

# CONSTITUYENTES AGUA

## INTRODUCCIÓN:

La importancia del agua desde diferentes puntos de vista es indudable ya que es el disolvente mayor usado en el mundo a parte de ser el mas abundante su importancia va desde lo biológico hasta lo industrial. Su uso se extiende tanto en la industria como en la agricultura, ya no que decir del domestico. Existen varias condiciones que pueden afectar la calidad del agua como son las : condiciones climáticas, geográficas, geológicas, estacionales, diurnas y practicas de manejo.

Principales constituyentes en el agua, su fuente, concentraciones y efectos sobre su uso.

constituyente	fuelle	Concentración en agua natural	Efecto sobre el uso del agua.
Silica (SiO <sub>2</sub> )	Feldespatos, ferromagnesio y minerales arcillosos, opalo	Rangos generalmente a partir de 1 a 30 mg./l, como máximo 100 mg./l es poco común y 4000 mg./l es encontrado en salmueras.	En la presencia de calcio y magnesio, la sílice forma escamas en boilers y turbinas de vapor, que retardan el calentamiento, la escama es difícil de remover. La sílice puede ser añadida a agua suave para inhibir la corrosión de tuberías de hierro.
Hierro (Fe)	1) Naturales: rocas ígneas: Amfibolas, ferromagnesianas Sulfuro de hierro (FeS) ,Pirita (FeS <sub>2</sub> ) magnetita (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) Arenosas:  Óxidos, Carbonatos, y sulfuros de hierro de minerales arcillosos  2) Por el hombre:  cajas, tuberías, bombas, tanques de almacenamiento y otros objetos hechos de Fe que pueden estar en contacto con el agua. Aguas industriales.	Generalmente menor de 0.50 mg./l en aguas aereadas, En aguas subterráneas teniendo un pH menor de 8 pueden contener 10 mg./l ; raramente pueden tener 50 mg./l Las aguas ácidas de balnearios termales, aguas de minas e industriales pueden contener mas de 6000 mg./l.	Más de 0.1 mg./l precipita después de exponer al aire; causa turbidos, mancha las instalaciones sanitarias, lavadero y utensilios de cocina e imparte un gusto desagradable y color a los alimentos y bebidas. Más de 0.2 mg./l es descartable para la mayoría de los usos industriales.
Manganeso (Mn)	Rocas sedimentarias , metamórficas ,	Generalmente 0.2 mg./l o menos. Aguas subterráneas pueden	Más de 0.2 mg./l precipita por oxidación; causa un sabor desagradable, deposita sobre los

