CI4102 Ingeniería Ambiental **Profesor: James McPhee**
Otoño 2011 **Profesor Auxiliar: Tomás Gómez**

Auxiliar #2
Modelo de Streeter y Phelps

Modelo de Streeter y Phelps

$$D(t9 = \frac{k_d * L_0}{k_r - k_d} * \left(e^{-k_d * t} - e^{-k_r * t}\right) + D_0 * e^{k_r * t}$$

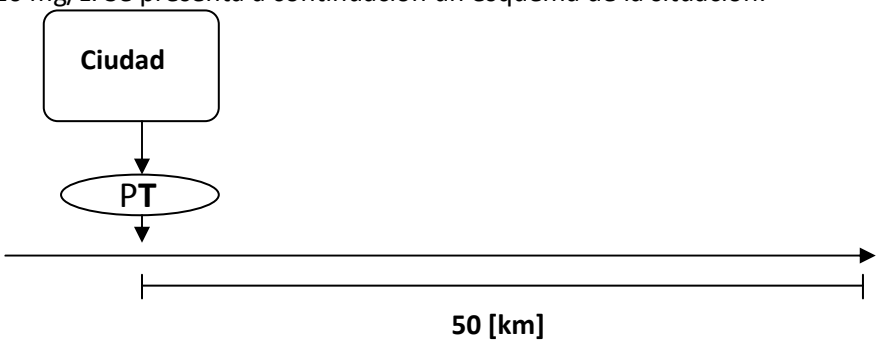
$$D(t) = C_s - OD(t)$$

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

$$L(t) = L_0 * e^{-k_d * t}$$

Pregunta 1

Una ciudad desea descargar sus aguas servidas a un estero aledaño. Éste posee un largo aproximado de 50 [km] al final del cual entrega sus aguas a un cauce de mayor importancia. Justo antes de esta confluencia existe un ecosistema compuesto por numerosas especies acuáticas tanto animales como vegetales. Se sabe que para asegurar la supervivencia de esta flora y fauna, los niveles de oxígeno disuelto deben estar por sobre los 4.5 [mg/L] y los de DBO no deben superar los 20 mg/L. Se presenta a continuación un esquema de la situación:



Los datos de consumo de agua y generación de aguas servidas de la ciudad se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos de la ciudad

Parámetro	Valor	Unidad
Población	150000	[Hab]
Dotación de agua potable	200	[L/hab/día]
Factor de recuperación	0,864	
Carga de DBO	45	[gr/Hab/día]

Los datos del estero se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos del estero

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal	2	[m3/s]
Velocidad de escurrimiento	0,5	[m/s]
Oxígeno disuelto	6,5	[mg/L]
DBO	5	[mg/L]
Coeficiente de oxidación de la materia orgánica	1	[1/día]
Coeficiente de reaireación	1,5	[1/día]
Coeficiente de saturación de oxígeno disuelto	9	[mg/L]

Asuma que el efluente del tratamiento de aguas servidas posee una concentración de oxígeno disuelto de 0 [mg/L].

a) Determine el caudal medio de agua potable de la ciudad, el caudal medio de aguas servidas generado y la concentración de DBO del afluente a la planta de tratamiento.

b) Determine el porcentaje de remoción de materia orgánica necesario en la planta de tratamiento de aguas servidas para garantizar que en la laguna se cumplan los niveles necesarios para oxígeno disuelto y DBO.

Una hacienda cerca posee derechos de agua sobre el estero, por lo que desea extraer un cierto caudal con fines agrícolas. Ésta extracción se situaría aguas debajo de la descarga de la planta de tratamiento y no debe tener concentraciones de oxígeno disuelto menores a los 4 [mg/L].

c) Determine los límites del tramo donde la haciendo no puede situar su extracción. Considere que el caudal de la extracción es despreciable respecto al caudal del estero. Utilice el porcentaje de remoción encontrado en la parte b).

Debido a las presiones realizadas por la comunidad agrícola, se desea aumentar la eficiencia de remoción de materia orgánica de la planta de tratamiento de manera de asegurar que se pueda extraer caudal con fines de riego en toda la extensión del estero.

d) Determine el porcentaje mínimo de remoción de materia orgánica necesario en la planta de tratamiento de aguas servidas para garantizar que en ningún tramo del río el oxígeno disuelto baje de 4 [mg/L].

Pregunta 2

Una industria papelera desea instalar una planta de producción aguas arriba del lago Cóndor, de modo de descargar sus aguas en el río Místico (ver Fig. 1). La municipalidad del lugar ha impuesto como requisito que la industria cuente con una planta de tratamiento para las aguas residuales, con el fin de asegurar la supervivencia de dos especies autóctonas de peces, cuya población se concentra en la zona ubicada aguas debajo del Lago Cóndor. (tramo E-F del río Místico).

