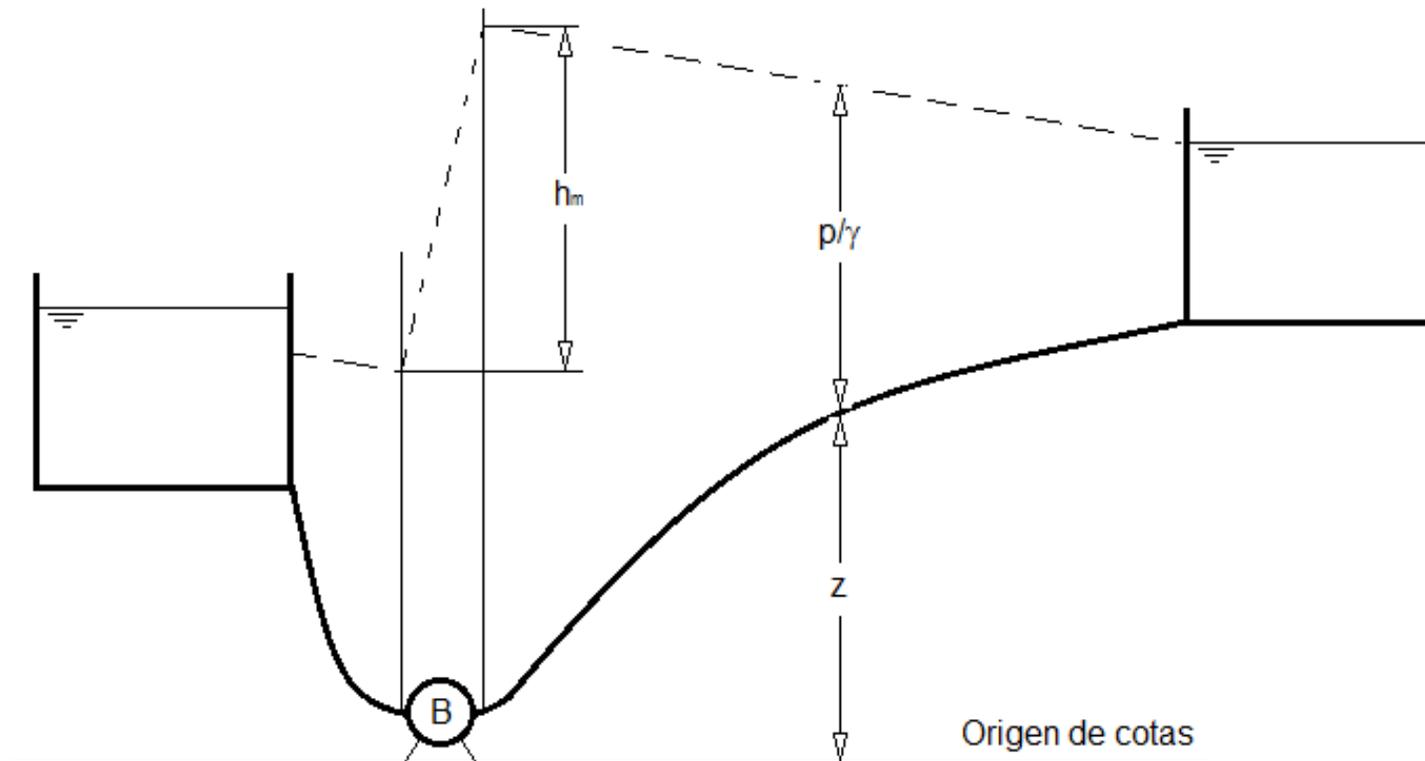


Fig. 17.3 Línea piezométrica en una conducción con un bombeo por gravedad

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## LÍNEA PIEZOMÉTRICA Y DE ALTURA TOTAL: DEPRESIÓN POR BOMBA

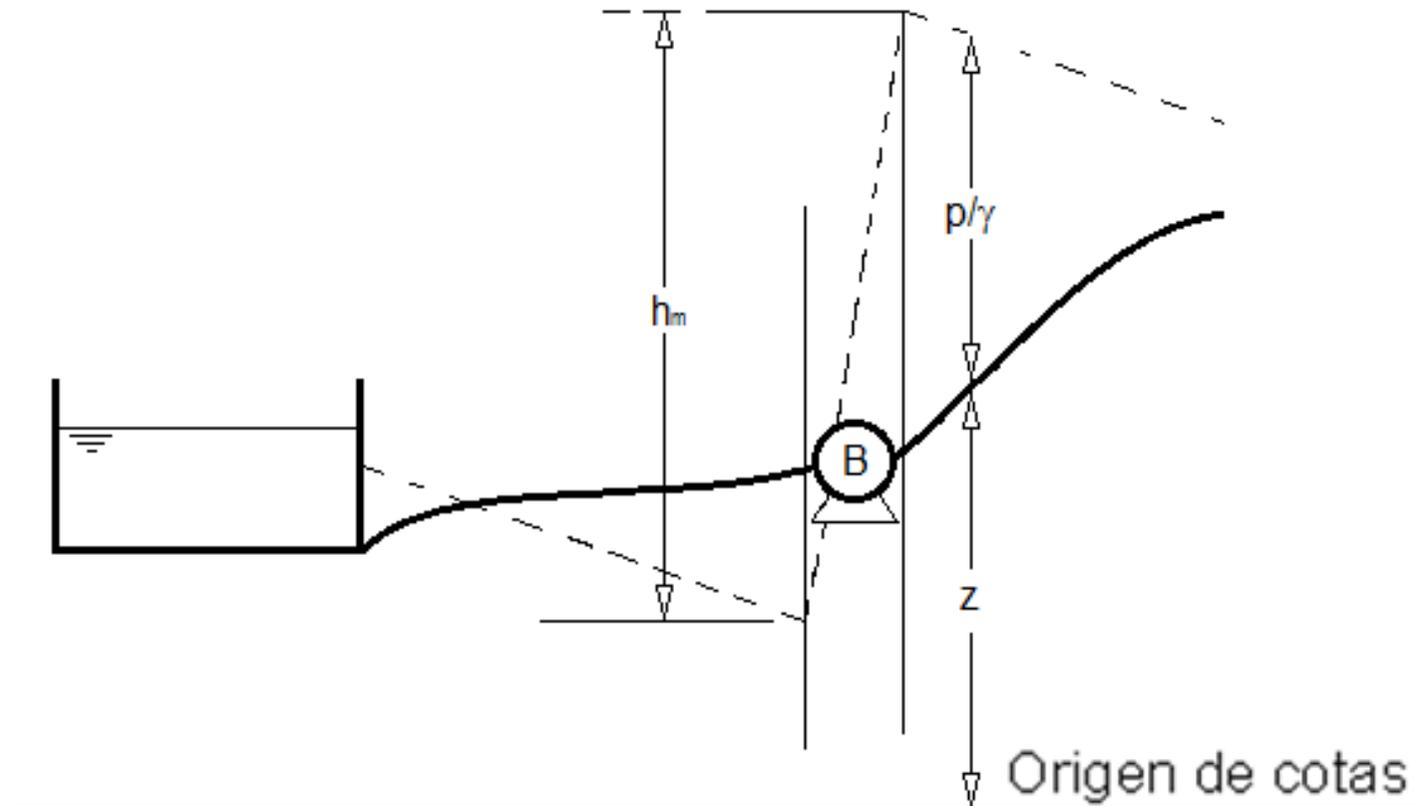


Fig. 17.4 Línea piezométrica en una conducción con un bombeo por depresión

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

## LÍNEA PIEZOMÉTRICA Y DE ALTURA TOTAL: TURBINA

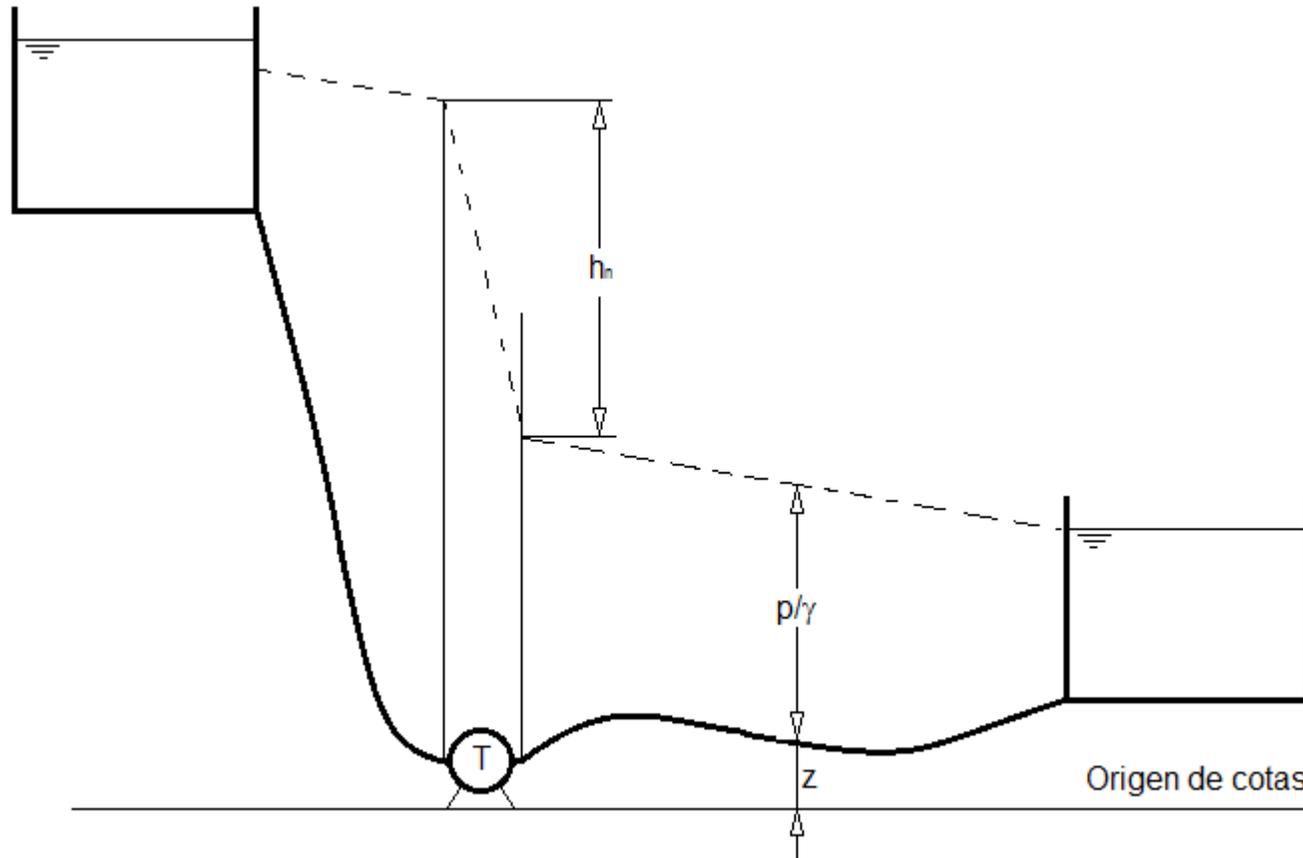


Fig. 17.5 Línea piezométrica en una conducción con una turbina