	biotitas, y amfibolas contienen grandes cantidades de manganeso.	contener más de 10 mg./l más de 150 mg./l	alimentos durante el cocimiento, mancha las instalaciones sanitarias y lavaderos. La mayoría de los industriales rechazan el agua que contiene más de 0.2 mg./l.
Calcio (Ca)	Amfibolas, feldespatos, piroxeno, aragonita, calcita, dolomita, y minerales arcillosos	Como mucho 600 mg./l, la salmuera puede contener más de 75000mg/l	Calcio y magnesio se combinan con bicarbonato, carbonato, sulfato y sílice para formar costras que retardan el calentamiento en boilers, intercambiadores de calor, Calcio y magnesio se combinan con iones de ácidos grasos en jabones, evitando que se forme espuma.
Magnesio (Mg.)	Amfibolas, olivina, piroxeno, dolomita, minerales arcillosos.	Como mucho unos cuantos cientos de mg./l ;el agua marina contiene mas de 1000 mg./l, y salmuera puede contener como 57000 mg./l.	Una alta concentración de magnesio tiene un efecto laxativo, especialmente en nuevos usuarios.
Sodio (Na)	Feldespatos (albita); minerales arcillosos; evaporitas, como haluro (NaCl) y mirabilita (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10H <sub>2</sub> O); aguas industriales	Como máximo 1000 mg./l en vario vapores del oeste; cerca de 10000 mg./l en agua de mar y más de 57000 mg./l en salmuera.	Más de 50mg/l sodio y potasio en presencia de materia suspendida causa espuma, con formación acelerada de escamas y corrosión en calentadores. Carbonato de sodio y potasio en re circulación de agua fría pueden causar deterioro en torres de enfriamiento.
Potasio (K)	Feldespatos (Ortoclase y microclin), Feldespatos, minerales arcillosos.	Generalmente menor de 10 mg./l ;máximo 100 mg./l en aguas calientes; y máximo 25000 mg./l en salmueras	
Carbonato (CO <sub>3</sub> )	Dolomita, calcita	0 mg./l en la superficie del agua, menor a 10 mg./l en agua subterránea. El agua con alto contenido de sodio puede contener 50 mg./l de carbonatos	Sobre el calentamiento el bicarbonato reacciona en fase vapor para dar, dióxido de carbono y carbonato. El carbonato se combina con tierras alcalinas - principalmente calcio y magnesio - para formar costras de
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	Dolomita , Calcita	Menor de 500 mg./l puede exceder 1000 mg./l en agua altamente cargada con dióxido de carbono.	carbonato de calcio que retardan el flujo de calor de la conducción. El agua conteniendo grandes cantidades de bicarbonato y alcalinidad es indeseable en muchas industrias.
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	Oxidación de menas de sulfuro, desechos industriales.	Comúnmente menor de 1000 mg./l excepto en vapores .En salmueras más de 200000 mg./l.	Se combina con calcio para formar un adherente. Más de 250 mg./l es indeseable en el agua. El agua conteniendo 1000mg/l puede ser catártica.

Cloruro (Cl)	Rocas sedimentarias (evaporitas):Rocas ígneas, el agua de mar	Menor de 10 mg./l ,cerca de 19000 mg./l en agua de mar, y aproximadamente 20000 mg./l en salmueras.	El cloruro en exceso de 100 mg./l imparte un sabor salino. Concentraciones en exceso de 100 mg./l pueden causar daños fisiológicos. En industrias de procesamiento alimenticio usualmente requieren de menos de 250 mg./l.
Fluoruro (F)	Amphibolas (hornblenda),apatita, fluorita, mica.	No excede de 10 mg./l en agua subterránea o 1 mg./l en el agua superficial, como máximo 1600 mg./l en salmueras.	Ayuda a los dientes en concentraciones de 0.6 mg./l y 1.7 mg./l.
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	Atmósfera ;plantas, excremento animal, fertilizantes.	como máximo 5 mg./l pero comúnmente es menor de 1 mg./l. En aguas subterráneas la concentración de nitrato puede ser como máximo 1000 mg./l.	El agua conteniendo grandes cantidades de nitrato (más de 100 mg./l) es desagradable al gusto y puede causar trastornos fisiológicos. El agua conteniendo más de 45 mg./l puede ser reportada como causa de metahemoglobina infantil.
Solidos disueltos	Los constituyentes minerales disueltos en el agua constituyen los solidos disueltos	EL agua superficial comúnmente contiene menos de 3000 mg./l;El agua subterránea contiene menos de 5000 mg./l, en salmueras como máximo contiene 300000 mg./l.	Más de 500 mg./l es indeseable para bebidas y muchos usos industriales. Menos de 300 mg./l es deseable para secado de textiles y manufactura de plásticos, papel, rayón

En el análisis de agua embotellada como producto comercial: Se analizaran los constituyentes del agua que puedan presentar un problema para la salud, como es el caso de los metales pesados, coliformes totales o puedan ser benéficos en cierta concentración para la salud como es el caso del sodio, potasio, y calcio. El agua potable debe ser transparente, aireada, inodora y de sabor fresco y agradable. Las aguas duras (mayor contenido de sales) tienen sabor más agradable. El agua potable debe cocer las legumbres y la carne y no cortar el jabón. Su pH varía de 6.5 a 8.3 , dependiendo de las sales disueltas.

