

Problema 4 (30 puntos)

El estudio de plantas pilotos de las aguas residuales de la ciudad de Aguadulce arrojó la siguiente ecuación para el modelo de Eckenfelder.

$$S_0 (S_0 - S_e) / X_{vt} = 5.4 S_e - 10$$

También se recogió la siguiente información suplementaria:

$$a = 0.45 \quad a' = 0.50 \quad b = 0.12 \text{ d}^{-1} \quad b' = 0.20 \text{ d}^{-1} \quad x = 0.60$$

Con base al modelo de Eckenfelder generado, se diseñó y construyó una planta de lodos activados con 4 reactores que tienen un volumen de 200 m^3 cada uno. Estos reactores operan en paralelo y contienen 2500 mg/L de sólidos suspendidos volátiles. A la planta llegan $3200 \text{ m}^3/\text{d}$ de aguas residuales de origen doméstico con una DBO de 300 mg/L .

Calcule:

- El exceso de lodos producidos en Kg/día .
- Los requerimientos de oxígeno en Kg/día .
- La relación F/M en que opera la planta.
- La edad del lodo.

$$S_0(S_0 - S_e)/K_v t = 5.4 S_e - 10$$

$$Q = 3200 \text{ m}^3/\text{d} \quad V = 4(200) = 800 \text{ m}^3$$

$$t = V/Q = 800/3200 = 0.25 \text{ d} = 6 \text{ hrs}$$

$$\frac{300(300 - S_e)}{2500(0.25)} = 5.4 S_e - 10 \quad S_e = 26.19 \text{ mg/L}$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = \frac{0.45(300 - 26.19)}{0.25} - 0.12(0.60)(2500)$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = 492.9 - 180 = 312.9 \frac{\text{mg}}{\text{d-L}} \rightarrow 250.32 \text{ kg/d}$$

$$\frac{R}{V} = \frac{0.50(300 - 26.19)}{0.25} + 0.20(0.60)(2500)$$

$$\frac{R}{V} = 547.62 + 300 = 847.62 \frac{\text{mg}}{\text{d-L}} \rightarrow 678.1 \text{ kg/d}$$

$$F_m = S_0/K_v t = 300/2500 \times 0.25 = 0.48 \text{ d}^{-1}$$

$$\theta = X_v/\Delta X_v = 2500/312.9 = 7.99 \text{ d}$$

Problema No. 5 (20 puntos)

El alcalde de Aguadulce promueve la instalación en la ciudad de una moderna procesadora de pollos, cuyas aguas residuales se combinarían con las aguas residuales domésticas. Para determinar la capacidad máxima de pollos que se pueden procesar, el Municipio consultó con un Ingeniero Civil graduado en el hemisferio norte para que evalúe la planta de tratamiento existente (Ver Problema anterior).

Después de:

- Verificar en la literatura que el modelo de Eckefeller, generado para el tipo de reactores como los de Aguadulce, se puede aplicar a combinación de aguas residuales en las que predominen las domésticas.
- Conocer que el diseñador de la planta recomendó que habría que mantener en el reactor la concentración de sólidos suspendidos volátiles de 2500 mg/L.
- Confirmar en el Ministerio de Ambiente que la DBO máxima en la salida de la planta de tratamiento era de 40 mg/L.

El Ingeniero contratado recomendó una matanza diaria máxima de 20,000 pollos.

Si cada pollo genera 40 litros de agua residual con una DBO de 1200 mg/L, determine si la recomendación del Ingeniero Civil contratado es satisfactoria. Demuestre su respuesta.

