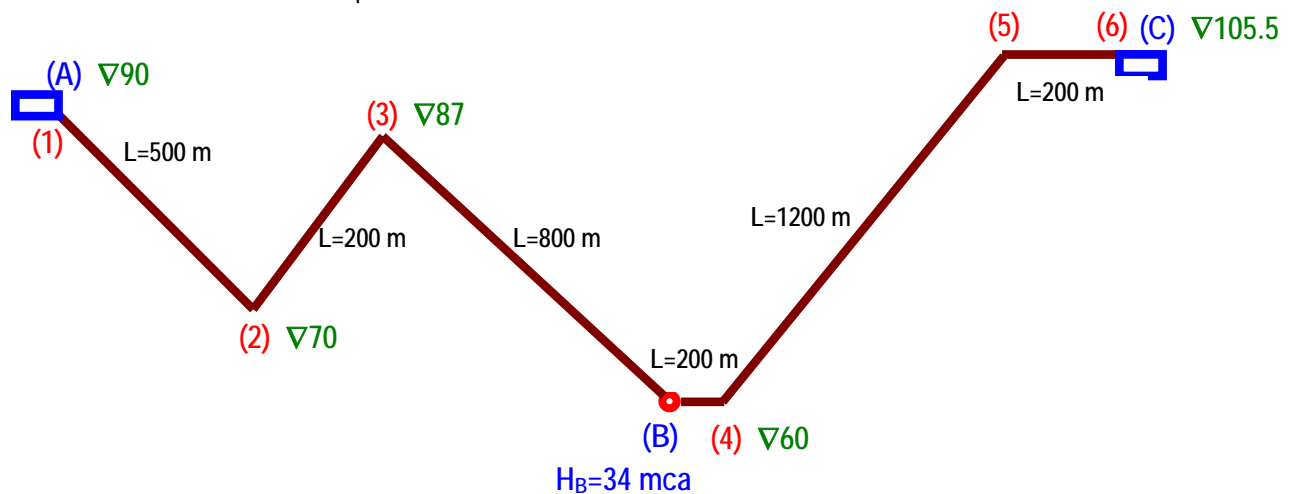


## Ejercicio 1

Se desea trasegar agua desde el depósito A al C utilizando para ello la bomba B. Las pérdidas de carga por fricción son del 5 por mil, y las pérdidas de carga localizadas en cada punto del 1 al 6 son de 0.5 mca. La bomba B proporciona una altura  $H_B=34$  mca.

Determinar la línea de alturas piezométricas y la distribución de presiones a lo largo de la tubería, así como la presión manométrica en el punto medio entre 4 y 5.

Determinar también la presión manométrica a la salida de la bomba.



## Ejercicio 2

Desde un embalse situado a una cota de 100 m se pretende abastecer una zona regable mediante una tubería de PVC-6 atm de 250 mm de diámetro que transporta una caudal de 55 l/s. Se desea conocer la presión que tendrá el primer hidrante, situado a una cota de 60 m, si la longitud de la tubería que le une al embalse es de 2300 m.

- Resolver el ejercicio usando
- Fórmulas logarítmicas (considerar  $K_{PVC}=0.0015$  mm)
  - Fórmulas empíricas

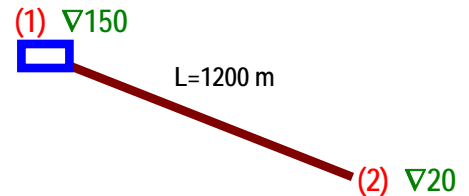
¿Cuál sería la presión de dicho hidrante en el supuesto de que la longitud equivalente de las pérdidas de carga localizadas del trayecto se estimasen en 200 m?

### Ejercicio 3

En el abastecimiento de la figura, el caudal circulante es de 25 l/s. Calcular la presión con que el agua llegará al punto 2. Las pérdidas de carga singulares se estiman en un 10% de las continuas.

El diámetro interior de la tubería es de 150 mm

La rugosidad absoluta del material es  $K=0.02$  mm



### Ejercicio 4

Se quiere proyectar una tubería de distribución en PVC-6atm de tal manera que el caudal circulante sea de 50 l/s. La longitud de la tubería será de 700 m, y unirá el punto 1, de cota 100 m, con el punto 2, de cota 98 m. La presión manométrica en 1 es de 5 atm, debiéndose garantizar en 2 una presión de 4 atm.

