

FACULTAD DE INGENIERIA UNJu	<b>OPERACIONES UNITARIAS I</b>	2024
--------------------------------	--------------------------------	------

### **PROBLEMA 1**

Para abastecer el sector de calderas de una planta industrial con agua ablandada a partir de agua filtrada a 20°C se emplea un intercambiador iónico que opera según las condiciones descritas a continuación:

Condiciones operativas de la planta de tratamiento con marcha normal:

- Caudal de agua de alimentación:  $180 \text{ m}^3 \cdot \text{hr}^{-1}$ .
- La velocidad del agua en el interior de los equipos ablandadores será del 75% de la velocidad para el comienzo de la fluidización (determinada con el fluido de regeneración).

Condiciones operativas para la regeneración de la resina:

- La operación se realizará en lecho fluidizado con una solución de salmuera (NaCl).  
Densidad salmuera:  $1.10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ; Viscosidad salmuera: 2.1 cp.
- La velocidad de fluidización será 50% menor que la velocidad de arrastre del lecho (determinada con el fluido de regeneración).

Características de la resina para el lecho:

- Partículas cilíndricas: 1 mm de diámetro y 2 mm de longitud
- Densidad de la resina:  $1.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .
- Relación de masa: 75 kg de resina por caudal ( $\text{m}^3 \cdot \text{hr}^{-1}$ ) de agua a procesar.

- a) Diseñar el intercambiador iónico y calcular la cantidad necesaria de resina para llevar a cabo el proceso.
- b) Calcular la velocidad intersticial y la velocidad superficial de operación.
- c) Determinar la caída de presión en cada instancia (ablandamiento y regeneración), y la expansión del lecho en cada caso.
- d) Indicar el campo de existencia del lecho.

FACULTAD DE INGENIERIA UNJu	<b>OPERACIONES UNITARIAS I</b>	2024
--------------------------------	--------------------------------	------

## PROBLEMA 2

En un proceso de producción es necesario realizar la remoción boro de una solución mediante el uso de una columna de intercambio iónico. La resina seleccionada para el proceso es Purolite™ S108.

La solución ingresa a razón de  $40 \text{ m}^3 \cdot \text{hr}^{-1}$  con una concentración en boro de 1500 ppm en peso. A la temperatura de operación la solución tiene una viscosidad de 1.16 cp y una densidad de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . La especificación de la corriente de salida es 30 ppm en Boro. Durante la operación se trabaja en la columna de intercambio iónico con una tasa de servicio de  $5 \text{ BV} \cdot \text{hr}^{-1}$  y una velocidad de  $10 \text{ m} \cdot \text{hr}^{-1}$ .

Actividades:

- Represente el diagrama de flujo de proceso.
- Especifique el sistema completo para obtener una operación continua.

El proveedor de la resina de intercambio iónico suministra la siguiente distribución para las etapas de regeneración:

<b>Etapas de regeneración</b>	<b>Fluido</b>	<b>Flujo (BV.hr<sup>-1</sup>)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Desplazamiento	Agua desmineralizada	3	15
Retrolavado	Agua desmineralizada	9	20
Regeneración	Solución de HCl (8%) 160 g HCl.L <sup>-1</sup> resina	3	60
Enjuague	Agua desmineralizada	3	45
Conversión sódica	Solución NaOH (4%) 100 g NaOH.L <sup>-1</sup> resina	3	60
Enjuague	Agua desmineralizada	3	40