POLLOS:

$$CAUDAL = 20,000 (40) = 800,000 \text{ L/d} = 800 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$CARGA \text{ DBO} = (800,000 \text{ L/d}) (1200 \text{ mg/L}) = 960 \text{ Kg/d}$$

A. DOMÉSTICAS:

$$CAUDAL = 3200 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$CARGA : (3,200,000 \text{ L/d}) (300 \text{ mg/L}) = 960 \text{ Kg/d}$$

NUEVO DBO EN A.R. COMBINADAS

$$\text{DBO} = \frac{960 + 960}{800 + 3200} = \frac{0.4 \text{ Kg}}{\text{m}^3} = 480 \text{ mg/L}$$

$$\text{Nuevo } t_R = V/Q = 800/4000 = 0.20 \text{ d}$$

$$\frac{S_0 (S_0 - S_e)}{K_v t} = 5.4 S_e - 10$$

$$\frac{480 (480 - S_e)}{2500 \times 0.2} = 5.4 S_e - 10$$

$$S_e = 74.08 \text{ mg/L}$$

$$S_e > 40 \text{ mg/L} \quad \text{No}$$

NO ES SATISFACTORIA LA RECOMENDACION.

Universidad Tecnológica de Panamá - Facultad de Ingeniería Civil
Tratamiento de Agua y Aguas Residuales/ L. Barahona
Parcial No. 2

Nombre: _____

Cédula: _____

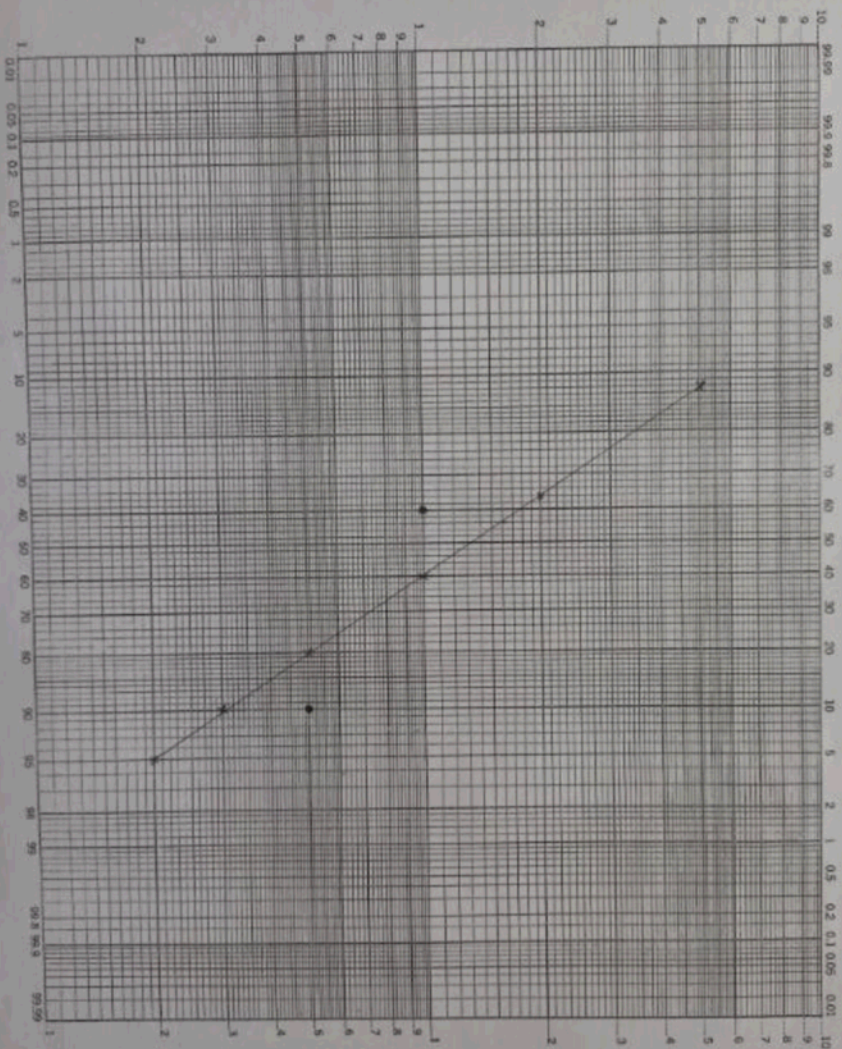
Fecha: 16/junio/2023

Problema No. 1 (20 puntos)

El análisis granulométrico de una arena de río arrojó los siguientes resultados:

Tamaño de Tamiz, mm	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0	5.0
% que pasa	5	10	20	40	64	88

Si se desea construir un filtro que tenga un tamaño efectivo de 0.5 mm y un coeficiente de uniformidad de 2, determine los tamaños, mínimo y máximo, entre los que se encontrará el 100% de la arena seleccionada para el filtro.



