INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

Potencial de Hidrógeno
Dureza Total
Cloruros

Luis Fernando Gómez García.

POTENCIAL DE HIDROGENO

- El **pH** es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinada sustancia

- El pH es un ensayo común para determinar calidad de agua. Es la medida de iones hidrógeno en el agua, con escala en el rango de 0 a 14, siendo neutro el pH = 7. Es una escala logarítmica, es decir cada unidad de pH representa una potencia de 10 en acidez.

- Crecimiento y reproducción pueden ser afectadas entre pH = 4 a 6, y pH = 9 a 10 para ciertos peces.

- El pH afecta la toxicidad del amoniaco y nitritos

- Mediciones por encima de 7 son básicas (alcalinas), y por debajo de 7 son ácidas. Los puntos críticos para mortandad de peces están en el rango aproximado de pH = 4 ó pH = 11.

- ***Algunos valores comunes del pH***

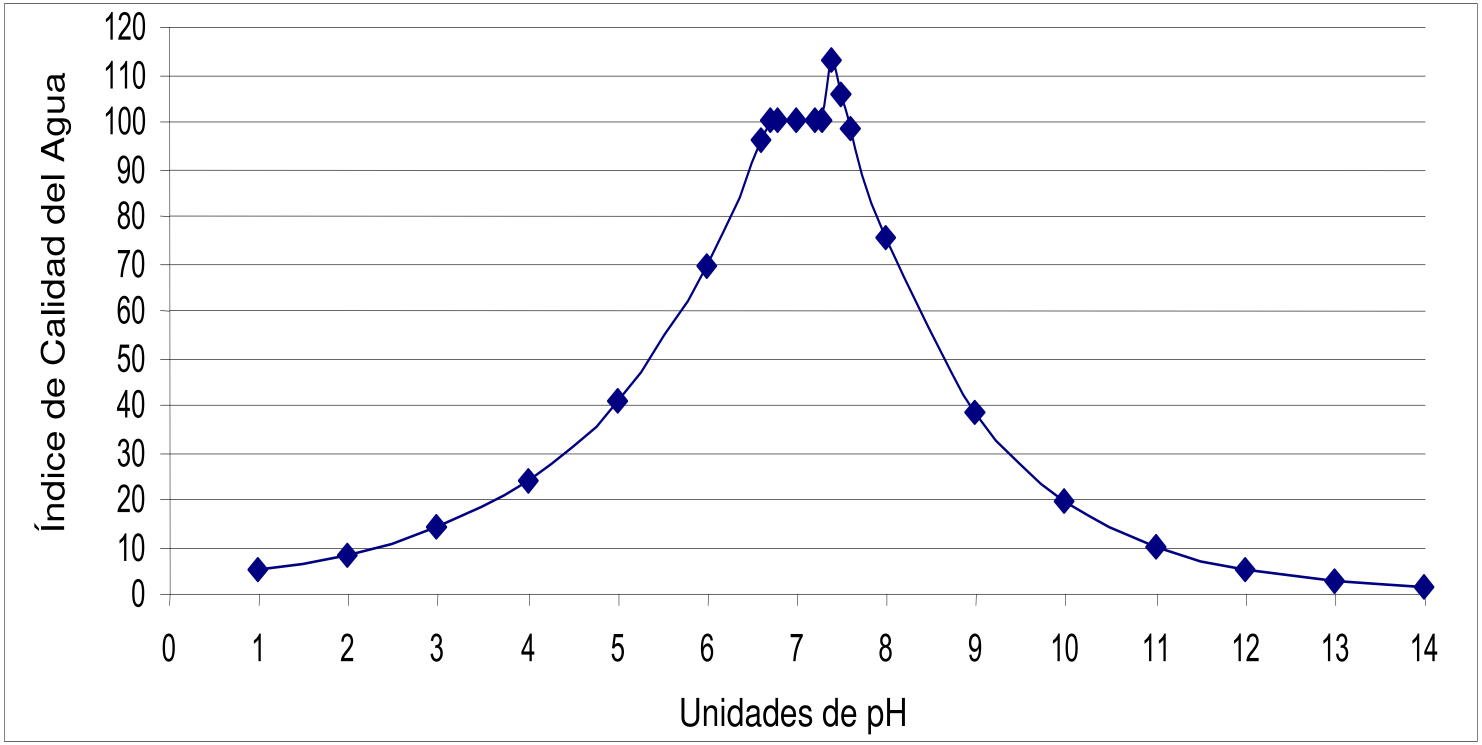
Sustancia/Disolución pH

- **Disolución de HCl 1 M**
- **Jugo gástrico 1,5**
- **Jugo de limón 2,4**
- **Refresco de cola 2,5**
- **Vinagre 2,9**
- **Jugo de naranja o manzana 3,0**
- **Cerveza 4,5**
- **Café 5,0**
- **Té 5,5**
- **Lluvia ácida < 5,6**
- **Saliva (pacientes con cáncer) 4,5** a **5,7**
- **Leche 6,5**
- **Agua pura 7,0**
- **Saliva humana 6,5** a **7,4**
- **Sangre 7,35** a **7,45**
- **Agua de mar 8,0**
- **Jabón de manos 9,0** a **10,0**
- **Amoníaco 11,5**
- **Hipoclorito de sodio 12,5**
- **Hidróxido sódico 13,5** a **14**

Medida del pH

- El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno.
- Algunos compuestos orgánicos que cambian de color en función del grado de acidez del medio en que se encuentren se utilizan como indicadores cualitativos para la determinación del pH. El papel de litmus o papel tornasol es el indicador mejor conocido
- El **tornasol** es uno de los más conocidos indicadores de pH. Suministrado en una solución o tintura violeta normalmente, se torna de color rojo-anaranjado en contacto con compuestos ácidos, debajo de un índice de pH de 4,5 (de ahí su nombre) y oscurece sólo ligeramente con los alcalinos (por encima de un pH de 8,5), por lo que a veces suele emplearse tornasol al que se le ha añadido ácido clorhídrico para identificar bases. Su uso ha decaído en los últimos años debido a la perfección del indicador universal y de la fenolftaleína.

