

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUIMICAS Y AMBIENTALES (DCQA)

EXAMEN DE SEGUNDA EVALUACION DE TRATAMIENTO DE AGUAS

Nombre y apellido: RUBRICA Fecha: Febrero 23 de 2015

Sobre 70 puntos.

1. (10 Puntos) En la determinación de la concentración de sólidos suspendidos en una muestra de agua se obtienen los siguientes resultados:

Peso de filtro seco: 1,0124 g

Peso filtro seco luego de la filtración de 300 ml de agua: 1,2145 g

Cuál es la concentración de sólidos suspendidos en mg/l?

La concentración de sólidos disueltos en esta misma muestra de agua es 923 mg/l. Cuál es la concentración de los sólidos totales en esta muestra de agua?

Puede considerarse esta agua como agua fresca superficial? Razone su respuesta.

$$SST = (1,2145 - 1,0124) * 1000 / 0,3 = 673,7 \text{ mg/l} \quad \mathbf{3 \text{ PUNTOS}}$$

$$SDT = 923 \text{ mg/l}$$

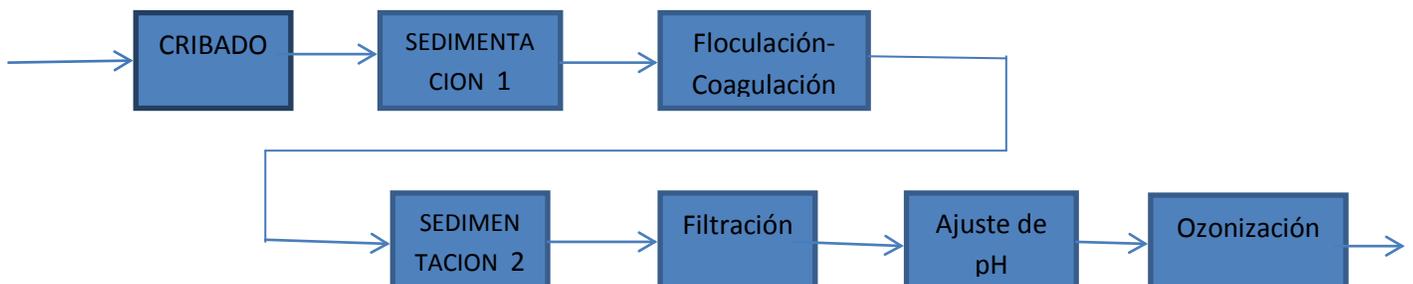
$$ST = SST + SDT = 923 + 673,7 = 1596,7 \text{ mg/l} \quad \mathbf{3 \text{ PUNTOS}}$$

Con estos resultados podemos entender que el agua analizada es agua de río con alta turbidez (sólidos suspendidos altos) y moderada salinidad. **4 PUNTOS**

2. (5 puntos) Haga un diagrama de bloques para el sistema de tratamiento de aguas naturales con fines de potabilización que usa el siguiente listado de operaciones unitarias:

Floculación-Coagulación (sulfato de aluminio), Ozonización, Sedimentación 1, Sedimentación 2, Filtración, Ajuste de pH, Cribación

**DIAGRAMA CORRECTO 5 PUNTOS**



3. (10 puntos) Explique en detalle el procedimiento de laboratorio que se usa para determinar la alcalinidad F y M del agua. De la misma forma, explique el procedimiento para medir la dureza del agua. Su exposición deberá contemplar el listado de equipos y materiales que se usan y sus concentraciones.

Alcalinidad: Reactivos:  $H_2SO_4$  0,02 N, Anaranjado de metilo, Fenolftaleina **2 PUNTOS**

Equipos: pHmetro, bureta, matraces, vasos, pipetas

Se toma 25 o 50 ml de muestra de agua. Si el pH del agua es superior a 8,3 se coloca fenolftaleina y se titula con la solución de ácido hasta alcanzar el viraje del indicador en pH = 8,3 de violeta a incoloro. Se anota este consumo de ácido y corresponderá a la alcalinidad F. a continuación se coloca el indicador anaranjado de metilo y se titula con el mismo ácido hasta alcanzar el viraje del indicador en pH = 4,5 de amarillo a rojo. Este consumo corresponderá a la alcalinidad M o alcalinidad total. **2 PUNTOS**

Alcalinidad =  $A \cdot N \cdot 50000 / \text{ml de muestra}$  **1 PUNTO**

A = ml de ácido usado

N = Normalidad del ácido

Dureza: Reactivos: solución valorada de EDTA, Cloruro de amonio, negro de eriocromo

Equipos: bureta, vasos, matraces, pipetas **2 PUNTOS**

Se toma 25 o 50 ml de muestra de agua. Se coloca en la muestra unas gotas de  $NH_4Cl$  y unas gotas del indicador negro de eriocromo. La solución aparece de color violeta. Se titula entonces con la solución de EDTA hasta alcanzar el viraje del indicador cambiando la solución de color violeta a azul. Este consumo corresponde a la dureza total del agua. **2 PUNTOS**

*Dureza total de  $CaCO_3$  (mg/L) = (A-B) \* 1,000 \* C/d* **1 PUNTO**

A = mL de solución de EDTA gastados en la titulación.

B = mL de solución de EDTA gastados en la titulación del blanco.

C = factor obtenido en la valoración de la solución de EDTA.

d = mL de muestra utilizados.