## 1 LIMPIEZA DE MATERIAL.

El material debe ser lavado : Con detergente y enjuagado con agua de la llave, se da un lavado con mezcla cromica (recuperable) y se enjuaga con agua de la llave, la última enjuagada se hace con agua destilada.

La muestra problema debe estar en un matraz aforado de 1 litro, por lo que al recibirla la llevan a volumen con agua destilada y siguen los procedimientos indicados. Si por escasez no tiene un matraz de un litro puede usar uno de 500 ml., el cual también aforan

con agua destilada y para las determinaciones se tomará la mitad de muestra que se indica en la técnica, pero todo lo demás se hará igual o sea tiempos y reactivos que se señalan en la metodología.

## 2 RESIDUO TOTAL.

Es el residuo que deja una muestra al evaporarse y dejarse secar.

### PROCEDIMIENTO

Se coloca una cápsula de 100 ml. en la mufla a 550 C durante una hora, se enfría y se pesa. Vaciar en ella 50 ml. de la muestra de agua, la cual se evapora en baño María hasta sequedad, para efectuar este procedimiento se coloca la cápsula con la muestra sobre un vaso de precipitados con agua y se calienta el vaso que al desprender los vapores van a ir secando la muestra. Una vez que se ha evaporado toda la muestra se mete a la estufa una hora a 90 - 95 C .Enfriar y pesar. Se reporta en ppm. (mg./l).

## 2 CÁLCULOS

Residuo total =  $(a-B) * 1000 / \text{ml muestra}^*$

en donde :

A = peso de la cápsula con muestra seca

B = Peso de la cápsula vacía.

A-B= Diferencia en mg.

\*= Los ml de la muestra serán siempre 50 aunque hayan usado la mitad de la muestra.

## 3 RESIDUO VOLÁTIL Y RESIDUO FIJO.

El residuo fijo nos da un índice de la materia inorgánica que pueda tener una muestra de agua, la pérdida por calcinación (Residuo volátil )

está dada por agua de cristalización, pérdida de materia orgánica volátil antes de la calcinación, oxidación incompleta de ciertos compuestos orgánicos y descomposición de sales minerales durante la calcinación.

### PROCEDIMIENTO.

La cápsula con el residuo obtenido en la determinación de residuo total se lleva 20 min a la mufla a 550 C, se saca, se deja enfriar y se pesa. Se reporta en ppm.

## CÁLCULOS.

Residuo volátil en ppm =  $(A-B) * 1000 / \text{ml muestra}^*$

Residuo fijo en ppm =  $(B-C) \cdot 1000 / \text{ml muestra}^*$

en donde:

A= Peso de la cápsula con muestra seca

B = Peso de la cápsula + residuo después de la calcinación

C = Peso de la cápsula vacía.

(a-B) y (B-C) = diferencia en mg.

\*Los ml de la muestra serán siempre 50 ml aunque hayan usado la mitad de la muestra.

## 4 CLORUROS

### MÉTODO DE VOLHARD (INDIRECTO).

Este método se basa en hacer reaccionar el halógeno con solución valorada de nitrato de plata en exceso, y titular ese exceso con solución valorada de sulfocianuro de potasio (o de amonio), en presencia de alumbre ferrico-amónico como indicador. Para prevenir la re disolución del cloruro de plata se adiciona un poco de nitrobenzeno, aproximadamente 1 ml por cada 0.05 g de NaCl, la acción del nitrobenzeno no está perfectamente aclarada, pero posiblemente actúe mecánicamente cubriendo las partículas de AgCl, evitando así que se disuelva.