Se desea conocer el diámetro adecuado a las condiciones de funcionamiento impuestas, sabiendo que la longitud equivalente por pérdidas de carga localizadas es de 75 m. Resolver el ejercicio utilizando

- Fórmulas logarítmicas
- Fórmulas empíricas

Ajustar a las condiciones de funcionamiento indicadas utilizando dos diámetros.

### Ejercicio 5

Se ha estudiado el abastecimiento de agua a una población y se realizará desde un depósito situado a una cota de 35 m. La tubería será de PVC-6 atm, y unirá el depósito con un punto A de entronque con la entrada a la red de distribución. La cota de A es de 3 m y se estima será necesaria una altura piezométrica de 2.5 atm en ese punto. El caudal a transportar es de 70 l/s y la distancia desde el depósito al punto A de 1.8 km. Las pérdidas de carga singulares se estiman en un 10% de las continuas.

Calcular el diámetro de la conducción de manera que se cumplan las condiciones de diseño impuestas. Resolver el ejercicio utilizando

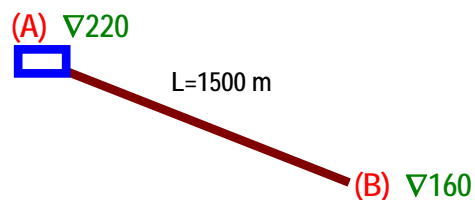
- Fórmulas logarítmicas
- Fórmulas empíricas

Ajustar a las condiciones de funcionamiento indicadas utilizando dos diámetros.

## Ejercicio 6

La instalación de la figura corresponde a un depósito de regulación y almacenamiento de agua, situado a una cota de 220 m, que permite directamente el riego por goteo a partir del nudo B, donde se requiere una presión mínima de 2.5 kg/cm<sup>2</sup>. El caudal a transportar es de 160 l/s en período punta. La tubería AB, que funciona por gravedad, es de PVC. Las pérdidas de carga singulares se estiman en un 10% de las continuas.

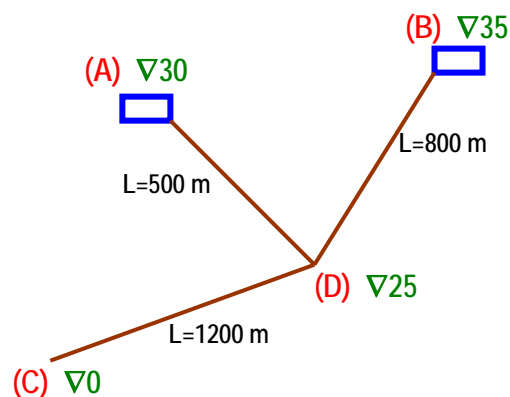
- Calcular el diámetro de la conducción.
- Calcular la presión con que llega efectivamente el agua a B en caso de utilizar un diámetro único.
- Ajustar a las condiciones de diseño impuestas utilizando dos diámetros.



## Ejercicio 7

Se tienen los depósitos A y B unidos mediante tubería de PVC-6 atm como se muestra en la figura. En C se precisa un caudal de 20 m<sup>3</sup>/h y una presión mínima de 1 atm.

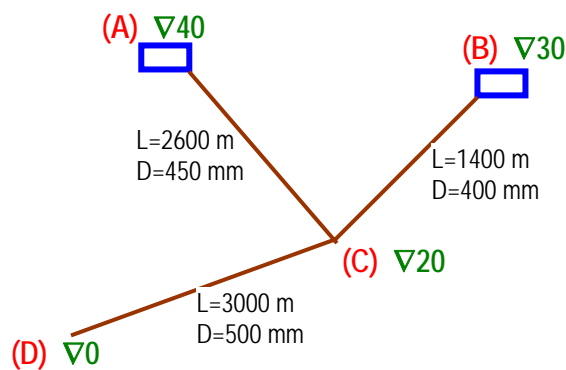
- Dimensionar las tuberías para que a C llegue el caudal necesario.
- ¿Qué presión se tendría en C si sólo lo abasteciera el depósito A?
- ¿Qué presión se tendría en C si sólo lo abasteciera el depósito B?
- ¿Qué caudal proporciona cada uno cuando funcionan simultáneamente?



