

CONDUCTIVIDAD Y pH

PRACTICA N° 7

OBJETO DE LA PRÁCTICA:

MEDIDA DE CONDUCTIVIDAD Y MANEJO DE SUS UNIDADES

RELACIÓN CONDUCTIVIDAD-SALINIDAD- N° DE PURGAS

RELACIÓN CONDUCTIVIDAD-EROSIÓN/CORROSIÓN

MANEJO DEL PEACHÍMETRO- DETERMINACIÓN DE pH.

ASIMILACIÓN DE CONCEPTOS COMO:

ACIDEZ-BASICIDAD-pH

pH DE SALES DISUELTAS

RELACIÓN: CORROSIÓN- pH-TEMPERATURA



Figura 7.1 Ejemplo de erosión-corrosión

Fuente: www.oslo.sintef.no/

BIBLIOGRAFÍA: 28, 29.

MEDIDA DE CONDUCTIVIDAD

La conductividad de una disolución es la medida de su capacidad para conducir la corriente eléctrica.

CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA es el parámetro usado para medir conductividad. Se define como el producto de la conductancia por la constante de la célula. Su unidad es el Siemens/centímetro (S/cm.) o los submúltiplos miliSiemens/cm y micro Siemens/cm.

La medida de la conductividad de un agua proporciona una medida de su contenido en minerales sólidos disueltos (S.T.D.) ya que las sales, al estar **disueltas** y por tanto **disociadas**, dejarán iones en la disolución, y estos iones serán responsables de la conductividad del agua. Así pues el contenido en sólidos disueltos en el agua se puede calcular a partir de su conductividad específica, que es una medida muy sencilla de realizar.

El valor de la salinidad (los sólidos totales disueltos S.T.D. expresado en p.p.m.) se obtiene multiplicando la conductividad específica (expresada en micro siemens dividido por centímetro), por un factor F que depende de la composición de la muestra y que para las aguas naturales se suele tomar 0,6 (oscila entre 0,5 y 0,75).

El número de sólidos totales en un agua de calderas es mucho mayor que en un agua sin tratar, debido a la cantidad de aditivos añadidos al agua, necesarios para contrarrestar la corrosión, e incrustación. Sin embargo el valor no debe sobrepasar un cierto valor máximo para cada caldera, por los problemas que ocasiona de corrosión y erosión-corrosión.

Una conductividad elevada indica una salinidad elevada y por tanto (ver práctica de Salinidad cloruros), un aumento de la agresividad (velocidad de corrosión) así como fenómenos de arrastre de sólidos produciendo erosión-corrosión. Por ello el valor de salinidad no puede ser cualquiera por los perjuicios que puede ocasionar y deberá por tanto controlarse y en su caso rebajarse. Los valores recomendados están en el cuadro 7.1.

7 Conductividad y pH

REQUISITOS GENERALES		PRESIÓN ≤20 kg/cm²	PRESIÓN ≤40 kg/cm²	PRESIÓN ≤64 kg/cm²	PRESIÓN ≤80 kg/cm²	PRESIÓN ≤125 kg/cm²
Aplicado a aguas del interior	Salinidad total mg/l p.p.m.	≤3000	≤2000	≤1500	≤750	≤150
	Fosfato PO ₄ mg/l p.p.m.	≤25	≤10	≤10	≤3	≤3
	Sílice (SiO ₂) mg/l p.p.m.	≤140	≤50	≤10	≤4	≤1,5
	PH a 20 °C	9,5 - 11	9,5 - 11	9,5 - 11	9,5 - 11	9,5 - 11
Aplicado a agua de alimentación	Hierro total mg/l p.p.m.	≤0,05	≤0,05	≤0,05	≤0,03	
	Dureza °f	≤0,1	≤0,05	≤0,05	≤0,02	
	PH a 20 °C	8 - 9,5	8 - 9,5	8 - 9,5	8 - 9,5	
	Oxígeno Disuelto mg/l p.p.m.	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	
	Sust.orgánicas mg/l p.p.m.	≤10	≤5	≤5	≤5	
	Aceite mg/l p.p.m.	≤1	≤0,5	≤0,5	≤0,5	

Tabla 7.1.Fuente normas UNE.

¿Cómo se controla la salinidad total? midiendo su conductividad

¿Cómo se rebaja salinidad total? realizando purgas.

En una purga se extrae un agua muy rica en sales, y se añade un agua de menor salinidad, con lo que el contenido total en sales se rebaja, y con ello se eliminan los perjuicios de corrosión y erosión–corrosión.

La medida de la conductividad nos da la frecuencia de purgas.

En el laboratorio se van a realizar una serie de mediciones de la conductividad de diversas muestras.