### REACTIVOS

-Solución estándar de nitrato de plata (0.0141 N)

-Solución estándar de sulfocianuro de potasio (0.0141 N)

-Solución saturada de alumbre férrico-amónico

Ácido nítrico al 30%

### PROCEDIMIENTO.

Tomar 100 ml. de muestra por duplicado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml agregar 5 ml de ácido nítrico al 30%, con una bureta agregar 25 ml de una solución valorada de nitrato de plata agitando para que el precipitado se conglomeren, a continuación se pone 1 ml. de nitrobenzeno y 1 ml de solución saturada de alumbre férrico-amónico como indicador, se agita fuertemente para que el nitrobenzeno se incorpore al precipitado y titular el exceso de nitrato de plata con la solución estándar de sulfocianuro de potasio. Una coloración ligeramente naranja que permanece algunos minutos indica el final de la titulación. Comparar el color de un blanco en el que se ponen 100 ml de agua destilada y 25 ml. de la solución de nitrato de plata, agregando los demás reactivos.

## CÁLCULOS

Cloruros en ppm = (A-B) \*N\* 35.45 \* 1000/ ml muestra

en donde :

A= ml gastados para titular el blanco

B=ml gastados en la muestra

Normalidad del sulfocianuro de potasio

35.45=eq cloro.

## SULFATOS

Los sulfatos contenidos en una muestra de agua son precipitados en medio ácido (HCl) como sulfato de bario, por la adición de cloruro de bario.

## REACTIVOS

-Sol. indicadora de rojo de metilo: disolver 100 mg. de sal sódica de rojo de metilo en agua destilada y diluir a 100 ml.

-Ácido clorhídrico 1 + 1

-Sol de cloruro de bario: disolver 100 g de BaCl<sub>2</sub> .2 H<sub>2</sub>O en un litro de agua destilada. Filtrar a través de papel filtro para precipitado fino antes de usarse.

-Sol. Nitrato de plata - Ac. Nítrico: disolver 8.5 g de Ag NO<sub>3</sub> y 0.5 ml de HNO<sub>3</sub> conc. en 500 ml de agua destilada.

## PROCEDIMIENTO

Tomar 100 ml de muestra en un vaso de precipitados, adicionar 50 ml de agua destilada, ajustar a pH de 4.5-5 con HCl (1+1) usando rojo de metilo exclusivo para SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> como indicador hasta vire canela, añadir 2 ml de HCl en exceso. Calentar la solución a ebullición y con ligera agitación, adicionar la solución de BaCl<sub>2</sub> en caliente hasta precipitación completa (+ 2 ml.), añadir 0.5 ml en exceso. Digerir el precipitado a 80-90 C durante 3 horas o un día a temperatura ambiente. Filtrar sobre papel de cenizas conocidas a temperatura ambiente. Lavar el precipitado con pequeñas porciones de agua destilada caliente hasta que el agua de lavado esté libre de cloruros, los cuales serán detectados por la adición de una gota del reactivo de AgNO<sub>3</sub>HNO<sub>3</sub>. Colocar el papel con precipitado en un crisol previamente puesto a peso constante a 800 C , secar, quemar y calcinar metiendo el crisol a la mufla desde que ésta empieza a calentar, cuando la temperatura sea 800 C dejar una hora , enfriar.

## CÁLCULOS

Sulfatos en ppm =

en donde:

A= peso del crisol con sulfato de bario y cenizas del papel

B = peso del crisol vacío

A-B= diferencia dada en mg.

0.4115= relación de  $\text{SO}_4/\text{BaSO}_4$

## METALES PESADOS

### MÉTODO COLORIMÉTRICO

La determinación global cualitativa de los metales pesados constituye un método de orientación destinado a evitar determinaciones particulares inútiles. En el caso de una reacción positiva se practicarán las determinaciones específicas.

### PRINCIPIO

Los metales pesados (plomo, cobre, zinc) en condiciones no selectivas reaccionan con la ditizona en solución clorofórmica provocando un cambio de coloración.

### REACTIVOS

-Ácido nítrico (d=1.38)

-Solución amoniacal de citrato amónico:

Ácido cítrico cristalizado 2.5g

Amoníaco (d=0.925) 35 ml

Agua destilada hasta enrase 200 ml

-Solución de clorhidrato de hidroxilamina de 200 g/l.

-Solución de ditizona de 50 mg./l en cloroformo.

-Solución de ditizona de 10 mg./l en cloroformo.

