

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUIMICAS Y AMBIENTALES
PRIMER EXAMEN DE TRATAMIENTO DE AGUAS

Nombre y apellido: _____

Fecha: Diciembre 09 del 2014

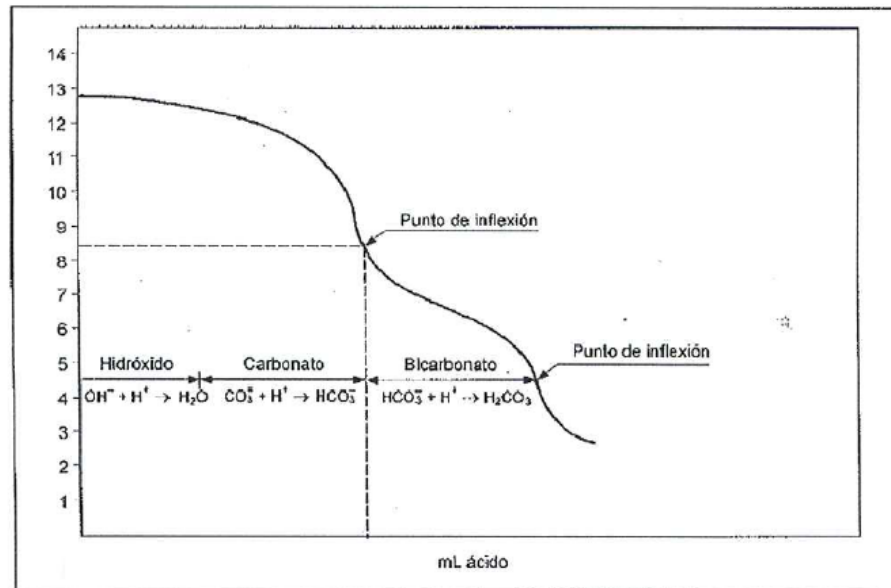
1. 10 puntos) Indique cuál es la forma dominante de alcalinidad en agua natural a pH=7. Cuál o cuáles son las formas presentes a pH=10,5? Ilustre gráficamente su respuesta.

La forma dominante a pH 7 es como bicarbonatos

4 puntos

La forma dominante a pH 10,5 es como carbonatos e iones hidroxilos

4 puntos



2 puntos

2. (10 puntos) Indique al menos 5 beneficios que se obtienen por el tratamiento de un agua de proceso.

- Evitar incrustaciones
- Evitar corrosión
- Disminuir costos de reparaciones y mantenimiento
- Aumenta eficiencia del proceso
- Mejorar procesos de transferencia de calor

2 puntos c/u

3. (10 puntos) Defina los siguientes términos y explique qué significado tiene su determinación o uso según el caso.

a) Dureza carbonácea

2.5 puntos

Es la dureza relacionada químicamente con los bicarbonatos y los carbonatos.

b) Alcalinidad F y Alcalinidad M

2.5 puntos

La alcalinidad F es la que determina los compuestos presentes a un pH hasta 8.3 y se debe a presencia de OH^- , CO_3 y HCO_3 , mientras que la Alcalinidad M es debido a los componentes hasta un pH de 4,5 donde solo se observa presencia de HCO_3^- .

c) Recarbonatación.

2,5 puntos

Se inyecta CO_2 con el fin de convertir el exceso de cal agregado al agua en carbonato de calcio para permitir su precipitación y remoción. Por otro lado la segunda etapa tiene como fin eliminar la tendencia del agua ablandada con cal y soda as, a depositar carbonato de calcio sobre la arena de los filtros. La adición de CO_2 pretende convertir el carbonato de calcio en bicarbonato de calcio llevando el agua a un pH cercano a 8.6.

d) Acidez mineral

2.5 puntos

Es la forma de acidez que obedece a la presencia de CO_2 en el agua y que presenta a niveles de pH menores que 4,5.