## Ejercicio 8

La red de la figura está realizada con tubería de fibrocemento, con los diámetros y longitudes que se indican. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 15% de las continuas.

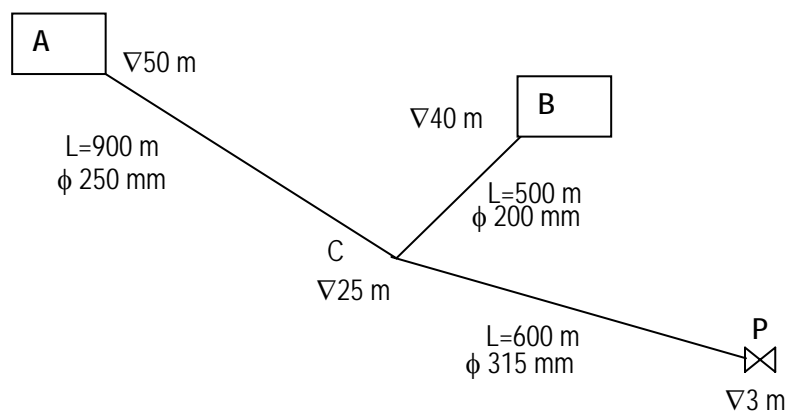
- Calcular el agua que aportará cada depósito cuando el consumo en el punto D sea de 400 l/s.
- Calcular el caudal que pasará de A a B cuando el consumo en D sea nulo.
- Calcular la presión en D cuando desde el depósito A salgan 350 l/s y el depósito B esté cerrado.



## Ejercicio 9

En la red de la figura, realizada con tubería de PVC-6 atm, las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 10% de las continuas.

Calcular cómo colabora cada depósito en el sistema cuando el consumo en P es de 150 l/s, así como la presión con que llega el agua a dicho punto P.



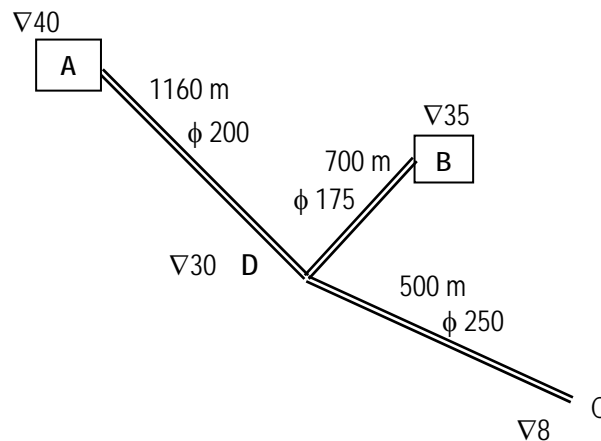
## Ejercicio 10

El suministro de agua potable a una población se realiza por gravedad desde dos depósitos A y B conectados mediante tuberías de fibrocemento según el esquema de la figura.

Calcular el caudal máximo que tendremos en el punto de entronque con la población C, sabiendo que la presión requerida en dicho punto es de 2 atmósferas. Calcular cómo colabora cada depósito en el sistema.

Se suponen las pérdidas de carga accidentales un 15% de las continuas.

Resolver también para PVC y comentar el resultado obtenido.



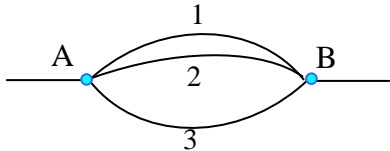
## Ejercicio 11

Diseñar una tubería de impulsión en PVC con pendiente uniforme, sabiendo que unirá dos puntos 1 y 2 separados 1200 m y cuya diferencia de cotas es de 15 m, y que deberá transportar un caudal punta de 80 l/s. Se precisa en 2 una presión mínima de 1 atm. Y se estiman las pérdidas de carga localizadas en un 15% de las continuas.

Calcular la sobrepresión producida por el golpe de ariete al detener el sistema y representarlo en un perfil longitudinal a escala, situar las válvulas de retención necesarias para evitar esta sobrepresión y timbrar la tubería una vez colocadas las válvulas de retención. Señalar la línea de máximas presiones resultante.