Para ello completa la tabla siguiente:

7 Conductividad y pH

Muestra	Conductividad medida	Conductividad en $\mu\text{s/cm}$	Sólidos totales disueltos mg/l
Agua destilada			
Agua mineral 1			
Agua del grifo			
Agua mineral 2			
Agua de caldera			
Agua de mar			

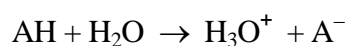
CUESTIONES DE CONDUCTIVIDAD

1. ¿Qué información proporciona la medida de la conductividad de un agua?
2. Compara el nº de sólidos totales en las aguas analizadas y explica los resultados.
3. ¿Qué es una purga? ¿Cuándo se debe realizar?
4. ¿Por qué otro método se pueden medir los sólidos totales?
5. ¿Qué relación existe entre el Siemens y el ohmio?

DETERMINACIÓN DE pH

ÁCIDO

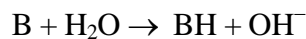
Toda sustancia que, en disolución acuosa, cede protones H^+



Toda sustancia que acepta un par de electrones.

BASE

Toda sustancia que en disolución acuosa cede iones OH^- .



Toda sustancia que cede un par de electrones.

La fuerza relativa con que muestran su carácter permite su clasificación

Cuando a una sustancia ácida le añadimos una básica los OH^- de ésta reaccionan con los H^+ del ácido dando agua neutra $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

Esto hará que la acidez vaya disminuyendo. Si seguimos añadiendo base llegará un momento en que los OH^- añadidos consumen exactamente los H^+ que existen, en ese

7 Conductividad y pH

momento se alcanza el **punto de neutralización**. Una gota más de OH⁻ provocará que el medio sea básico. Se llama **pH** a la **inversa del log de la concentración de ión H⁺**.

$$\text{pH} = \log \frac{1}{[\text{H}^+]} = -\log [\text{H}^+]; \text{ midiendo } [\text{H}^+] \text{ en moles/litro}$$

[H ⁺]	[OH ⁻]	pH	pOH	
1 = 10 ⁰	10 ⁻¹⁴	0	14	Fuertemente ácida
0,1 = 10 ⁻¹	10 ⁻¹³	1	13	
0,001 = 10 ⁻³	10 ⁻¹¹	3	11	
0,000 01 = 10 ⁻⁵	10 ⁻⁹	5	9	Débilmente ácida
0,000 000 1 = 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	7	7	Neutra
0,000 000 001 = 10 ⁻⁹	10 ⁻⁵	9	5	Débilmente básica
0,000 000 000 01 = 10 ⁻¹¹	10 ⁻³	11	3	
0,000 000 000 000 1 = 10 ⁻¹³	10 ⁻¹	13	1	
0,000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁴	1	14	0	Fuertemente básica

De esta manera se pueden expresar concentraciones muy pequeñas de H⁺ con un sólo número

vinagre saliva agua pura agua de mar bicarbonato

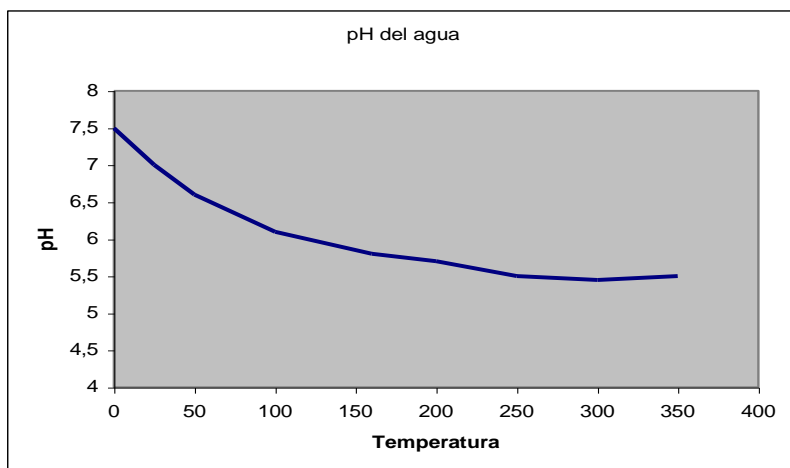
La medida del pH (medida de la acidez) además de su interés analítico en la determinación de concentraciones de ácidos y bases, tiene gran interés para evaluar el **carácter corrosivo** de un agua que se va a destinar a producir vapor.

Hay que tener en cuenta que el producto iónico del agua, (K_w), como toda constante de equilibrio dependerá de la temperatura, así a T= 25 °C K_w= 10⁻¹⁴ y a T=100 °C K_w = 5.10⁻¹³

7 Conductividad y pH

Sabiendo que para el agua pura se cumplirá siempre que $[H^+] = [OH^-]$, tendremos $[H^+].[OH^-] = 5.10^{-13}$ y por lo tanto el $pH = 6,15$ para el agua neutra a $100^{\circ}C$. A continuación se muestra el comportamiento del pH frente a la temperatura.

Temperatura $^{\circ}C$	pH del agua
0	7,5
25	7
50	6,6
100	6,1
160	5,8
200	5,7
250	5,5
300	5,45
350	5,5



Se aprecia una disminución del pH al aumentar la temperatura. Aquí se representa el comportamiento del agua pura (corrosiva) y el de un agua no corrosiva (tratada). El agua de caldera debe tener un pH cercano a 10 a temperatura ambiente, para que a $200^{\circ}C$ no baje de 8,4. Se considera que un $pH = 8,4$ es el valor mínimo para que el hierro no sufra corrosión.