ARENA FILTRO

$$D_{10} = 0.50 \text{ mm}$$

$$D_{60} = 2(0.5) = 1.00 \text{ mm}$$

ARENA NATURAL

$$P_{10} = 20 \quad P_{60} = 40$$

$$P_{\text{USABLE}} = 2(P_{60} - P_{10}) = 2(40 - 20) = 40\%$$

$$P_{\text{D.FINO}} = P_{10} - 0.10 P_{\text{USABLE}} = 20 - 4 = 16\%$$

$$\phi_{\text{D.FINO}} = 0.42 \text{ mm}$$

$$P_{\text{D.GRUESO}} = P_{\text{D.FINO}} + P_{\text{USABLE}} = 16 + 40 = 56\%$$

$$\phi_{\text{D.GRUESO}} = 1.60 \text{ mm}$$

Problema No. 2 (20 puntos)

En un laboratorio de calidad de agua, donde se realizan pruebas de DBO_5 , se ha establecido que para que los resultados sean válidos, al culminar el ensayo a los 5 días, se debe haber dado un consumo mínimo de 2.0 mg/l de oxígeno disuelto en la botella y que la mínima concentración de oxígeno al finalizar la prueba debe ser de 2.0 mg/l. Si una muestra de agua de un río contaminado tiene una DBO_5 de 30 mg/l determine los volúmenes máximo y mínimo de muestra que se podrían utilizar en la prueba de DBO_5 para que los resultados de la prueba tengan validez.

Considere que el agua de dilución tiene una concentración de oxígeno de 8 mg/l y que no hay oxígeno disuelto en la muestra de agua residual.

$$DBO = \frac{D_1 - (D_2 - V_M)}{(V_M/300)} \quad 8 - 0.0267 V_M$$

$$30 = \frac{8 - 0.0267 V_M - D_2}{V_M/300}$$

Caso 1:

$$D_1 - D_2 = 2/300$$

$$0.1267 V_M + D_2 = 9$$

$$8 - 0.0267 V_M - D_2 = 2$$

$$30 = 2$$

$$0.0267 V_M + D_2 = 6$$

$$(V_M/300)$$

$$V_M = 20 \text{ ml}$$

$$D_2 = 5.12 \text{ mg/l}$$

Caso 2:

$$D_1 = \frac{V_M(0) + (300 - V_M)8}{300} = 8 - 0.0267 V_M$$

$$30 = \frac{(8 - 0.0267 V_M) - D_2}{V_M/300}$$

$$D_2 = 2 \text{ mg/l}$$

$$0.1267 V_M = 6$$

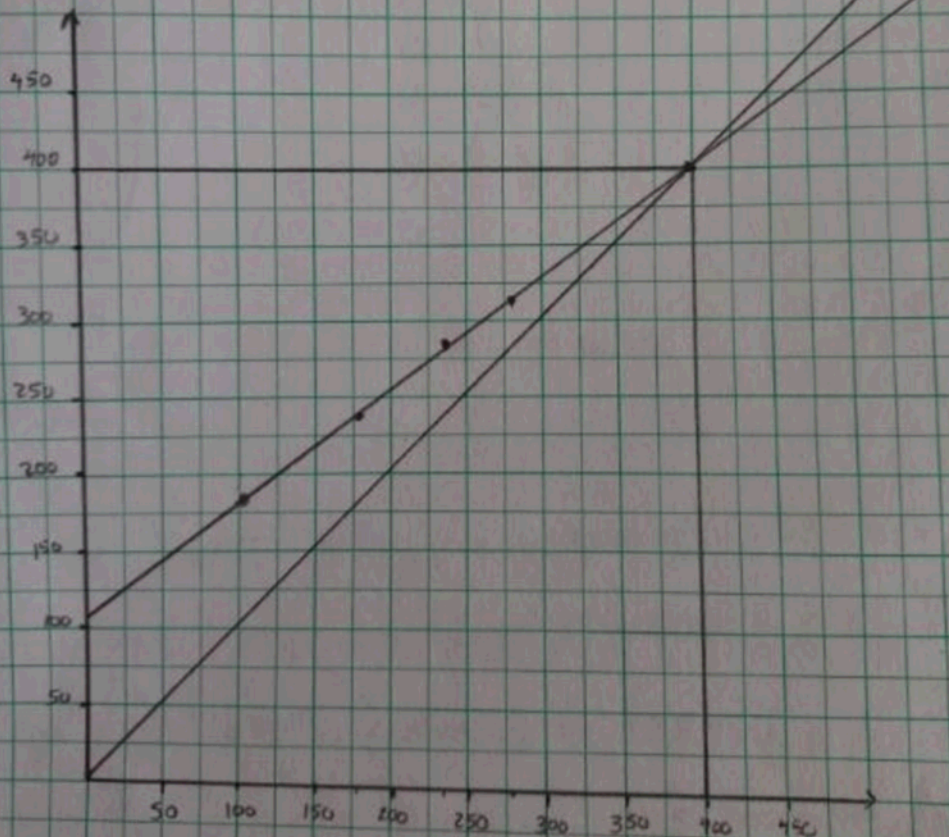
$$V_M = 47.37 \text{ ml}$$

Problema No. 3 (20 puntos)

Los siguientes resultados de DBO fueron obtenidos de una muestra de agua residual cruda a una temperatura de 20 °C.

Tiempo, días	0	1	2	3	4	5
DBO consumido, mg/L	0	104	180	237	280	310

- Con el método de Fujimoto, calcule el DBO total o último y la constante de reacción para 20 °C. (15 puntos)
- Determine el DBO total o último a una temperatura de 30 °C. (5 puntos)



DBD _{t+1}	180	237	280	310
DBD _t	104	180	237	280

$$Y = 0.7414X + 103.2939$$

$$Y = X$$

$$L_0 = 399.4 \text{ mg/L}$$

$$Y = L_0 (1 - e^{-kt})$$

$$237 = 399.4 (1 - e^{-3k})$$

$$k = 0.30 \text{ d}^{-1}$$

L_0 NO CAMBIA CON LA
TEMPERATURA

Problema No. 4 (20 puntos)

Una industria procesadora de productos cárnicos que genera 800 metros cúbicos por día de aguas residuales va a tratar las mismas por medio de una planta de lodos activados. El contenido orgánico soluble del agua cruda es de 900 mg/L en términos de DBO, el contenido orgánico soluble del efluente no debe sobrepasar los 50 mg/L y los sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación deben estar en un rango de 2000 a 3000 mg/L. Los estudios de laboratorio realizados indican que el siguiente modelo de Eckenfelder es aplicable:

$$S_0(S_0 - S_e) / \underline{X_{vt}} = 12S_e - 21.4$$

Se recopiló la siguiente información suplementaria: $a = 0.45$ $a' = 0.50$ $b = 0.10 \text{ d}^{-1}$
 $b' = 0.15 \text{ d}^{-1}$ $x = 0.60$

Determine el volumen mínimo del reactor de lodos activados requerido, el volumen de la producción diaria de lodos (concentración de 20,000 mg/L) y la cantidad requerida de oxígeno en Kg por día.

