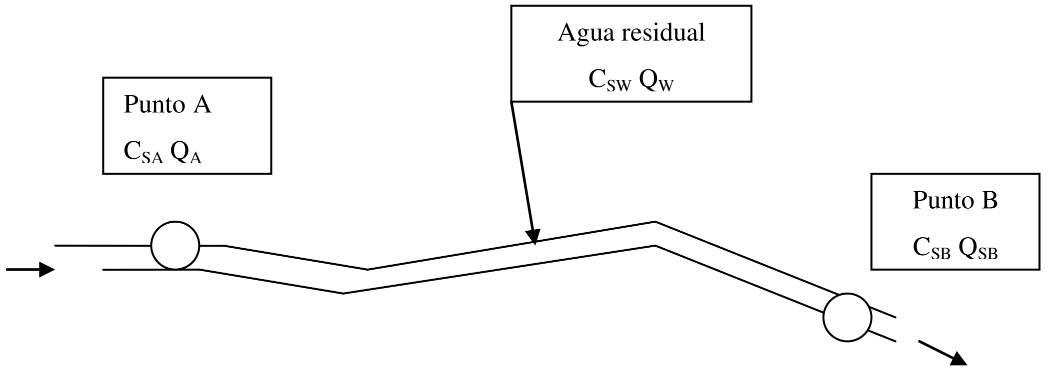
Ejercicios del Capítulo 3: Contaminación de agua

1. **Un flujo de agua residual entra a un río de la manera que aparece en el gráfico. La concentración de sodio $C_{S,A}$ en el cuerpo hídrico en el punto A, es de 9 mg/l, y el caudal $Q_A = 25\ m^3/s$ de agua en el río. La concentración del sodio $C_{S,W}$ en el agua residual es de 300 mg/l, y el caudal $Q_W = 10\ m^3/s$.**

   a) Determine la concentración del sodio en el punto B, asumiendo que ocurre una mezcla completa.

   b) Si el Límite máximo permisible para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección, es de 200 mg/l, indique si en el punto B se cumple o no con esta reglamentación (TULAS, 2002), y

   c) ¿Qué pasará si en época de estiaje disminuye el caudal del río al 10%?



Solución:
Parte a):

$C_{S\,B} \times Q_{S\,B} = C_{S,A} \times Q_A + C_{S,W} \times Q_W$ …… (1)

Cálculo del Caudal en Punto B:

$C_{S\,B} = Q_A + Q_W = (25 + 10)\ m/s = 35\ m/s$

Reemplazando en ecuación (1):

$C_{S\,B} \times 35\ m/s = 9\ mg/l \times 25\ m/s + (300\ mg/l \times 10\ m/s)$

Despejando la concentración de sodio $C_{S\,B}$:

$C_{S\,B} = [(9\ mg/l \times 25\ m/s) + (300\ mg/l \times 10\ m/s)]\ /\ 35\ m/s = 92.14\ mg/l$

Cálculo de concentración de sodio en el punto B:

$C_{S\,B}$ = 92.14 mg/l, Respuesta de parte a)

Respuesta de Parte b): Considerando que $C_{S\,B} = 92.14\ mg/l < 200\ mg/l$, se cumple

Parte c), en época de estiaje con Q_A al 10%:

$C_{S\,B} \times Q_{S\,B} = C_{S,A} \times 10\ \%\ Q_A + C_{S,W} \times Q_W$ …… (2)

Cálculo del Caudal en Punto B en época seca (falta de lluvias):

$C_{SB} = Q_A + Q_W$ = (2,5 + 10) m/s = 12,5 m/s

Reemplazando en ecuación (2):

C_{SB} x 28 m/s = 9 mg/l x 2,5 m/s + (300 mg/l x 10 m/s)

Despejando la concentración de sodio C_{SB}:

C_{SB} = [(9 mg/l x 2,5 m/s) + (300 mg/l x 10 m/s)] / 12,5 m/s = 241.80 mg/l

Respuesta de Parte c): 241,80 mg/l > 200 mg/l, no cumple.

2. Ejercicio sobre balance de masas

1. Asuma que usted esta llenando su bañera pero olvido tapar el drenaje. Si el volumen de llenado de la bañera es de 0.35m^{3,} y el agua esta ingresando a 1,32 litros/ minuto, y al mismo tiempo se está drenando a 0,32 litros/minuto.
a) ¿En cuanto tiempo se llenará la bañera?
b) ¿Cuanta agua será desperdiciada? Asuma la densidad del agua 1000kg/m^3.

DATOS:
Q entrada = 1.32 litros/minuto
Q salida = 0.32 litros/minuto
Vol. Bañera = 0.35 m3

a) ¿En cuanto tiempo t se llenará la bañera?