7 Conductividad y pH

Para conseguir ese valor de pH de aproximadamente 10, el agua debe ser tratada.

Elemento perturbador	Perjuicio	Tratamiento
Sales de Ca y Mg	Incrustaciones	Fosfatos y Quelantes.
Sílice	Incrustaciones	Fosfatos de reacción alcalina (fosfatotrisódico)
Oxígeno	Corrosiones en calderas, y circuitos de retorno de condensados	Fosfatos de reacción alcalina (fosfatotrisódico)
Anhídrido carbónico	Corrosiones en calderas, y circuitos de retorno de condensados	Aminas y Fosfatos de reacción alcalina (fosfatotrisódico).
Acidez	Corrosiones en caldera.	Monofosfatos de reacción alcalina.
Alcalinidad	Corrosiones en caldera, fragilidad caústica	Monofosfatos de reacción ácida o neutra (fosfatomonosódico).
Salinidad	Arrastre y corrosión	Purgas.

PEACHÍMETRO

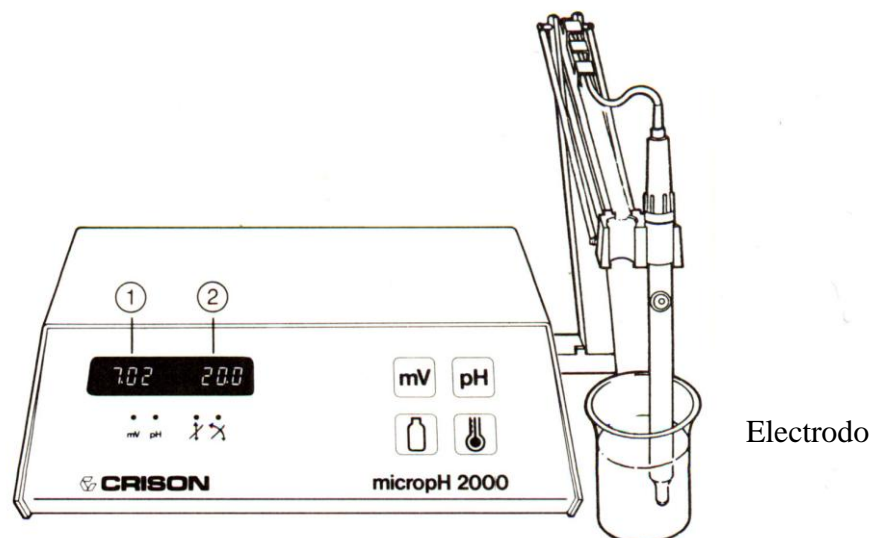
Es el método más exacto ya que puede medir hasta centésima de unidad de pH. Su fundamento está en el hecho de que la d.d.p. (diferencia de potencial) que detecta un electrodo es una función lineal del pH, o sea de la concentración de protones.

Formula de Nerst:

$$E = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[A]}{[C]} \frac{[B]}{[D]} = 0'05915 pH$$

E es una función lineal del pH y también la temperatura, como se observa en la fórmula, por lo que habrá de ajustarse la temperatura antes de cada medida.

7 Conductividad y pH



1 – valor del pH

2 - valor de la temperatura

El aparato posee un Electrodo Combinado, o sea electrodo indicador de vidrio y electrodo de referencia en un solo cuerpo. El elemento de referencia es una varilla de Ag recubierta de AgCl, y el electrolito de referencia es el que actúa como puente salino entre el elemento de referencia y el exterior. También posee una Membrana, ó parte sensible a los iones H^+ .

El Diafragma, es un elemento cerámico poroso que permite un pequeño flujo de electrolito hacia el exterior del electrodo estableciéndose así el circuito eléctrico necesario para la medición.

Para medir el pH se calibrará el aparato con dos puntos de referencia (2 disoluciones patrón). La medida del pH se realiza lavando en primer lugar el electrodo con agua destilada. Después se introduce en la solución a medir que cubra por lo menos la membrana. Antes de cada medida se saca el electrodo de la disolución y se lava con agua destilada.

Mide con el peachímetro los pH de diversas muestras y compara los valores de pH.

VALORES DE pH

Muestras	pH	Muestras	pH

CUESTIONES.

- 1- Cual es la muestra más ácida, y la más básica? ¿Y la sal más ácida?
- 2- Explica los valores de pH de las disoluciones de sales, indicando con reacciones químicas las ionizaciones y hidrólisis correspondientes.
- 3-Da los valores de pH-Temperatura para el agua de calderas. ¿Qué efectos tendrían otros valores?
- 4- Expresa en moles/litro de H^+ los valores de pH que has medido.
- 5- ¿Cómo se combate un pH bajo en el agua de calderas?