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

**LÍNEA PIEZOMÉTRICA Y DE ALTURA TOTAL: SIFÓN**

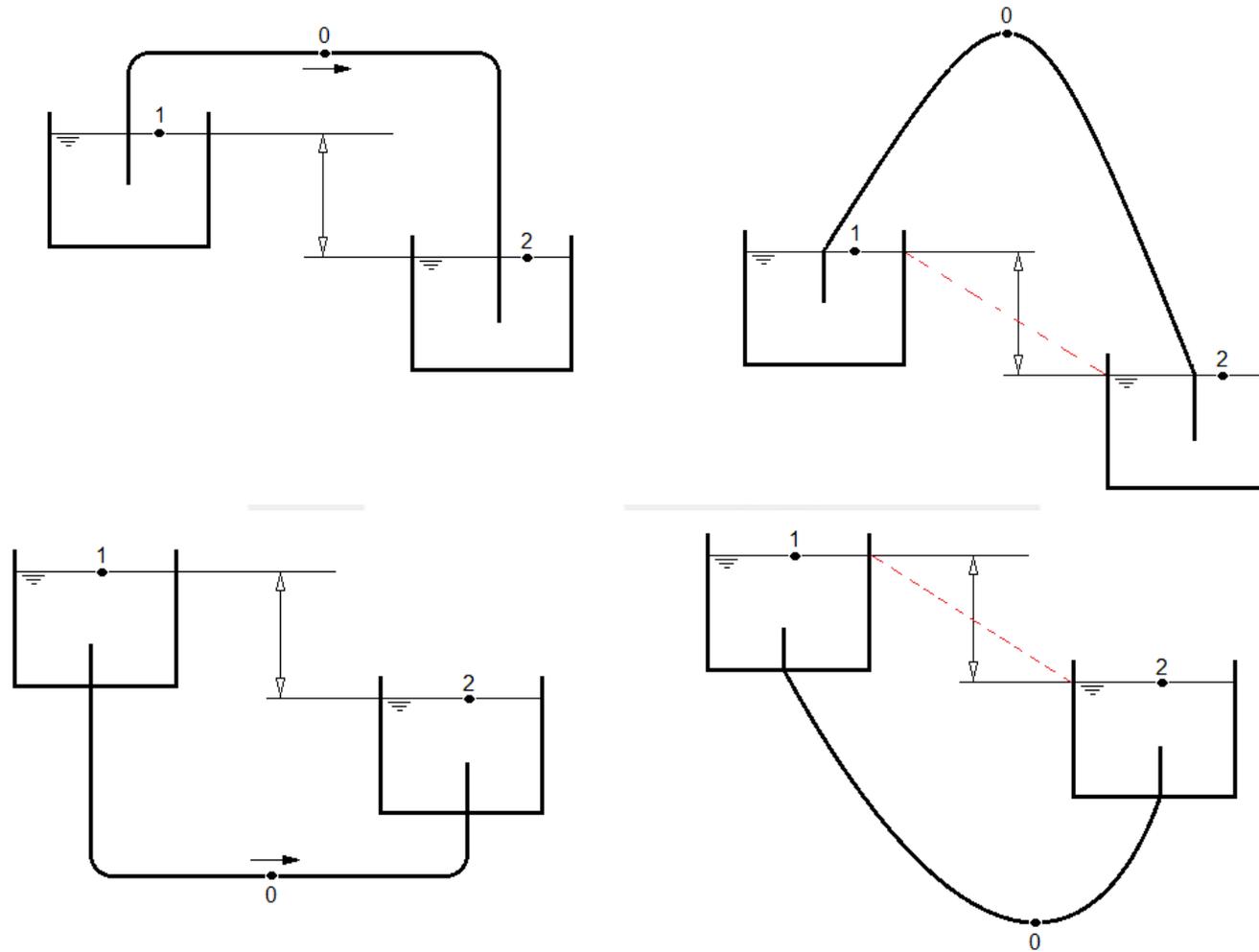


Fig. 17.6 Línea piezométrica en diferentes sifones

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

**FÓRMULAS EMPÍRICAS DE CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA. FÓRMULA DE HAZEN-WILLIAMS**

Esta ecuación es del año 1970, tiene en cuenta todos los parámetros que intervienen en el rozamiento fluido: rugosidad, velocidad y diámetro. Es de las expresiones