

Parcial No. 2

2021

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

Nombre: \_\_\_\_\_

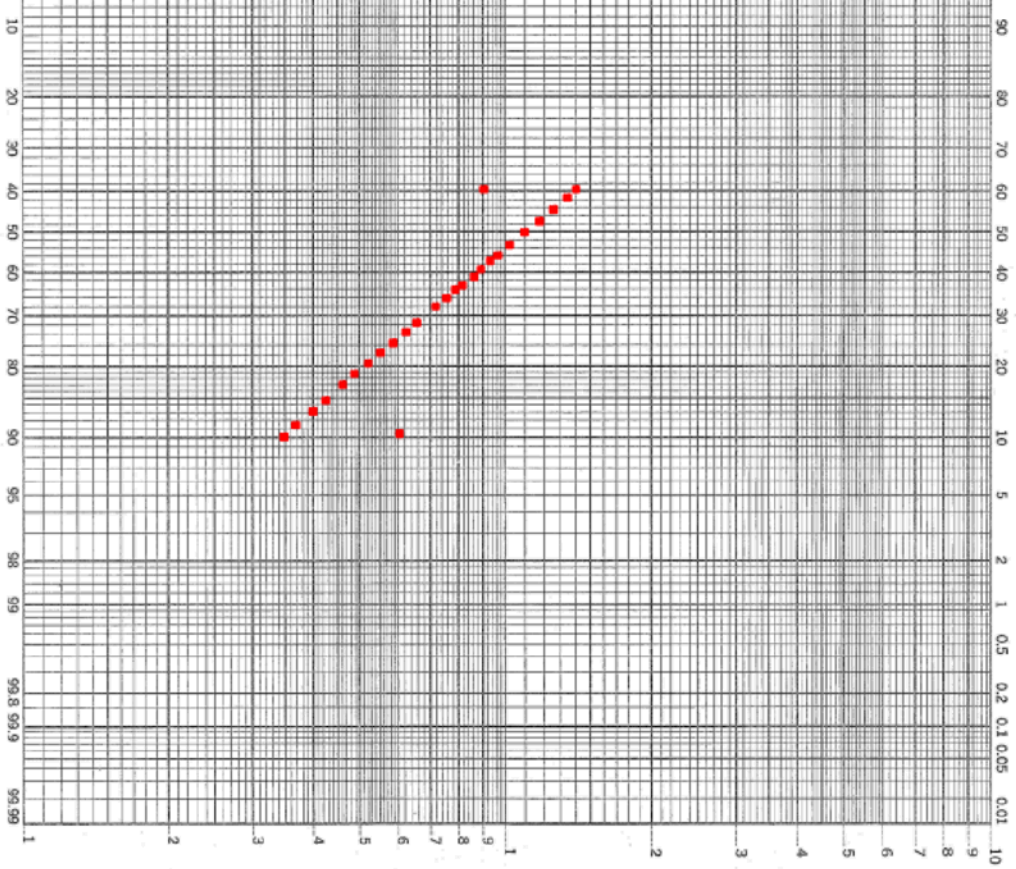
Cédula: \_\_\_\_\_

Fecha: 13/junio/2021

**Problema No. 1 (20 puntos)**

En una playa se tiene una arena con un tamaño efectivo de 0.35 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 0.60 mm y un coeficiente de uniformidad de 1.5

- 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  $D_{10} = 0.35 \text{ mm}$   $D_{60} = 4(0.35) = 1.4 \text{ mm}$

ARENA FILTRO  $D_{10} = 0.60 \text{ mm}$   $D_{60} = 1.5(0.60) = 0.90 \text{ mm}$

$P_{10} = 24\%$   $P_{60} = 41\%$

$P_{\text{USABLE}} = 2(P_{60} - P_{10}) = 2(41 - 24) = 34\%$

$P_{\text{DEM. FINO}} = P_{10} - 0.10 P_{\text{USABLE}} = 24 - 3.4 = 20.6\%$

$\phi_{\text{DEM. FINO}} = 0.53 \text{ mm}$

$P_{\text{DEM. GUESO}} = P_{\text{DEM. FINO}} + P_{\text{USABLE}} = 20.6 + 34 = 54.6\%$