$$Q = 800 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$S_0 = 900 \text{ mg/L}$$

$$S_e = 50 \text{ mg/L}$$

$$2000 < X_v < 3000 \text{ mg/L}$$

$$S_0(S_0 - S_e) = 12 S_e - 21.4 X_v t$$

$$900(900 - 50) = 12(50) - 21.4 \times 3000 \times t$$

$$t = 0.44 \text{ d}$$

$$\begin{aligned} \text{VOLUME} &= Q t = 800(0.44) \\ &= 352 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = \frac{a(S_0 - S_e)}{t} - b X_v$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = \frac{0.15(900 - 50)}{0.44} - 0.10(0.6)(3000)$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = 869.3 - 180 = 689.3 \text{ mg} = 242.64 \text{ kg/d}$$

$$C = M/V \quad V = M/C = \frac{242.64 \text{ kg/d}}{20 \text{ kg/m}^3} = 12.13 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\frac{R}{V} = \frac{a'(S_0 - S_e)}{t} + b'(X_v)(X_v)$$

$$\frac{R}{V} = \frac{0.5(900 - 50)}{0.44} + 0.15(0.6)(3000)$$

$$\frac{R}{V} = 965.9 + 270 = 1235.9 \text{ mg} = 435. \text{ kg/d}$$

Problema No. 5 (20 puntos)

La pequeña ciudad de Macaracas, que tiene una población de 3,650 habitantes, cuenta con una procesadora láctea. Esta industria recibe diariamente 100,000 litros de leche y genera un caudal promedio de aguas residuales de 5 litros por segundo con una DBO promedio de 800 mg/L. El aporte per cápita de la población es de 180 litros por persona por día con una DBO promedio de 200 mg/L. Existe una planta de tratamiento de aguas residuales que trata las aguas combinadas de la industria y de la población. Esta planta tiene una capacidad para tratar hasta un volumen de 1400 m³/día y una carga de DBO de hasta 850 kg/día.

Una empacadora de pollos que genera 20 litros por pollo procesado, con una DBO promedio de 1,200 mg/L, desea establecerse en la comunidad.

Calcule la máxima cantidad de pollos por día que podría procesar la empacadora, sin que se sobrepase la capacidad máxima de la planta de tratamiento.

APORTES HIDRAULICOS

$$Pob: 3650(180 L/hab \cdot d) = 657 m^3/d$$

$$Leche: 54/3(86400) = 432 m^3/d$$

$$CARGA DISP = 1400 - 657 - 432 = 311 m^3/d$$

$$CAP. POLLOS = \frac{(311 m^3/d)}{0.02 m^3/pollo} = 15550 \text{ pollos} //$$

APORTES CARGA ORGANICA

$$Pob = \frac{(657,000 L)}{d} (200 mg/L) = 131.4 kg/d$$

$$Leche = (432000 L/d)(800 mg/L) = 345.6 kg/d$$

$$APORTE \times POLLO = (204/pollo)(1200 mg/L) = 0.024 kg/pollo$$

$$CAPACIDAD DISP = 850 - 345.6 - 131.4 = 373 kg/d$$

$$POLLOS = \frac{373 kg/d}{0.024 kg/pollo} = 15542 \text{ pollos} //$$

CANTIDAD MÁXIMA: 15542 POLLOS ✓✓

Parcial 2 2024

Solución

Universidad Tecnológica de Panamá - Facultad de Ingeniería Civil
Tratamiento de Agua y Aguas Residuales
Profesor Luis Barahona
Examen Parcial No. 2