Gráfica 1 Comportamiento del Índice de Calidad del Agua del pH



$I_{pH} = 10^{\,0.2335\,pH + 0.44}$	Si el pH es menor que 6.7
$I_{pH} = 100$	Si el pH está entre 6.7 y 7.3
$I_{pH} = 10^{\,4.22 - 0.293\,pH}$	Si el pH es mayor que 7.3

Factores que causan cambios el pH

- La capacidad de obstáculo
- La entrada de substancias básicas o ácidas (sintéticas o naturales)
- En el agua dulce, un aumento en la temperatura hace disminuir el pH.
- Las aguas con crecimiento elevado de algas pueden mostrar un cambio diurno en el pH. Cuando las algas crecen y se reproducen usan CO2. Esta reducción hace que el pH aumente. Por lo tanto, si las condiciones son favorables para el crecimiento de algas cuando la luz del sol entibia la temperatura, el agua será más alcalina.
- El pH puede variar en función de la profundidad en lagos, estuarios, agua de bahías y océanos, etc.

Dureza Total en el agua

- La DUREZA es una característica química del agua que esta determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio .
- La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles.
- Es un agua que no produce espuma, con el jabón. El agua dura forma un residuo grisáceo con el jabón, que a veces altera el color de la ropa sin poder lavarla correctamente, forma una dura costra en las ollas y en los grifos y, algunas veces, tienen un sabor desagradable. El agua dura contiene iones que forman precipitados con el jabón o por ebullición.
- En calderas y sistemas enfriados por agua, se producen incrustaciones en las tuberías y una pérdida en la eficiencia de la transferencia de calor. Además le da un sabor indeseable al agua potable.

- La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/l de dureza.
- Niveles superiores a 500 mg/l son indeseables para uso domestico.
- La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente
- Interpretación de la Dureza:
-

Dureza como CaCO3	Interpretación
0-75	agua suave
75-150	agua poco dura (Apta para consumo)
150-300	agua dura
> 300	agua muy dura