$\phi_{\text{DEM. GUESO}} = 1.25 \text{ mm.}$

## Problema No. 2 (15 puntos)

Se encontró que la  $\text{DBO}_5$  de una muestra de agua residual es de 40 mg/L. La concentración inicial en el agua de dilución para la prueba fue de 9 mg/L, la concentración de oxígeno medida en la botella de DBO después de la incubación fue de 2.74 mg/L, y el tamaño de la muestra de agua residual usada fue de 40 mL. Si el volumen de la botella de DBO usada es de 300 mL, estime la concentración inicial de oxígeno disuelto en la muestra de agua residual.

$$D_2 = 2.74 \text{ mg/L}$$

$$D_1 = \frac{0.04(C) + 0.26(9.0)}{0.3}$$

$$D_1 = 0.133C + 7.8$$

$$DBO = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

$$40 = \frac{0.133C + 7.8 - 2.74}{0.04/0.3}$$

$$C = 2.05 \text{ mg/L}$$

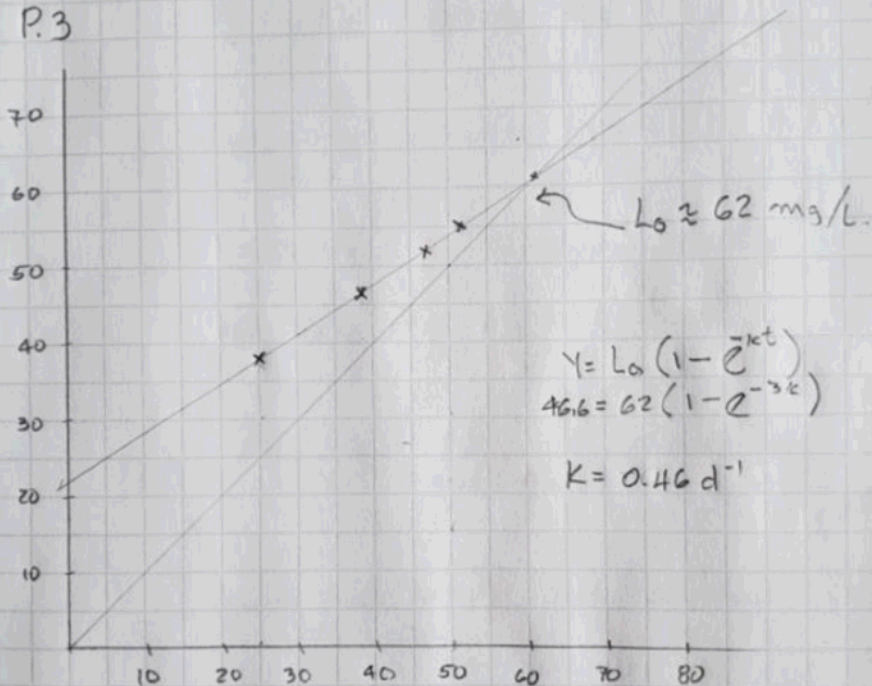
### Problema No. 3 (20 puntos)

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	25.4	37.9	46.6	51.9	55.1

- Calcule el DBO total o último y la constante de reacción para 20 °C. (15 puntos)
- Calcule el DBO que se consumiría a los 10 días con una temperatura de 25 °C. (5 puntos)

P.3



$$K_{25} = K_{20} (1.056)^{T-20} = 0.46 (1.056)^5 = 0.60 \text{ d}^{-1}$$

$$Y_{10} = 62 (1 - e^{-10 \times 0.60}) = 61.8 \text{ mg/L}$$



#### Problema No. 4 (25 puntos)

El estudio de las aguas residuales de una comunidad arrojó la siguiente ecuación para el modelo de Eckenfelder.

$$S_o(S_o - S_e)/X_v t = 5.4 S_e - 20.4$$

También se recogió la siguiente información suplementaria:

$$a = 0.45 \quad a' = 0.55 \quad b = 0.14 \text{ d}^{-1} \quad b' = 0.22 \text{ d}^{-1} \quad x = 0.60$$