-Solución madre patrón de cobre de 1 g/l (recientemente preparada):

Cloruro de cobre g

Ácido clorhídrico (d= 1.38) 1 ml

Agua destilada hasta enrase 100 ml

-Solución hija patrón de cobre de 0.1 g/l

Solución de cobre de 1 g/l 10 ml.

Ácido clorhídrico 1 ml.

Agua destilada hasta enrase 100 ml

## PROCEDIMIENTO

En un embudo de separación introducir :

-Solución de citrato amónico 10 ml.

-Solución de clorhidrato de hidroxilamina 5 ml.

-Solución de ditizona de 50 mg./l 5 ml.

Agitar y dejar en reposo. Desechar la capa cloroformica. Si ésta tiene una coloración roja añadir 5 mililitros más de solución de ditizona de 50 mg./l. Aadir 5 ml de solución de ditizona de 10 mg./l y 100 ml del agua a analizar acidificada con 0.5 ml de ácido nítrico. Agitar durante 1 minuto.

Si la muestra contiene plomo, cobre o zinc, la capa cloroformica vira del verde al azul o al rojo. Comparar si es necesario a una muestra testigo de 100 ml de solución de plomo.

Observaciones:

-Para precisar la identificación, transvasar la capa cloroformica a un segundo embudo de decantación. Añadir 5 ml de solución de cianuro potásico de 100 g/l. Agitar. Si la coloración azul o roja persiste, la muestra contiene plomo. Si la coloración verde reaparece, contiene cobre o cinc.

En este caso, volver a efectuar un ensayo completo de determinación global con una nueva muestra. Verter la capa cloroformica a un embudo de decantación. Añadir 20 ml de ácido clorhídrico diluido al 5 %. agitar. Si la coloración azul o roja persiste, la muestra contiene cobre. Si la coloración verde reaparece contiene cinc.

-El umbral de percepción visual es de 0.1 mg./l para el plomo, de 0.02 mg./l para el cobre y de 0.3 mg./l para el cinc.



-Otros metales (plata, bismuto, cadmio, cobalto, estaño, mercurio, oro, etc.) puede reaccionar igualmente con la ditizona, pero su presencia en las aguas potables es excepcional.

-Los iones cítricos impiden la precipitación de los metales del grupo del hierro y la hidroxilamina neutraliza la acción de los oxidantes sobre la ditizona.

## DETERMINACIÓN DE SODIO Y CALCIO

### PRINCIPIO

Cuando los átomos en un elemento sufren una excitación debida a una llama, emiten radiaciones de longitud de onda determinada cuya intensidad se puede medir por espectrometría.

### APARATOS

Fluorometro, con filtros de sodio y calcio.

### REACTIVOS

Solución patrón de sodio 0.1 M.

Cloruro sodico, q.p. 0.1462 g

Agua destilada hasta enrase 25 ml.

Solución patrón de calcio 0.1 M.

Cloruro de calcio 0.275 g

Agua destilada hasta enrase 25 ml.

### PROCEDIMIENTO

Calcular el contenido de sodio conociendo el contenido de cloro preparar soluciones de 100, 40, 3 ppm de Na.

Ajustar el aparato con estas soluciones y trazar la curva patrón .Deducir la concentración X del agua analizada.

Conociendo la norma para el calcio, preparar soluciones de 200, 100, 40 ppm., ajustar el aparato con estas soluciones y Trazar la curva patrón.

## NITRATOS

### PRINCIPIO

El ión nitrato reacciona con brucina en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 100 para formar un compuesto colorido el cual se mide su absorbancia a 410 nm. el control de la temperatura de reacción es crítico.

Este método es aplicable a 0.1 -2 mg.  $\text{NO}_3^-$ /L en superficies, aguas salinas ,domesticas, e industriales.

La materia orgánica desarrolla color con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y color natural son compensados con blancos, efecto de la salinidad es compensado por la adición de NaCl. Los agentes fuertemente oxidantes y reductores interfieren. Determine la presencia de Cl libre con el reactivo de o-tolidina. Elimine el Cl residual con la adición de solución de  $\text{Na AsO}_3$ .