FORMULAS:
Q_t = Q entrada – Q salida = 1,32 -0,32 = 1,0 litro/minuto
Q_t = vol. /t donde: vol. = volumen, t = tiempo, 1 m3 = 1000 litros

t = vol. / Q_t = (0.35m3)/(1,0 litro/minuto) = (0,35m3 x 1000 litros/m3)/(1,0 litro/minuto)
Tiempo, t = 350 minutos = (350 minutos/60 min / hora) = 5,83 horas

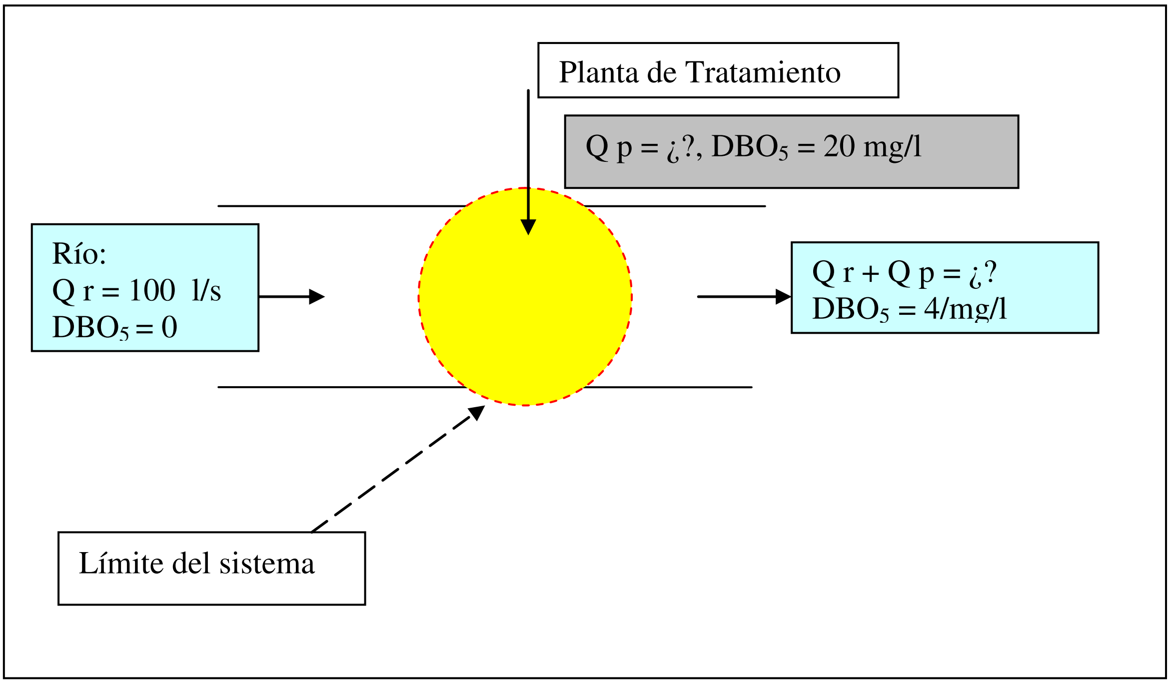
b) Volumen de agua desperdiciada
Q salida= 0.32 litros/minuto
t = 350 minutos

Volumen, vol. = Q salida x t =0,32 x 350 = **112 litros (Volumen Desperdiciado)**

3. El flujo medio diario de un pequeño río durante el mes más seco es de 100 l/s (litros /segundo). Si una planta de tratamiento de aguas residuales pudiera producir un efluente con una DBO_5 de 20 mg/l, o menor, ¿a qué población podría dar servicio si la DBO_5 en el río después de la dilución, no debe ser mayor que 4 mg/l? Suponga que no hay contaminación río arriba y que el abastecimiento de agua municipal no proviene del río.

Solución:

Suponiendo una mezcla completa, y eligiendo 1 segundo como intervalo de tiempo conveniente, escriba un balance de materia sobre la DBO_5



$DBO_{\text{aguas arriba}} + DBO_{\text{residuos}} = DBO_{\text{aguas abajo}}$

$Q_{\text{río}} \times 0 + Q_{\text{planta}} \times 20\ mg/l = (Q_{\text{río}} + Q_{\text{planta}}) \times 4\ mg/l$

$Q_{\text{planta}} = 4\ Q_{\text{río}} / 16 = (4 \times 100\ litros/s) / 16 = 25\ litros/s$

Considere una tasa de 200 litros/persona/d:

Población a 200 l/p/d = (25 l/s x 60 s/min x 60 min/h x 24 h/d)/200 l/p/d

Respuesta: 10.800 personas