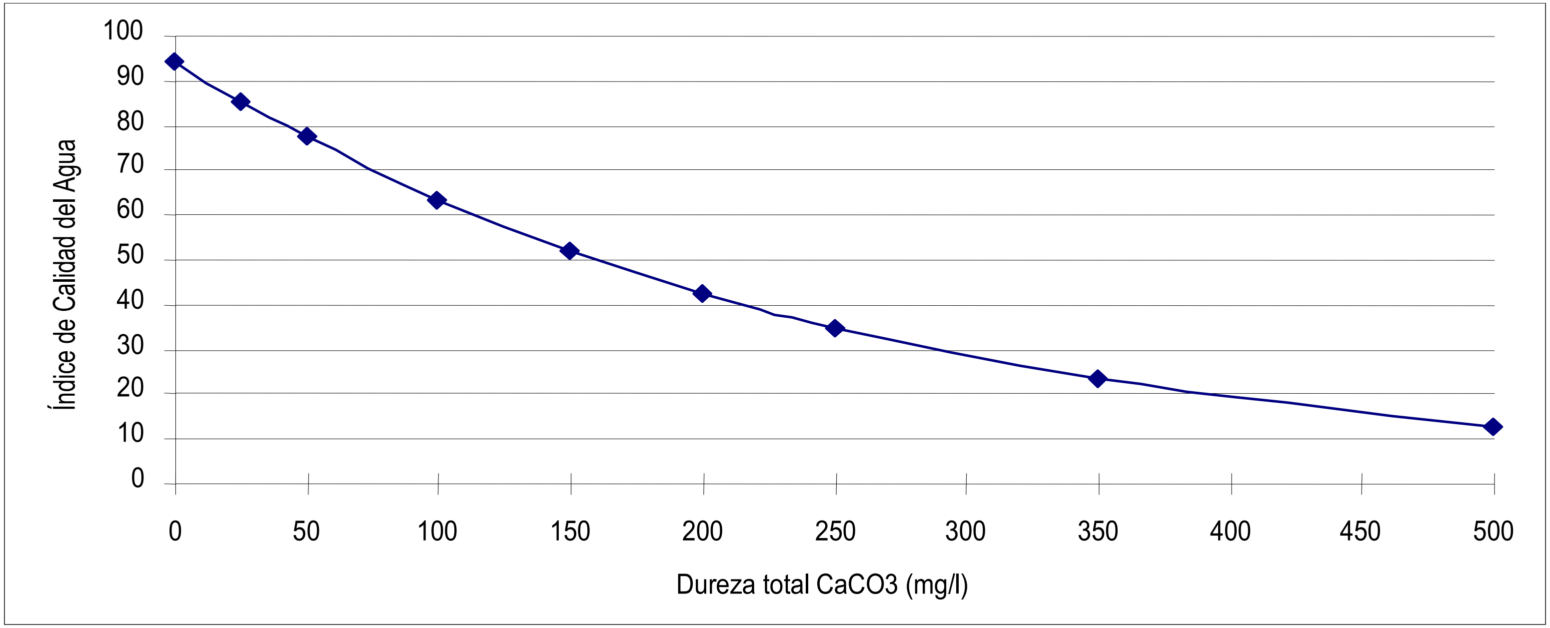
- En agua potable el límite máximo permisible es de 300 mg/l de dureza.
- En agua para calderas el límite es de 0 mg/l de dureza
- El agua dura puede volver a ser blanda, con el agregado de carbonato de sodio o potasio, para precipitarlo como sales de carbonatos, o por medio de intercambio iónico con salmuera en presencia de zeolita o resinas sintéticas.

Existen dos tipos de DUREZA:

•**Dureza Temporal**: Esta determinada por el contenido de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. Puede ser eliminada por ebullición del agua y posterior eliminación de precipitados formados por filtración, también se le conoce como "Dureza de Carbonatos".

•**Dureza Permanente:** está determinada por todas las sales de calcio y magnesio excepto carbonatos y bicarbonatos. No puede ser eliminada por ebullición del agua y también se le conoce como "Dureza de No carbonatos".

Comportamiento del Índice de Calidad del Agua de dureza total



$$I_{DT} = 10^{1.974 - 0.00174\,(DT)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