## Ejercicio 12

Calcular el caudal que circula por cada tramo de tubería (1, 2 y 3) sabiendo que a "A" llega un caudal de 60 l/s. El material es PVC 0.6 MPa.



$L_1=300$ m	$\phi_1=160$ mm
$L_2=200$ m	$\phi_2=125$ mm
$L_3=500$ m	$\phi_3=200$ mm

## Ejercicio 13

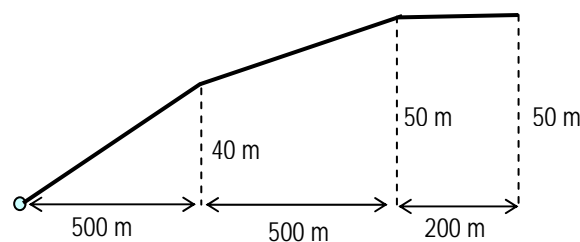
Diseñar una tubería de impulsión en PVC con pendiente uniforme, sabiendo que unirá dos puntos 1 y 2 separados 2300 m y cuya diferencia de cotas es de 45 m, y que deberá transportar un caudal punta de 36 m<sup>3</sup>/h. Se precisa en 2 una presión mínima de 0.5 atm y la longitud equivalente de las pérdidas de carga localizadas se estiman en 115 m.

Calcular la sobrepresión producida por el golpe de ariete al detener el sistema y representarlo en un perfil longitudinal a escala, situar las válvulas de retención necesarias para evitar esta sobrepresión y timbrar la tubería una vez colocadas las válvulas de retención. Señalar la línea de máximas presiones resultante.

## Ejercicio 14

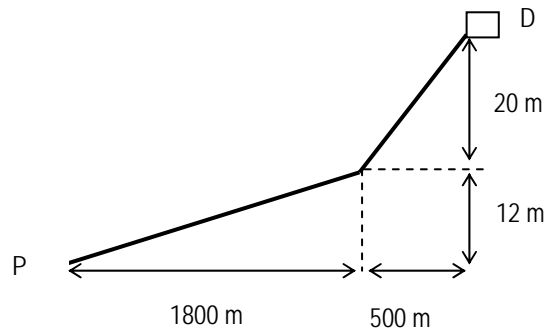
Desde una estación de bombeo se desea impulsar 70 l/s de agua mediante una tubería de PVC de 1200 m de longitud que salva un desnivel de 50 m, con el trazado que se muestra en la figura. Se precisa al final del recorrido una presión de 2 atm, estimándose las pérdidas de carga localizadas en un 20% de las continuas.

Calcular: (1) El diámetro de la tubería. (2) El golpe de ariete. (3) Indicar la situación de las válvulas de retención necesarias para evitar la sobrepresión producida por el golpe de ariete. (4) El timbrado de la tubería una vez colocadas las válvulas de retención. (5) Señalar la línea de máximas presiones a que estaría sometida la conducción en el caso de colocar *solamente* la válvula de retención más próxima al final de la conducción.



## Ejercicio 15

Calcular el golpe de ariete y timbrar la tubería de la instalación de gravedad de la figura, que abastece de agua a una población (P) mediante un depósito (D) situado a 32 m de altura sobre aquél. El caudal circulante es de  $36 \text{ m}^3/\text{h}$ , el tiempo de cierre de la válvula es de 3 s y la tubería es de PVC. En la población se requiere una presión mínima de 1 atm.



## Ejercicio 16

Una bomba centrífuga proporciona  $2500 \text{ l/min}$  a una altura de 78 m y  $1440 \text{ l/min}$  a 110 m. Impulsa agua por una tubería de PVC que al bombear  $32 \text{ l/s}$ , la pérdida de carga es de 10.6 m. El desnivel geométrico a salvar es de 75 m. Calcular:

- La curva característica de la bomba en su forma simplificada
- Ecuación característica de la conducción
- Punto de funcionamiento
- El recorte de rodete para obtener  $1900 \text{ l/min}$  a 90 m, sabiendo que el diámetro original del rodete es de 350 mm
- Ecuación característica de la bomba con el rodete recortado

## Ejercicio 17

Se dispone de una impulsión realizada en tubería de PVC-6 atm de 2.5 km de longitud y diámetro 250 mm. Dicha impulsión salva un desniv.el de 65 m, siendo necesaria una presión de 1.5 atm al final del recorrido. El caudal transportado es de 50 l/s, y se estiman las pérdidas de carga localizadas en un 10% de las continuas.