Adicionalmente, la municipalidad ha planteado a la industria papelera la necesidad de evaluar el funcionamiento de la industria Green World. Esta instalación industrial obtendrá el caudal necesario para su funcionamiento mediante una extracción en el punto E, devolviendo las aguas al punto B del río Místico, sin afectar sus parámetros de calidad, es decir, en el sistema se tendrá una recirculación a una tasa del 25% que sigue por el río místico.

Una consultora llevó a cabo un Estudio de Impacto Ambiental a petición de la industria papelera. La principal conclusión de dicho estudio plantea que, para garantizar la supervivencia de las especies protegidas en la zona de interés basta con asegurar que la concentración de DBO inmediatamente aguas arriba del punto B no supere los 10 mg/L. La empresa consultora afirma que, de cumplirse lo anterior, la eficiencia de remoción de DBO requerida en la planta de tratamiento sería del 54%, que en el tramo EF del río Místico los niveles de OD no bajarán de los 5 mg/L (condición necesaria para la supervivencia de las especies), y que los valores de DBO y OD a la salida del humedal La Luz serían de 1 mg/L y 5 mg/L, respectivamente.

La municipalidad, con el fin de garantizar que la industria cumpla con los requerimientos ambientales, ha encargado a ud. la revisión del estudio llevado a cabo por la consultora. Para efectuar la revisión de dicho estudio, se pide:

a) Calcular el porcentaje de remoción de DBO que la planta de tratamiento debe tener para que la concentración inmediatamente aguas arriba del punto B no supere los 10 mg/L. ¿Es correcta la remoción sugerida por la consultora? Determine, además, la concentración de OD afluente al punto B.

b) Determinar las concentraciones es de DBO y OD efluentes del Lago Cóndor para la condición impuesta por la consultora en el punto B.

c) En base a los resultados de la parte b), determine el punto del tramo EF donde el oxígeno disuelto tiene la menor concentración y calcule su valor. Además, obtenga las concentraciones de DBO y OD afluente al humedal La Luz. ¿Se cumple todo lo predicho por la consultora?

d) Verifique la calidad de las estimaciones realizadas por la consultora para las concentraciones de DBO y OD a la salida del humedal La Luz. ¿Ud. encargaría un estudio a dicha consultora? Fundamente su respuesta.

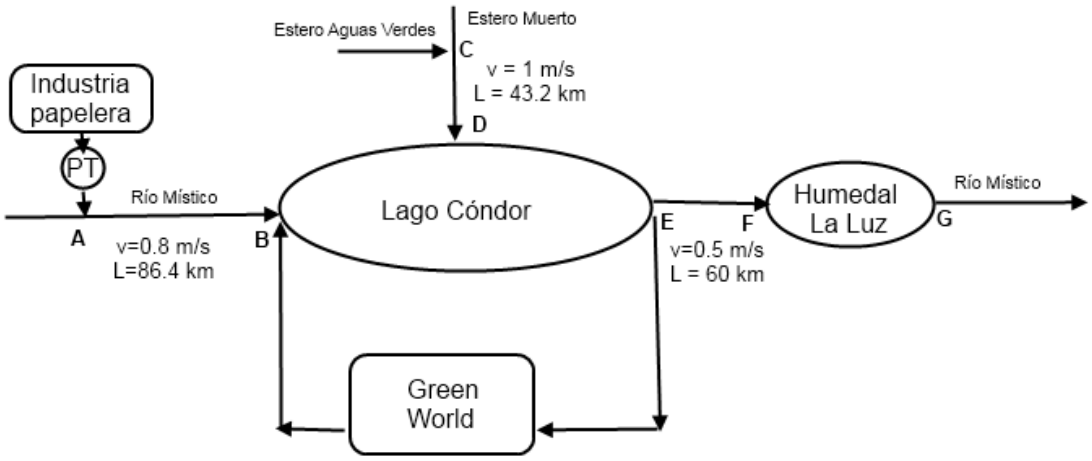


Figura 1.

Parámetro	Unidad	Industria	Río Místico	Estero Muerto	Estero Aguas Verdes	Lago Cóndor	Humedal La Luz
Q	m3/s	0,5	10	4	3	-	-
OD	mg/L	0	8	8,5	8,2	-	-
DBO	mg/L	600	5	6	9	-	-
kd	1/día	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
kr	1/día	-	0,45	0,45	0,45	0,35	0,35
Cs	mg/L	-	9	9	9	9	9
Volumen	m3	-	-	-	-	2000000	1000000