El efecto de  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , y  $\text{Mn}^{+4}$  no es detectado a concentraciones 1 mg./l.

## MATERIAL

a)Espectrofotometro o fotómetro de filtro Capacidad de tubos de 25 mm. de diam. y medidas de absorbancia a 410.

b)Tubos

c)Baño María a 100.

## REACTIVOS

a) Use agua destilada o desionizada para la preparación de todos los reactivos

b) Disuelva 300g NaCl en  $\text{H}_2\text{O}$  y diluya a 1 litro.

c) Ácido sulfurico-13 N Añada cuidadosamente 500 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 125 ml de agua fría.

d)Reactivo de brucina-acido sulfanilico- Disuelva 1 g de sulfato de brucina. $7\text{H}_2\text{O}$  y 0.1 g de ácido sulfanilico en 70 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ . Almacenado en un frasco obscuro a 5C, la solución es estable por varios meses. Lentamente desarrolla un color rosa pero no afecta su uso.

e) Soluciones estándar de nitrato- Solución patrón. 100mg N/l. Disuelva 0.7218 g de  $\text{KNO}_3$

en  $\text{H}_2\text{O}$  y diluya a 1 litro.2) Trabajando soluciones de 1 mg./l diluya a 10 ml de la solución patrón a 1 l prepárese cada semana.

## DETERMINACIÓN

Preserve la muestras con 40 mg.  $\text{HgCl}_2$ /l y almacene a 4C. Ajuste el pH a 7 con HOAc (1+3) y, si necesariamente, filtre a través de un filtro de 0.45 m.

Prepare el grupo de tubos para blanco, estándar, y muestras Si es necesario corrija para el color de materia orgánica el cual puede causar color al calentarlo, añada un grupo de tubos extra todos los reactivos excepto brucina el cual puede ser añadido más tarde.

Pipeteé 10 ml de la muestra, o alicuota diluya a 10 ml, en los tubos muestra. Colóquelos en un baño de hielo a 0-10 .Pipetee 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en cada tubo y agite. Colóquelas en un baño de agua caliente de 20 a 25 minutos. Remueva la mezcla y transfírela a un baño de agua fría y enfríe a 20-25.Seque los tubos y lea la absorbancia contra el blanco a 410 nm.

Prepare estandares de 0.1 a 2 mg. N/l, .El, color desarrollado no necesariamente sigue la ley de Beer.

### **Tabla comparativa de resultados obtenidos contra informados**

Sustancia	E.U. (Máximo nivel de contaminación. mg./l)	C.E.E.(Limite máximo aceptable Nivel guía)	O.M.S. Valores guía mg./l	Evian Etiqueta mg./l	Evian mg./l	Bonafont mg./l
Coliformes	1	0	0	-	0	0
Cloruros	250	25	250	4	3.647	7.29
Sulfatos	250	25	1000	10	-	-
Cobre (Metales pesados)	1	100	-	-	0	0
Solidos disueltos	500	25	1000	309	310	56
Calcio	25-50			78	61	16
Sodio	20-200			5	3	21
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	7.2	7.2	7

Adulterantes posibles:

Como se trata de un producto comercial puro y debido a que lo que se esta comprando finalmente es el proceso de purificación en el agua, no se encuentran ningún tipo de adulterante.

### **Conclusiones**

De la tabla anterior observamos que a partir de un análisis detallado se pueden ver las diferencias entre un proceso de purificación y otro, y la sutil diferencia de sabor en el agua debida a la concentración de las sales que se encuentran en ella. Las dos marcas caen dentro de las especificaciones.

---

## **Bibliografía**

Frits,L. Troise, Keith et. al.

The Water encyclopedia

Second Edition, pags: 418-444

Sandell

Determinaciones colorimetricas de trazas de metales

pags: 139-174

Rodier

Análisis de las aguas

Ediciones Omega. pags 296-297

---

CopyRight 98-99 Sergio Meléndez Mercado