empíricas más utilizadas en el cálculo de redes hidráulicas. La expresión final de Hazen-Williams para el cálculo de la pérdida de carga es la siguiente:

$$h_f = J \cdot L \cdot Q_{(l/s)}^{1,852}$$

La tabla de las *pérdidas de carga unitarias (J)*, se encuentra en el Cuaderno de Cuadros y Ábacos de la asignatura (cuadro 7), y depende del diámetro de la tubería y del coeficiente de Hazen Williams ( $C_{HW}$ ).

El coeficiente de Hazen-Williams ( $C_{HW}$ ) depende de la rugosidad de la tubería, y se encuentra tabulado en el cuadro 7.

$$J = \frac{1,2117 \cdot 10^{10}}{C_{HW}^{1,852} \cdot D_{(mm)}^{4,87}}$$

Tema 17: Flujo permanente en conductos cerrados.  
Cálculo práctico de conducciones. Redes.

**TUBERÍAS EN SERIE Y EN PARALELO**

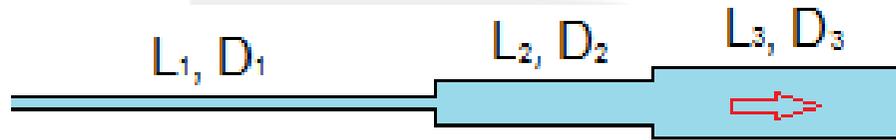


Fig. 17.7 Red con conducciones en serie

$$h_{f \text{ total}} = \sum h_{f \text{ parciales}}$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3$$

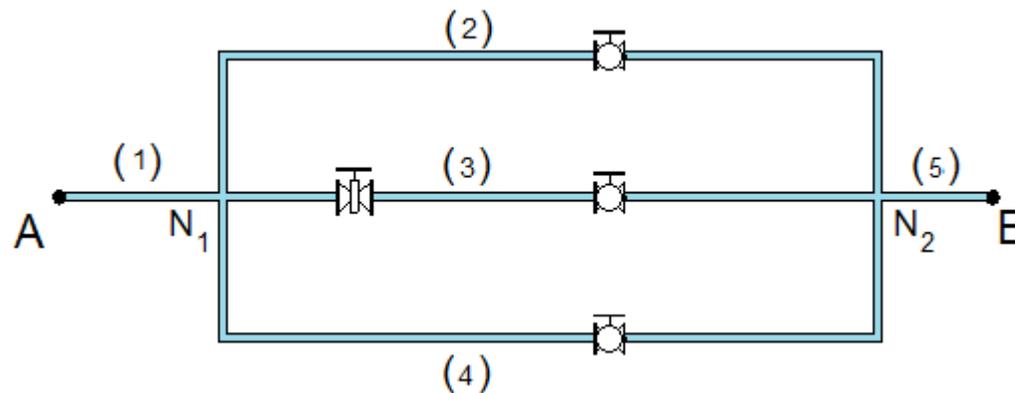


Fig. 17.8 Red con conducciones en paralelo

$$h_{f 2} = h_{f 3} = h_{f 4}$$

$$Q_1 = \sum_{i=2}^4 Q_i$$