4. (10 puntos) El reporte de laboratorio del análisis de una muestra de agua da los siguientes resultados:

$Na^+$	10710 mg/l	Si esta agua pasará por un sistema de intercambio iónico, calcule la cantidad de ácido sulfúrico y de sosa cáustica que se requiere para el proceso de regeneración de las resinas por $m^3$ de agua tratada.
$Mg^{+2}$	1304 mg/l	
$Ca^{+2}$	419 mg/l	
$K^+$	390 mg/l	
$Cl^-$	19350 mg/l	
$SO_4^{-2}$	2960 mg/l	
$HCO_3^-$	146 mg/l	

mEq de cationes =  $10710/23 + 1304/12,12 + 419/20 + 390/39 + 146/61 = 606,58$  mEq **3 PUNTOS**

mEq de aniones =  $19350/35,5 + 2960/48 = 606,73$  mEq **3 PUNTOS**

Cantidad de ácido =  $606,58 * 49 = 29722$  mg/l = 29,722 g/l = 29,722 Kg/ $m^3$  de agua **2 PUNTOS**

Cantidad de base =  $606,73 * 40 = 24260$  mg/l = 24,26 g/l = 24,26 Kg/ $m^3$  de agua **2 PUNTOS**

5. (15 Puntos) Diseñe un sistema de sedimentación convencional para atender las necesidades de clarificación de un agua con un contenido de sólidos suspendidos de 350 mg/l. La población a ser servida es de 12000 habitantes con un crecimiento poblacional de 3% anual. Determine además el periodo de mantenimiento que será necesario.

Población de diseño:  $P = 12000 * (1 + 0,03)^{25} = 12000 * (1,03)^{25} = 25125$  pobladores en 25 años (periodo de diseño) **2 PUNTOS**

Demanda de agua promedio =  $150 \text{ l/día} * \text{persona} * 25125 = 3.768.800 \text{ litros} = 3768,8 \text{ m}^3/\text{día}$

Caudal =  $V/T = 3768,8 / 24 = 157 \text{ m}^3/\text{h}$  **2 PUNTOS**

Para un tiempo de retención de 4 horas y para una relación largo/ancho de 3:

$V = 4 * 157 = 628 \text{ m}^3$  **1 PUNTO**

$V = 3A * A * H$  entonces:  $A = (V/3H)^{1/2}$  adoptamos  $H = 3 \text{ m}$  entonces  $A = (628/3 * 3)^{1/2} = 8,35 \text{ m}$

Luego  $L = 3A = 3 * 8,35 = 25 \text{ m}$  **2 PUNTOS**

Volumen de la zona de lodos =  $8,35 * 25 * 1 = 208,75 \text{ m}^3$  **2 PUNTOS**

Generación diaria de lodos:  $350 \text{ mg/l} * 3768,8 = 1319 \text{ Kg}$  **2 PUNTOS**

Densidad de lodos aceptada:  $1,2 \text{ Kg/l}$  entonces:  $1319/1,2 = 1099 \text{ l/día}$  o  $1,099 \text{ m}^3/\text{día}$  **2 PUNTOS**

Tiempo para mantenimiento:  $208,75/1,099 = 190 \text{ días}$  **2 PUNTOS**

6. (10 puntos) Cada día se tratan  $4000 \text{ m}^3$  de agua residual en una planta depuradora. El efluente contiene  $340 \text{ mg/l}$  de sólidos en suspensión. El agua clarificada tiene una concentración de sólidos en suspensión de  $12 \text{ mg/l}$ . Determinar la masa de lodos producidos diariamente en el clarificador.

masa de sólidos en la entrada =  $4000 \text{ m}^3 * 340 \text{ mg/l} * 1000/1000000 = 1360 \text{ Kg}$  **3 PUNTOS**

masa de sólidos en la salida =  $4000 \text{ m}^3 * 12 \text{ mg/l} * 1000/1000000 = 31,68 \text{ Kg}$  **3 PUNTOS**

masa de lodos en el clarificador =  $1360 - 31,68 = 1328,32 \text{ Kg}$  **4 PUNTOS**

7. (10 Puntos) Que son las resinas de intercambio iónico?.Cuál es su estructura química?.  
Cuantos tipos de resinas de intercambio iónico usted conoce?

Son materiales sólidos que se utilizan en los procesos de intercambio iónico y sirven para tratar aguas de proceso que requieren de alta pureza. **3 PUNTOS**

Se obtienen por la polimerización conjunta de estireno y divinilbenceno con lo que se obtienen resinas tipo "gel" que presentan una porosidad limitada a las dimensiones moleculares. La porosidad es necesaria para que el agua a tratar llegue a los radicales susceptibles de intercambiar los iones que el agua porta. Se usan para desionizar agua,, esto es eliminar la mayor cantidad posible de iones positivos y negativos. **3 PUNTOS**

Las resinas pueden ser de intercambio catiónico, es decir intercambian cationes con el agua o de intercambio aniónico, esto es intercambian aniones con el agua. **2 PUNTOS**

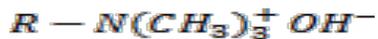
Ejemplo:

Resinas cambiadoras de cationes de ácido fuerte: presentan radicales **sulfónicos o carboxílicos** **1 PUNTO**

Poliestireno sulfonado

Poliestireno carboxilado

Resinas cambiadoras de aniones de base fuerte: presentan radicales de amonio cuaternario **1 PUNTO**



El ion oxhidrilo es intercambiable con otros aniones.