Se desea construir un sistema de lodos activados que operen con dos tanques de aireación que operen en paralelo. El caudal de aguas residuales es de 3 mgd con una DBO inicial de 260 mg/l, y se desea reducir la DBO a 20 mg/l utilizando 2000 mg/l de sólidos suspendidos volátiles. Para este caso, calcule:

- F/M, edad del lodo, requerimientos de oxígeno por reactor y exceso de lodos producidos por cada reactor.

$$\frac{S_0(S_0 - S_e)}{X_v t} = 5.4 S_e - 20.4$$

$$\frac{260(260 - 20)}{2000 t} = 5.4(20) - 20.4$$

$$t = 0.356 \text{ d} \quad Q = 3 \text{ MGD} = 11,355 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Vol. REACTION} = \frac{1}{2} (11355)(0.356) = 2021 \text{ m}^3$$

$$F/M = \frac{S_0}{X_v t} = \frac{260}{2000(0.356)} = 0.365 \frac{\text{mg}}{\text{mg-d}}$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = \frac{0.45(260 - 20)}{0.356} - 0.14(0.60)(2000) = 303.4 - 168$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = 135.4 \frac{\text{mg}}{\text{d-L}} \quad \Delta X_v = 273.6 \text{ kg/d}$$

$$\text{EDAD DEL LODO: } \frac{X_v}{\Delta X_v} = \frac{2000}{135.4} = 14.77 \text{ días}$$

$$\frac{R}{V} = \frac{0.55(260 - 20)}{0.356} + 0.22(0.60)(2000) = 370.8 + 264$$

$$\frac{R}{V} = 634.8 \frac{\text{mg}}{\text{d-L}} \quad R = 1282.9 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

**Problema No. 5 (20 puntos)**

La Población de Ocú posee un sistema de tratamiento de aguas residuales a base de lodos activados, el cual es operado por el Municipio. La planta fue dimensionada para las siguientes condiciones, cuando la descarga permitida era de 35 mg/L.

- Población de diseño: 5000 habitantes
- Aporte de aguas residuales: 200 L/hab-día
- Nivel de DBO soluble en las aguas crudas que llegan a la planta: 250 mg/L
- Nivel de DBO soluble a la salida del tanque de aireación: 35 mg/L
- Concentración de sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación: 2000 mg/L

El estudio de las aguas residuales arrojó la siguiente ecuación para el modelo de Eckenfelder:

$$S_o(S_o - S_e)/X_{vt} = 7.4S_e - 23.4$$

Se recopiló la siguiente información suplementaria:

$$a = 0.55 \qquad a' = 0.50 \qquad b = 0.12 \text{ d}^{-1} \qquad b' = 0.20 \text{ d}^{-1} \qquad x = 0.55$$

El nuevo alcalde de Ocú desea conocer las necesidades de inversión en tratamiento de aguas residuales para la Cabecera del Distrito, por lo que le solicita a usted, Ingeniero Municipal, determinar lo siguiente:

- a) Cantidad máxima de habitantes que puede atender la planta existente, si la misma puede aumentar su nivel de sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación hasta 3,000 mg/L y la nueva concentración de descarga permitida es de 50 mg/L de (15 puntos)
- b) Volumen de sólidos generados por día cuando se atienda el máximo de población, si la concentración de los sólidos suspendidos en el fondo del sedimentador secundario es de 15,000 mg/L. (5 puntos)

$$\frac{S_0(S_0 - S_e)}{K_d t} = 7.4 S_e - 23.4$$

$$\frac{250(250 - 35)}{2000 t} = 7.4(35) - 23.4$$

$$t = 0.114 \text{ d} \quad Q = 5000(200) = 1000 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$V = Q t = 1000 \times 0.114 = 114 \text{ m}^3$$

$$\frac{250(250 - 50)}{3000 t} = 7.4(50) - 23.4$$

$$t = 0.048 \text{ d} \quad Q = V/t = 114/0.048 = 2375 \text{ m}^3/\text{d}$$

Poblacion Nueva:  $2375 \text{ m}^3/\text{d} / 0.20 \text{ m}^3/\text{hab-d} = 11875 \text{ hab.}$

