Pregunta 1

a) Determina Q_{AP}, Q_{AS} y $[DBO]_{af}$.

Caudal de agua potable entregado:

$$Q_{AP} = Hab * Dot = 150.000 * 200$$

$$Q_{AP} = 30.000.000 \left[\frac{lt}{día}\right] = 30.000 \left[\frac{m^3}{día}\right]$$

Caudal de aguas servidas según factor de recuperación:

$$Q_{AS} = Q_{Ap} * FR$$

$$Q_{AS} = 30.000 * 0.864$$

$$Q_{AS} = 25.920 \left[\frac{m^3}{día}\right]$$

Carga total

$$CT = 45 \left[\frac{\frac{gr}{hab}}{día}\right] * 150.000 = 6.75 * 10^6 \left[\frac{gr}{día}\right]$$

$$\rightarrow [DBO]_{af} = \frac{CT}{Q_{As}} = \frac{6.75 * 10^6}{2.592 * 10^7} = 0.26 \left[\frac{g}{Lt}\right] = 260 \left[\frac{mg}{Lt}\right]$$

$$\rightarrow se\ asume\ este\ valor\ como\ L_o para\ las\ fórmulas\ de\ S - P.$$

b) DBO. Se utiliza la fórmula:

$$L(x) = L_0 * e^{-K_d * \frac{x}{v}}$$

Se pide que en x= 50.000 m → L(x)= 20 mg/L, reemplazando:

$$L(x = 50000) = L_0 * e^{-K_d * \frac{x}{v}}$$

$$20 = L_o * e^{-\frac{1}{86400} * \frac{50000}{0.5}}, al\ despejar\ se\ obtiene:$$

$$L_{0A} = 63.63\ mg/L$$

Oxígeno

$$D(x) = \frac{k_d * L_0}{k_r - k_d} * \left(e^{-k_d * \frac{x}{v}} - e^{-k_r * \frac{x}{v}}\right) + D_o * e^{-k_r * \frac{x}{v}}$$

Caudal: Q_{ef}= 25920/86400 = 0.3 [m^3/s] → $[OD]_o = \frac{Q_{rio} * OD_{rio} + Q_{ef} * OD_{ef}}{Q_{rio} + Q_{ef}} = \frac{2*6.5}{2.3} = 5.65 \left[\frac{mg}{L}\right]$

Se tiene que D = Cs – OD → $D_o = 9 - 5.65$

$$D_0 = 3.35 \frac{mg}{L}$$

Con estas cond. Iniciales se busca un L_0 tak que D(X=50.000)=4.5 mg/L

$$4.5 = \frac{1 * L_0}{1.5 - 1} * \left(e^{-\frac{1}{86.400} * \frac{50.000}{0.5}} - e^{-\frac{1.5}{86.400} * \frac{50.000}{0.5}} \right) + 3.35 * e^{-\frac{1.5}{86.400} * \frac{50.000}{0.5}}$$

$$\rightarrow L_{0B} = 14.16 \left[\frac{mg}{L}\right]$$

Luego, se tienen dos valores, por lo cual debemos verificar cual es el correcto. Evaluando cada valor en cada una de las otras fórmulas, se obtiene:

$$L(x = 50.000)_{L_0 = L_0 B} = 4.45 \left[\frac{mg}{L}\right] \rightarrow dentro\ del\ rango\ que\ buscamos$$

$$D(x = 50.000)_{L_0 = L_{0A}} = 18.16 \left[\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right] \rightarrow \text{OD} = -9.16 \left[\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right]$$
$$\rightarrow \text{esto no tiene sentido físico, por lo cual se descarta}$$

Por lo tanto, es posible definir que el valor que requerimos es:

$$L_{o_{req}} = 14.16 \left[\frac{mg}{L}\right]$$

Se hace entonces un balance de masa para calcular cuánto es la concentración del efluente:

$$\frac{DBO_{rio} * Q_{rio} + DBO_{ef} * Q_{ef}}{Q_{rio} + Q_{ef}} = 14.16$$

$$DBO_{ef} = 75.22 \frac{mg}{L}$$

Luego, el % de remoción es:

$$Rem_{\%} = \left(1 - \frac{L_{oreq}}{L_{0ef}}\right) * 100$$

$$Rem_{\%} = \left(1 - \frac{75.22}{260}\right) * 100$$

$$Rem_{\%} = 71\ \%$$

c) Requerimientos fines agrícolas: $OD \geq 4 \left[\frac{mg}{L}\right] \leftrightarrow D < 5 \left[\frac{mg}{L}\right]$