(DT) Dureza Total en mg/l como $CaCo_3$

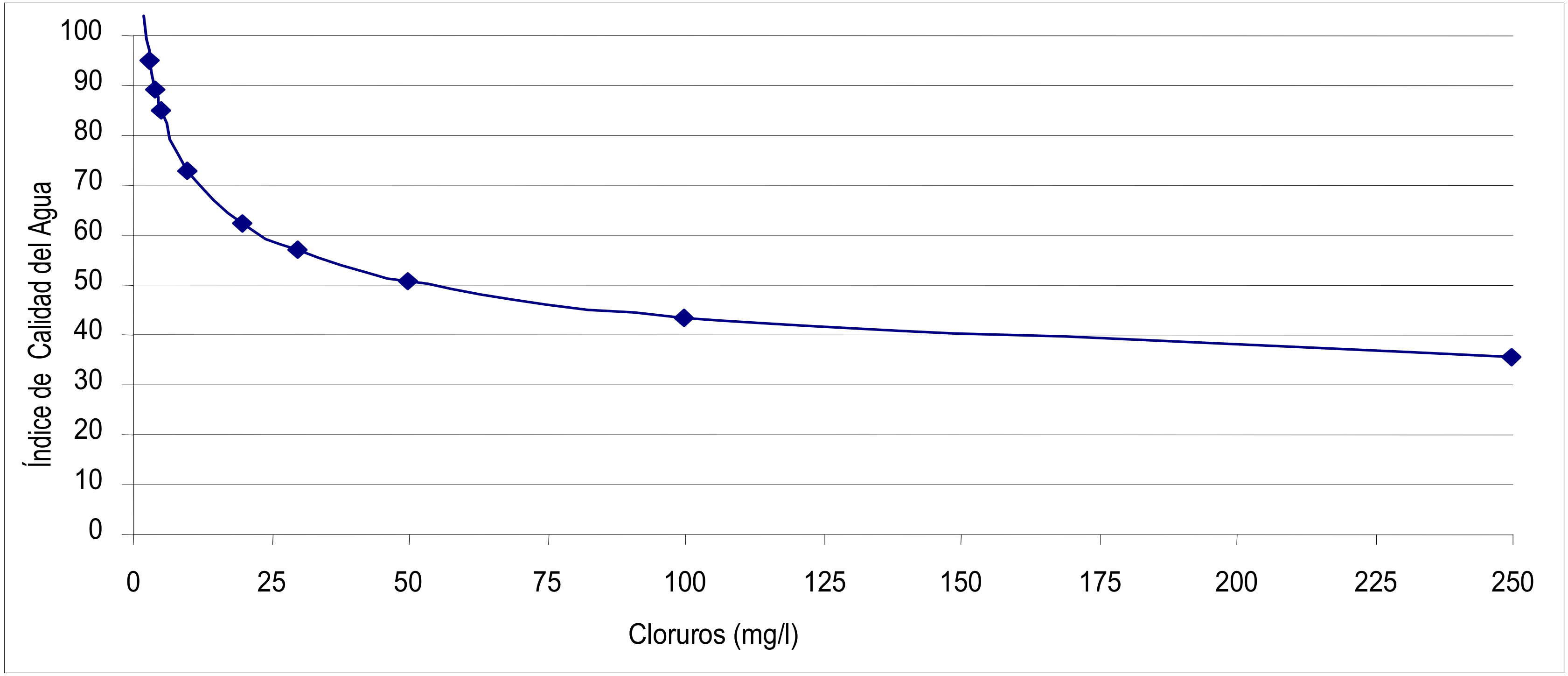
Cloruros

- Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje.
- El ión cloruro se encuentra con frecuencia en las aguas naturales y residuales, en concentraciones que varían desde unos pocos ppm hasta varios gramos por litro. Este ion ingresa al agua en forma natural, mediante el lavado que las aguas lluvias realizan sobre el suelo.
- El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250 ppm de NaCl.

Presencia, concentración y efecto del cloruro

- Un alto contenido de cloruros en el agua para uso industrial, puede causar corrosión en las tuberías metálicas y en las estructuras.
- La máxima concentración permisible de cloruros en el agua potable es de 250 ppm, este valor se estableció más por razones de sabor, que por razones sanitarias.
- El cloruro más conocido es la sal marina que está presente en el agua marina con una concentración del aproximadamente 3 - 3,5 %. Por lo tanto los océanos representan una fuente prácticamente inagotable de cloruro
- Las mediciones de cloruros en el agua son útiles también, en el agua utilizada para el riego de cultivos, en el agua utilizada con fines industriales y fundamentalmente, como "*indicador*" o "*trazador*", en las evaluaciones de contaminación de aguas.
- El agua contaminada con letrinas será rica en cloruro; ya que se encuentra presente en la orina del hombre
- Los métodos de análisis de cloruros mas frecuentes son el método de medición por electrodo especifico y el método de titulación con nitrato de palta; en este ultimo se basa en la titulación de un volumen de muestra con una solución de nitrato de plata en concentración de 0.05N usando cromato de potasio como indicador.

Gráfica 13 Comportamiento del Índice de Calidad del Agua de cloruros



$$I_{Cl^-} = 121\,(Cl)^{-0.223} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(14)$$

(Cl) Cloruros en mg/l

GRACIAS