$$\frac{\Delta X_u}{V} = \frac{0.55(250 - 50)}{0.048} - 0.12(0.55)(3000) = 2292 - 198$$

$$\frac{\Delta X_v}{V} = 2094 \frac{\text{mg}}{\text{d-L}} \quad \Delta X_v = 238.7 \text{ Kg/d}$$

$$C = \frac{M}{V}$$

$$V = \frac{M}{C} = \frac{238.7 \text{ Kg/d}}{15 \text{ Kg/m}^3} = 15.91 \text{ m}^3/\text{d}$$

# Parcial No. 2

## Solución

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

Nombre: \_\_\_\_\_ Cédula: \_\_\_\_\_ 4/junio/ 2022

**Problema 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 1.8.

- Calcule la porción de arena natural que hay que desechar por ser demasiado gruesa o demasiado fina. (10 puntos)
- Determine el tamaño de tamiz para separar los granos demasiado grandes. (5 puntos)
- Determine el tamaño de la partícula más pequeña de la arena natural que se puede aprovechar. (5 puntos)

ARENA NATURAL

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

$$D_{60} = 4(3.00 \text{ mm}) = 1.20 \text{ mm}$$

ARENA FILTRO

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

$$D_{60} = 1.8(0.50 \text{ mm}) = 0.90 \text{ mm}$$

$$P_{10} = 24\%$$

$$P_{60} = 48\%$$

$$P_{\text{USABLE}} = 2(48 - 24) = 48\%$$

$$\text{PORCIÓN DESECHADA: } 100 - 48 = 52\%$$

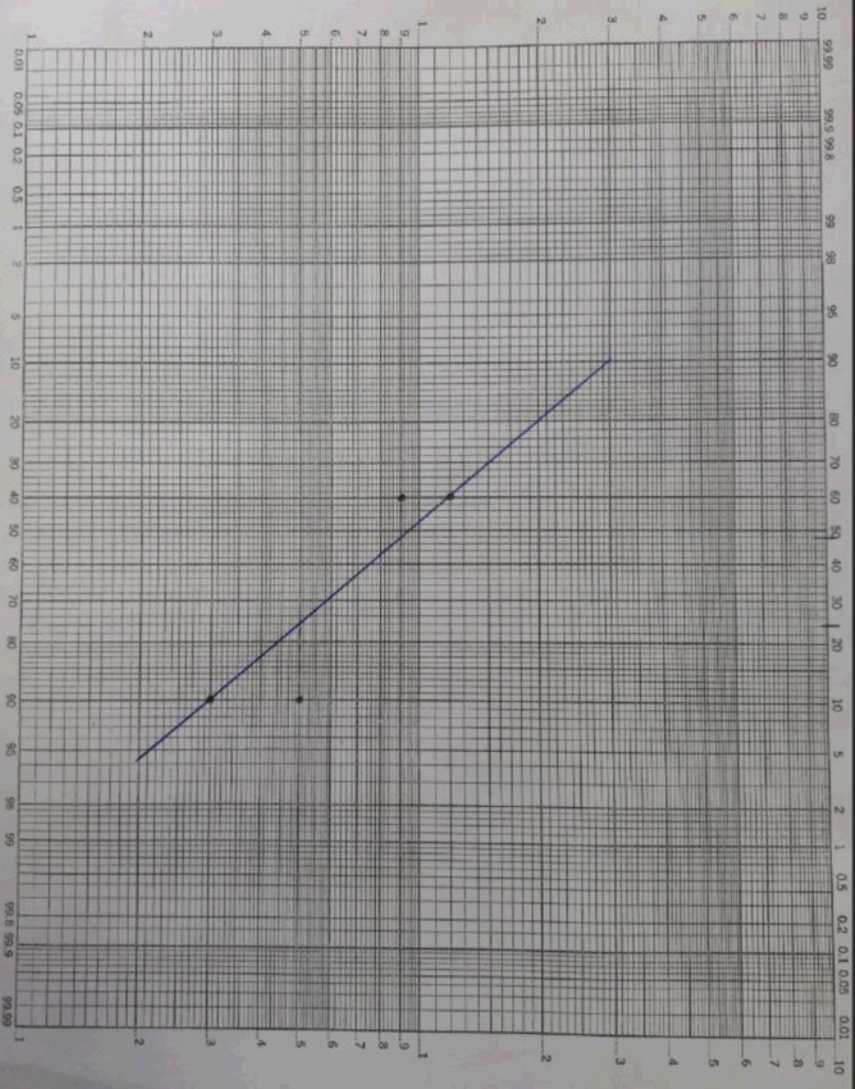
$$P_{D.F.} = P_{10} - 0.10 P_{\text{USABLE}} = 24 - 0.1(48) = 19.2\%$$