Considerando el porcentaje de remoción anterior, se tiene que:

$$L_0 = 14.16\left[\frac{mg}{L}\right]$$

$$D_0 = 3.35\frac{mg}{L}$$

Luego, utilizando las ecuaciones de S-P:

$$D(x) = \frac{k_d * L_0}{k_r - k_d} * \left(e^{-k_d * \frac{x}{v}} - e^{-k_r * \frac{x}{v}}\right) + D_o * e^{-k_r * \frac{x}{v}}$$

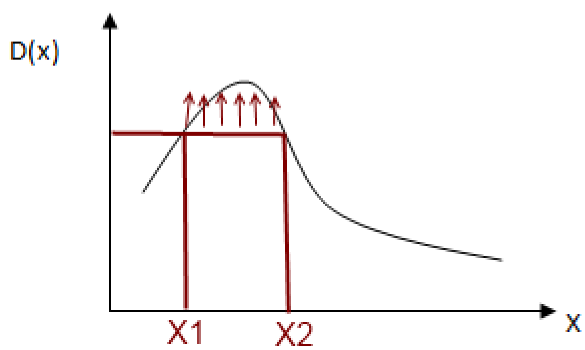
$$5 = \frac{14.16}{0.5} * \left(e^{-\frac{1*x}{0.5*86400}} - e^{-\frac{1.5*x}{0.5*86400}}\right) + 3.35 * e^{-\frac{1.5*x}{0.5*86400}}$$

$$X_1 = 12.132\ [m]$$

$$X_2 = 39.840\ [m]$$

¿Cuál es el correcto?

Vemos la forma de la función de déficit:



Se observa entonces que para dos distintos valores de x, es posible encontrar el mismo déficit. Además, en el rango comprendido entre estos dos valores, el déficit de oxígenos será mayor, por lo tanto este es el tramo donde no conviene que los agricultores extraigan el agua, ya que presenta parámetros insuficientes de calidad (cantidad de oxígeno disponible muy baja).

d) Para realizar esto, se requiere utilizar la fórmula del tiempo t_c tal que:

$$t_c = \frac{1}{k_r - k_d} * Ln\left(\frac{k_r}{k_d} * \left(1 - \frac{D_0 * (k_r - k_d)}{k_d * L_0}\right)\right)$$

Donde t_c representa el tiempo en el punto más crítico de la curva de OD, por lo que también representaría simultáneamente el punto de mayor déficit de oxígeno.

Entonces, si imponemos que:

$$D(t_c) = 5\left[\frac{mg}{L}\right]$$

Para este caso:

$$t_c = \frac{1}{0.5} * Ln\left(e^{-2*Ln\left(1.5\left(1-0.5*\frac{3.35}{L_0}\right)\right)} - e^{-1.5*2*Ln\left(1.5\left(1-0.5*\frac{3.35}{L_0}\right)\right)}\right) + 3.35$$
$$* e^{-1.5*2*Ln\left(1.5\left(1-0.5*\frac{3.35}{L_0}\right)\right)}$$

Al resolver esta ecuación se obtiene:

$$L_{0_1} = 1.31 \left[\frac{mg}{L}\right]$$

$$L_{0_2} = 2.84 \left[\frac{mg}{L}\right]$$

$$L_{0_3} = 12.72 \left[\frac{mg}{L}\right]$$

Se elige entonces el valor L_{0_3} ya que presenta el menor valor de remoción requerido en la planta.

Nuevamente, se realiza un balance de masa calcular la concentración de DBO en el efluente, con el nuevo valor:

$$\frac{DBO_{rio} * Q_{rio} + DBO_{ef} * Q_{ef}}{Q_{rio} + Q_{ef}} = 12.72$$

$$DBO_{ef} = 64.18 \frac{mg}{L}$$

Luego, el % de remoción es:

$$Rem_{\%} = \left(1 - \frac{L_{oreq}}{L_{0ef}}\right) * 100$$

$$Rem_{\%} = \left(1 - \frac{64.18}{260}\right) * 100$$

$$Rem_{\%} = 75\ \%$$