Nombre: _____

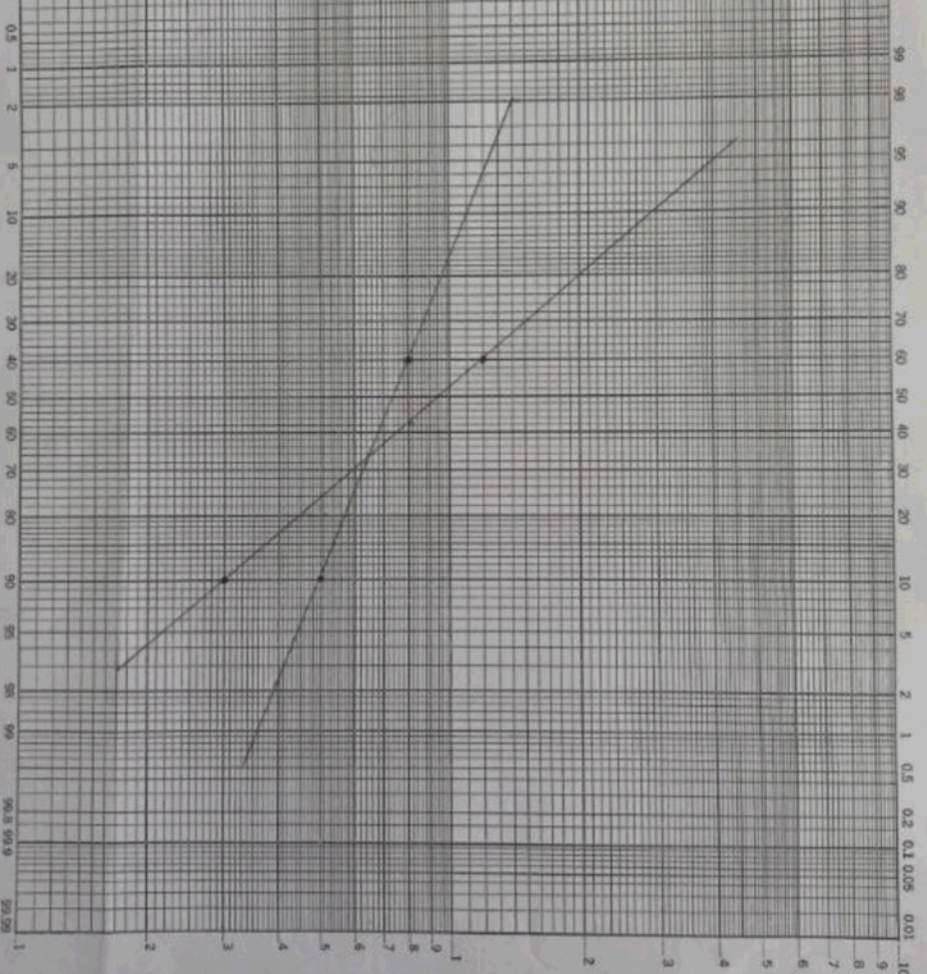
Cédula: _____

Fecha: 05/junio/2024

Problema No. 1 (20 puntos)

En una playa se tiene una arena con un tamaño efectivo de 0.30 mm y un coeficiente de uniformidad de 4.0. A partir de esta arena se desea construir un filtro rápido que tenga un tamaño efectivo de 0.50 mm y un coeficiente de uniformidad de 1.6

- Determine el tamaño de la partícula a partir de la cual hay que descartar la arena natural por ser demasiado gruesa.
- Determine el tamaño de la partícula a partir de la cual hay que descartar la arena natural por ser demasiado fina.



ARENA NATURAL

$$D_{10} = 0.30 \text{ mm.}$$

$$\frac{D_{60}}{D_{10}} = 4.0$$

$$D_{60} = 1.20 \text{ mm.}$$

ARENA DREJADA

$$D_{10} = 0.50 \text{ mm}$$

$$D_{60}/D_{10} = 1.60 \text{ mm}$$

$$D_{60} = 0.80 \text{ mm.}$$

$$\text{FRACCIÓN ÚTIL: } 2(P_{60} - P_{10}) = 2(42 - 24) = 36\%$$

$$P_{\text{DEM. FINO}} = P_{10} - 0.10(\text{F.U.}) = 24 - 0.10(36) = 20.4\% \quad \phi_{\text{DEM. FINO}} = 0.46 \text{ mm}$$

$$P_{\text{DEM. GRUESO}} = P_{60} + (\text{F.U.}) = 20.4 + 36 = 56.4\% \quad \phi_{\text{DEM. G.}} = 1.10 \text{ mm.}$$