$$\phi_{D.F.} = 0.43 \text{ mm}$$

$$P_{D.G.} = P_{D.F.} + P_{\text{USABLE}} = 19.2 + 48 = 67.2\%$$

$$\phi_{D.M.} = 1.40 \text{ mm}$$







## Problema 2 (10 puntos)

Se desea conocer el tamaño de una muestra de aguas residuales, expresada en mililitros, que se requiere si la DBO<sub>5</sub> es de 400 mg/L y el oxígeno consumido en la botella de DBO está limitado a 3 mg/L.

$$DBO = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

$$400 = \frac{3}{V_m / 300 \text{ ml}}$$

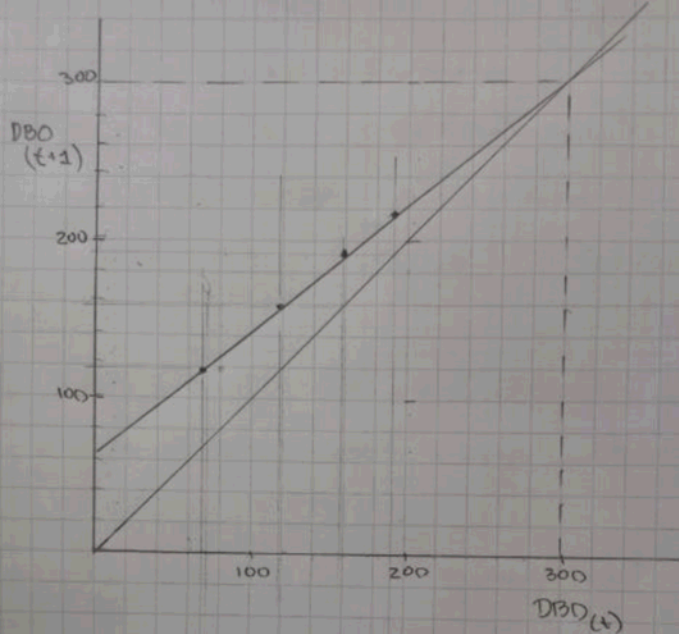
$$V_m = 2.25 \text{ ml}$$

**Problema No. 3 (20 puntos)**

Los siguientes resultados de DBO consumido 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	66.4	118.0	158.3	189.6	214.0

- Con el método de Fujimoto, calcule el DBO total o último y la constante de reacción para una temperatura de 20 °C. (12 puntos)
- Calcule el DBO remanente en la botella a los tres días si la temperatura es de 25 °C. (8 puntos).



Ecuación:  $Y = 66.3 + 0.779X$

$X = Y$        $Y = 300 \text{ mg/L} = L_0$

$Y = 300(1 - e^{-kt})$

$Y = 158.3$      $t = 3$

$158.3 = 300[1 - e^{-k(3)}]$

$K = 0.25 \text{ d}^{-1}$

$K_{25} = K_{20} (1.056)^{T-20}$

$K_{25} = 0.25 (1.056)^{25-20} = 0.328 \text{ d}^{-1}$

$Y_{(t)} = 300[1 - e^{-0.328(3)}] = 187.86 \text{ mg/L}$

$\text{DBD}_{\text{rem}} = 300 - 187.86 = 112.14 \text{ mg/L}$