

# GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

## Fundamentos de Ingeniería Química

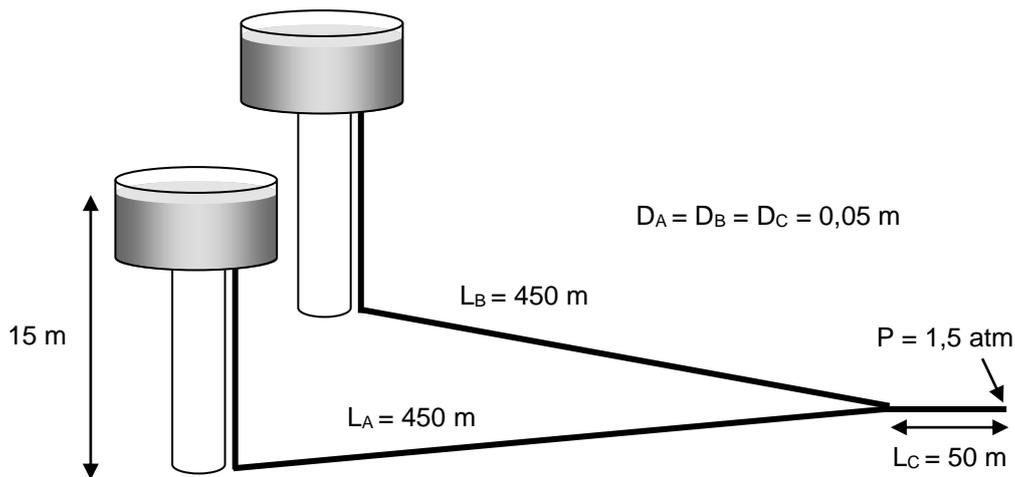
### Hoja 5. Flujo de Fluidos. Balances de Energía Mecánica

1. Una población emplea para su abastecimiento el agua de un embalse. La población se encuentra 65 m por debajo del nivel del embalse y la conducción utilizada es una tubería recta de acero de fundición de 225 m con un diámetro interno de 20 cm. El caudal de agua consumido es de 50 L/s. Calcúlese la presión con la que llega el agua a la entrada de la población.  
**Sol.:** 7 atm
2. En una fábrica se dispone de un depósito elevado que suministra agua por gravedad a un tanque de disolución que opera a presión. Los dos depósitos están unidos mediante una conducción recta de hierro galvanizado de 60 m. La diferencia de altura entre el nivel de agua en el depósito elevado y la entrada del tanque es de 15 metros. La presión en la entrada es de 1,3 atm. Calcular el diámetro que debe tener la conducción para que el caudal de agua a la entrada del tanque de disolución sea de 5 litros por segundo.  
**Sol.:** 0,05 m
3. Una disolución salina de 1,1 cP de viscosidad y  $1,15 \text{ g/cm}^3$  de densidad se hace circular desde un depósito que se encuentra a 1,8 atm de presión hasta un tanque abierto a la atmósfera, cuyo nivel se encuentra 5 m por encima del nivel del depósito. La tubería que une ambos depósitos es de acero comercial, tiene 10 cm de diámetro interno y 80 m de longitud. Intercalados en esta conducción hay una válvula de compuerta medio cerrada, una válvula de asiento completamente abierta y 4 codos de media curvatura. Determínese el caudal másico de la disolución salina.  
**Sol.:** 10,93 kg/s
4. Se desea bombear 5,2 L/s de agua desde un depósito abierto a la atmósfera hasta otro cerrado que se encuentra a 3 atm de presión absoluta. La bomba está situada a la salida del primer depósito y ambos depósitos están unidos por una conducción de acero comercial de 60 m de longitud y 5 cm de diámetro interno que tiene intercalados 6 codos de  $45^\circ$ , 2 codos de media curvatura y una válvula de asiento abierta. La diferencia de altura entre los niveles de líquido en ambos depósitos es de 8 m, siendo la altura del líquido en el depósito abierto a la atmósfera de 3 m. Determinar:
  - a) La potencia real de la bomba, sabiendo que tiene un rendimiento del 70%.
  - b) El coste de bombeo si la electricidad cuesta 0,096 €/kw.h.
  - c) La presión a la salida de la bomba.**Sol.:** a) 3,1 kW   b) 7,1 €/día   c) 5,34 atm
5. En una refinería se bombean 1000 L/min de crudo de petróleo desde un depósito de almacenamiento de techo flotante hasta una columna de rectificación que opera a presión atmosférica, estando situados ambos equipos al mismo nivel. El nivel del depósito se encuentra a 12 m de altura y la alimentación a la columna de rectificación se realiza en un plato situado a 17 m de altura. La conducción que une el depósito con la columna de rectificación está fabricada en acero al carbono, tiene 150 m de longitud y 6 pulgadas de diámetro interno. En la conducción existen cuatro codos de  $90^\circ$ , dos válvulas de compuerta abiertas y una válvula de retención abierta. Calcular la potencia consumida por la bomba.  
Datos: densidad del crudo:  $800 \text{ kg/m}^3$ ; viscosidad del crudo:  $10^{-2} \text{ kg/m.s}$ ; rendimiento del conjunto motor-bomba: 45%.  
**Sol.:** 1890 W