4. (20 puntos) Un agua tiene las siguientes características:

$\text{Ca}^{++} = 40 \text{ mg/l}$ Alc (HCO_3^-) = 135 mg/l como CaCO_3

$\text{Mg}^{++} = 14,7 \text{ mg/l}$ $\text{SO}_4^{2-} = 29 \text{ mg/l}$

$\text{Na}^+ = 13,7 \text{ mg/l}$ $\text{Cl}^- = 17,8 \text{ mg/l}$

a) Realice el gráfico de barras y liste las hipotéticas combinaciones para esta agua.

b) Cuáles son las dosis de cal y carbonato de sodio requeridas para ablandar al mínimo técnicamente posible 250.000 m^3 de esta agua?

c) Realice el gráfico de barras para el agua tratada luego del ablandamiento.

a)

Componente	mg/l	mg/mEq	mEq/l
Ca ²⁺	40	20	2
Mg ²⁺	14,7	12,2	1,2
Na ⁺	13,7	23	0,6
HCO ₃ ⁻	135	50	2,7
SO ₄ ²⁻	29	48	0,6
Cl ⁻	17,8	35,45	0,5

3 puntos

La suma de cationes y aniones es de 7,6.

Diagrama de barras del agua cruda

2 puntos

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻

Combinaciones

Ca(HCO₃)₂, Mg(HCO₃)₂, MgSO₄, Na₂SO₄, NaCl

2,5 puntos

b)

Dosis de cal Ca(OH)₂

$$\text{Dureza Carbonácea} = 135 \times 0,74 = 99,9 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 2,70 \text{ mE/L}$$

$$\text{Dureza Mg} = 60,5 \times 0,74 = 44,8 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1,21 \text{ mE/L}$$

$$\text{Exceso de Cal} = 50 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1,35 \text{ mE/L}$$

$$\text{Total de Ca(OH)}_2 = 194,7 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 5,26 \text{ mE/L}$$

$$\text{Total de CaO} = \frac{194,7 \times 56}{74} = 147,3 \text{ mg CaO/l}$$

3 puntos

Dosis de Na₂CO₃

$$\text{Dureza No Carbonácea} = 0,51 \frac{\text{mE}}{\text{L}} = 25,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

3 puntos

$$\text{Dosis de cal } Na_2CO_3 = 25,5 \frac{mg}{L} \times 1,06 = 27 \text{ mg/l}$$

Para 250.000 m³ la dosis de cal es de 48675 kg de Ca(OH)₂ o 36825 kg CaO y 6750 kg Na₂CO₃

1,5 punto

c)

Exceso de Cal= 1,35 mE/L

Ca²⁺ residual = 30 mg/ CaCO₃/l =0.6 mE/L

Mg²⁺ residual =10 mg CaCO₃/l =0.2 mE/L

Na⁺ agregado = 27x46/106 =11,72 mg/l = 0.51 mE/L

Na⁺ residual =0,6 + 0,51 =1,11 mE/L

OH⁻ residual=0.2 + 1.35 =1,55

CO₃⁻² = 0.6 mE/L

SO₄ =0,6 mE/L

Cl⁻=0.5 mE/L

4 puntos

Exceso de Cal	0	0,6	0,8	1,9
Ca ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	
OH ⁻	CO ₃ ⁻²	OH ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
1,35	0	0,6	0,8	1,4
				1,9

1 punto

5. (20 puntos) Cuáles son las concentraciones de dureza total y alcalinidad total de una agua que durante las pruebas analíticas presenta un consumo de una solución de EDTA de 34,5 ml que tiene un factor de 1,025 ml/mg CaCO₃ y 32,5 ml de ácido sulfúrico 0,02 N. La cantidad de muestra utilizada en los dos casos es de 50 ml.

10 puntos

$$\text{Dureza total} = \frac{34,5 \text{ ml de EDTA} \times \frac{1 \text{ mg CaCO}_3}{1,025 \text{ ml de EDTA}}}{0,05 \text{ Litros}} = 673,17 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$$

10 puntos

$$\text{Alcalinidad} = \frac{32,5 \text{ ml} \times 0,02 \frac{\text{mEq}}{\text{l}} \times 50000 \frac{\text{mg CaCO}_3}{1 \text{ mEq}}}{50 \text{ ml}} = 650 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$$