Se dispone de un rodete cuyos datos, a 2900 rpm, son:

Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Altura manométrica (m)	Rendimiento (%)
144	17	80
198	11.5	78

- Determinar las ecuaciones de las curvas características de la conducción y del rodete
- Nº de rodetes mínimo para poder transportar el agua
- Punto de funcionamiento de la bomba multicelular
- El recorte del rodete necesario en todos ellos para conseguir el punto de trabajo preciso y la ecuación de la curva característica de la bomba con los rodetes recortados
- Determinar la velocidad de giro de la bomba multicelular original para conseguir el punto de trabajo preciso

## Ejercicio 18

Se pretende instalar una tubería de  $\phi 200$  mm (PVC 0,6 MPa) de 1000 m de longitud, que salva un desnivel geométrico de 20 m y suministra un caudal de 60 l/s.

La longitud equivalente por pérdidas de carga localizadas es de 20 m.

El coeficiente de fricción  $f$  es 0.0148.

Las curvas características de una bomba que gira a 1450 rpm y tiene un rodete de  $\phi 340$  mm son las siguientes:

$$H = 41.64 - 1344.14 \cdot Q^2$$

$$\eta = -142.50 \cdot Q^2 + 21.27 \cdot Q$$

donde  $H$  se da en m,  $Q$  en m<sup>3</sup>/s y  $\eta$  en tanto por uno.

- Determinar razonadamente la zona del diagrama H-Q que puede cubrir el fabricante con dicha bomba con la condición de que  $\eta$  no sea inferior al 70% y practicando un recorte del rodete máximo del 10%.
- Determinar la ecuación característica de la instalación (curva resistente), y el punto de funcionamiento del conjunto bomba-impulsión y el rendimiento en esas condiciones.
- Si fuera preciso reducir el caudal a 30 l/s, calcular la disminución de velocidad necesaria.

## Ejercicio 19

En la ficha técnica de una bomba sumergida múltiple con tres rodetes se nos facilitan los siguientes puntos de funcionamiento:

Caudal	Altura manométrica	Rendimiento
1250 l/min	59 m	70 %
1750 l/min	51 m	72 %

La bomba alimenta a una conducción de fibrocemento de diámetro 175 mm y de 1 km de longitud, que salva un desnivel de 49 m. Se pretende transportar un caudal de 1500 l/min.

Se pide:

- Determinar la ecuación de la curva característica Caudal – Presión del grupo de bombeo, y la de un solo rodete.
- Calcular la curva característica de la conducción.
- Determinar el punto de funcionamiento de la instalación y de cada rodete.
- Calcular el punto de funcionamiento cuando limitamos, mediante una válvula, el caudal a 1000 l/min. Indicar la pérdida de carga que debe proporcionar dicha válvula.
- Se nos plantea la posibilidad de instalar el mismo grupo de bombeo en otra impulsión. Determinar el recorte de rodete necesario para vencer, a válvula abierta, una altura manométrica de 45 m con un caudal de 1500 l/min.

## Ejercicio 20

Para elevar un caudal de 30 l/s a una altura geométrica de 28 m se han instalado dos bombas iguales en paralelo cuyas características son:

$$H = 57 - 5.88 \cdot 10^{-2} \cdot Q^2$$

$$\eta = 0.105 \cdot Q - 3.83 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2$$

mediéndose H en (m), Q en (l/s) y  $\eta$  en (%).

Si se hacen funcionar las bombas ya instaladas con las válvulas de compuerta completamente abiertas, el caudal elevado es de 36 l/s.

- Hacer un esquema con la curva característica H-Q de cada bomba, del conjunto en paralelo y de la conducción, indicando el punto de funcionamiento.
- Determinar la ecuación de la curva característica de la conducción y los valores de H y Q correspondientes al punto de funcionamiento de cada bomba.
- Si para impulsar únicamente los 30 l/s necesarios se cierra parcialmente la válvula de compuerta, determinar la pérdida de carga que debe proporcionar dicha válvula.
- Si para impulsar los 30 l/s necesarios se opta por hacer un recorte de rodete, calcular su valor utilizando las leyes de semejanza