6. En una planta de procesamiento de resina se bombea esencia de trementina desde la base de una columna de fraccionamiento hasta un depósito de almacenamiento con un caudal de 100 l/min. El nivel del depósito se encuentra 5 m por encima del nivel de la base de la columna. El depósito se encuentra abierto a la atmósfera, en tanto que la columna opera a  $0,35 \text{ kg/cm}^2$  de presión absoluta. La conducción empleada tiene 30 m de longitud y es de hierro galvanizado de 1". Los accidentes presentes en la conducción son 6 codos de  $90^\circ$  y una válvula en ángulo.
- Calcular la potencia de bombeo necesaria.
  - Aprovechando una parada de mantenimiento se sustituye la conducción de 1" por otra de 2". Analizar la conveniencia de la modificación.
- Datos:  $\rho = 860 \text{ kg/m}^3$ ;  $\mu = 1,3 \text{ cP}$ ; coste de la energía: 0,09 euros/kW.h; Coste de la modificación: 60.000 ptas ;  $\eta = 70\%$ .
- Sol.:** a) 594,4 W
7. Se desea bombear 10 kg/s de agua desde un lago a un depósito que se encuentra a una presión de 1,8 atm. Para ello se utiliza una bomba situada 2 m por encima del nivel del lago. La tubería que toma el agua del lago es de acero comercial, está sumergida 3 m, tiene una longitud de 25 m y un diámetro de 20 cm, además tiene dos codos de media curvatura y una válvula de retención. La bomba impulsa el agua al depósito a través de una tubería de acero comercial de 10 cm de diámetro interno, la tubería tiene una longitud de 50 m e intercaladas en ella se encuentran una válvula de retención, cuatro codos de gran curvatura y una válvula de asiento abierta. El nivel del agua del depósito está 15 m por encima de la bomba.
- Calcular la potencia de la bomba necesaria.
  - Calcular el coste de bombeo por metro cúbico de agua bombeada, sabiendo que la bomba tiene un rendimiento del 70 % y el precio de la energía eléctrica es de 0,09 €/kW.h.
  - La presión de admisión y descarga de la bomba.
  - Calcular la presión de admisión en la boca de la tubería de entrada del agua del lago.
- Sol.:** a) 2643 W; b) 0,0094 €/m<sup>3</sup>; c)  $P_{\text{adm}} = 81370 \text{ Pa}$ ;  $P_{\text{des}} = 344954 \text{ Pa}$ ; d) 1,3 atm.
8. Una población emplea un embalse para su abastecimiento de agua potable, siendo el consumo punta de 60 L/s. El nivel del embalse se encuentra situado 50 m por encima del nivel de la población y el agua se conduce mediante una tubería de fundición de 500 m de longitud y 20 cm de diámetro interno. La conducción presenta 2 válvulas de atajadera y tres codos de gran curvatura. Calcular:
- Pérdidas de energía por rozamiento en la conducción.
  - Presión en la conducción a la entrada del pueblo.
  - En los últimos años se vienen registrando problemas de presión en el suministro durante el verano, estación en la que se cuadruplica el consumo, por lo que se plantea reformar la conducción ¿Qué diámetro deberá tener la nueva tubería para suministrar 250 l/s conservando la misma presión a la entrada de la población?
- Sol.:** a) 105 J/kg; b) 4,8 atm; c) 35 cm.
9. En una refinería de petróleo se necesita diseñar una conducción de acero para transvasar una fracción petrolífera entre dos depósitos atmosféricos. El caudal a transportar estará comprendido entre 5.000 y 8.000 kg/h. El trazado comprende 200 m de tubo recto, 10 codos de  $90^\circ$ , una válvula de asiento para la regulación del caudal y una bomba de 2 CV con un rendimiento del 75%. El nivel del depósito de recepción se encuentra 20 m por encima del de origen. Calcular:
- Diámetro mínimo del tubo para que circule el caudal máximo con la válvula abierta.
  - Pérdida de carga que debe provocar la válvula para que circule el caudal mínimo.
- Datos:  $\rho = 890 \text{ kg/m}^3$  ;  $\mu = 5 \text{ cP}$ ; el rendimiento de la bomba es constante.
- Sol.:** a) 0,041 m; b) 49,68 m.

10. Se desea transportar agua desde un depósito hasta otros dos situados 40 m y 30 m, respectivamente, por encima del nivel del primero, este tiene una altura de líquido de 10 m y descarga a través de una tubería de 30 cm de diámetro interno ( $\epsilon/D = 0,00017$ ) y una longitud de 450 m. Esta tubería lleva el fluido hasta una bomba que lo impulsa, de tal forma, que a la salida de la bomba se divide en dos conducciones, la que llega al primer depósito tiene 600 m de longitud y 15 cm de diámetro interno ( $\epsilon/D = 0,00033$ ), mientras que la que se dirige al otro depósito es de 20 cm de diámetro interno ( $\epsilon/D = 0,00025$ ) y 300 m de longitud. Si el caudal que circula por la conducción de 20 cm de diámetro es 115 L/s, calcúlese:
- El caudal que circula por las otras dos conducciones.
  - La potencia necesaria para el bombeo.
- Datos: Los tubos son de acero comercial. El rendimiento total de la bomba es del 70%. Todos los depósitos están abiertos a la atmósfera.
- Sol.:** a) 0,0212 m<sup>3</sup>/s; 0,1362 m<sup>3</sup>/s b) 94,7 kW

11. Un depósito elevado suministra agua en una zona de riego llana. El nivel del agua en el depósito se encuentra 15 m por encima del nivel del suelo. Un punto de riego recibe el agua mediante una tubería de hierro galvanizado de 500 m de longitud total y 5 cm de diámetro interno. El sistema de riego colocado en ese punto requiere una presión de 1,5 atm. Las pérdidas de energía por rozamiento en los accidentes pueden considerarse despreciables. Calcular:
- Caudal disponible en el punto de riego a la presión requerida.
  - Caudal disponible si se construye un segundo depósito, idéntico al primero y situado a la misma distancia, tal como muestra la figura.



**Sol.:** a) 1,57 L/s; b) 2,8 L/s.