



Química Básica del Agua

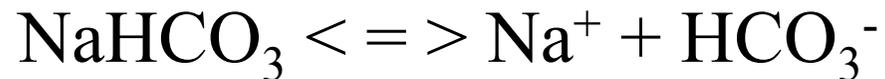
Índice de este módulo

- Soluciones iónicas
- Estructuras iónicas
- Terminología
- Índices de saturación
- S.D.I.

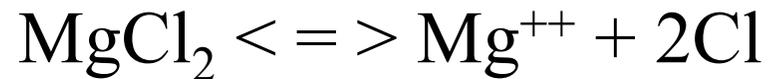
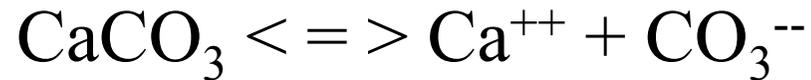
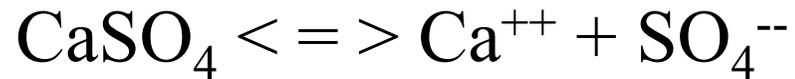
TERMINOLOGÍA

Ion – Partícula cargada eléctricamente, positiva (catión) o negativa (anión), formada por la disociación de una sal, ácido o mineral en agua.

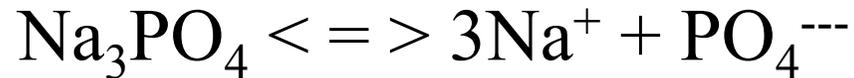
Monovalente – Ion al que le falta o le sobra un electrón.



Divalente – Ion al que le faltan o le sobran dos electrones.



Trivalente – Ion al que le faltan o le sobran tres electrones.



Conductividad - la habilidad de una solución para conducir la corriente eléctrica

- **Un aumento de temperatura incrementa la velocidad de la solución y su conductividad.**
- **Un aumento de la concentración de iones, incrementa la conductividad eléctrica.**
- **Algunas especies iónicas, tienen más de una carga eléctrica y otras tienen una mayor movilidad**

ppm - partes de soluto por millón de partes de solvente

mg/l - miligramos de soluto por litro de solución (para salinidades bajas, casi igual a ppm)

SDT – sólidos disueltos totales, expresados como
“*ppm*” o “*mg/L*”

“**epm**” - equivalentes por millón

➤ **epm = ppm/peso equivalente**

Peso Equivalente = peso iónico/ valencia (carga eléctrica)

Normalidad - la concentración de una solución

➤ **normality = epm/1000**

Saturación – la cantidad límite de cualquier sal que se puede disolver en un volumen fijo de una solución

Cátodo - Un electrodo cargado negativamente, que atrae a los cationes

Ánodo - Un electrodo cargado positivamente, que atrae a los aniones.

pH – Un término usado para describir la actividad del ion-hidrógeno en un sistema.

➤ **$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$, $[\text{H}^+]$ es la concentración de ion-hidrógeno, en moles por litro.**

➤ **Un pH de 0 a 7 es ácido, 7 es neutro y de 7 a 14 es alcalino.**

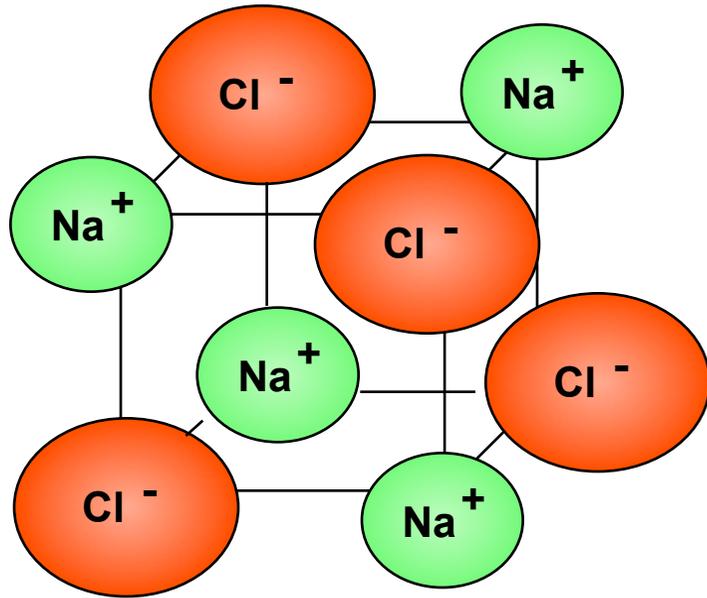
Conductividad - SDT

- La Conductividad no es directamente proporcional a los Solidos Disueltos Totales
 - **Por ejemplo, la relación de conductividad : la SDT del NaHCO_3 es aproximadamente 1:1; pero la del NaCl es 2:1**
 - La relación SDT : conductividad cambia con la concentración.
 - La corrección de la conductividad por temperatura es del +2 % por cada grado Centígrado.

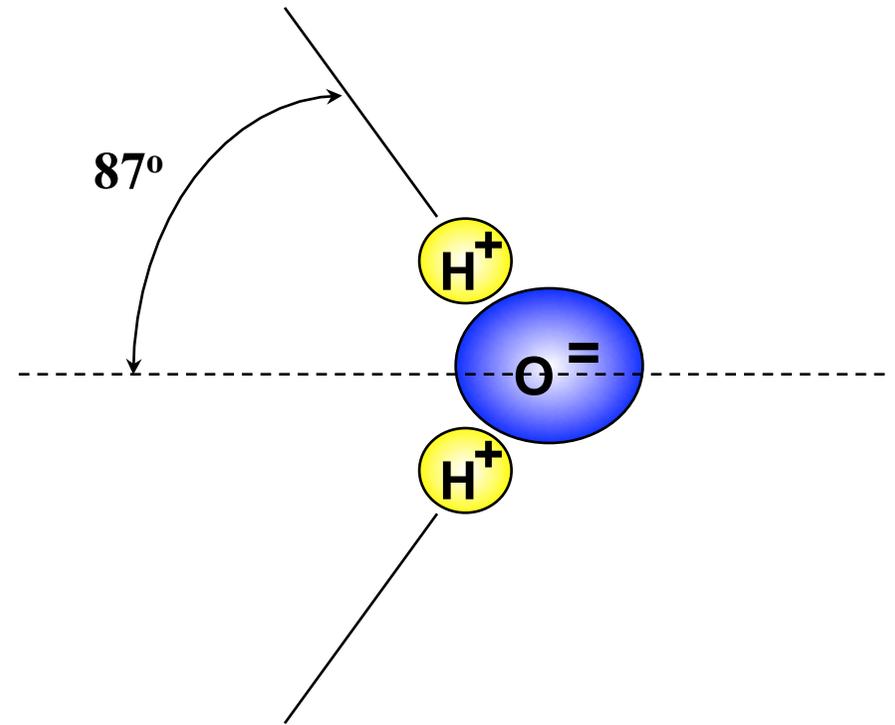
Estructuras Iónicas

- La sal común (NaCl), como la mayoría de las sales, posee una forma que afecta a su comportamiento.
 - El NaCl posee una forma de cubo, con 4 átomos de cada clase, situados en las esquinas.
 - Todas las moléculas de agua, tienen un ángulo de 87 grados entre cada hidrógeno y el átomo de oxígeno.
 - La fortaleza de los diferentes tipos de enlace, hidrógeno, iónico, covalente, Van der Waals, dictan la configuración final de la estructura.

Estructuras iónicas



Sal, Cristal de NaCl



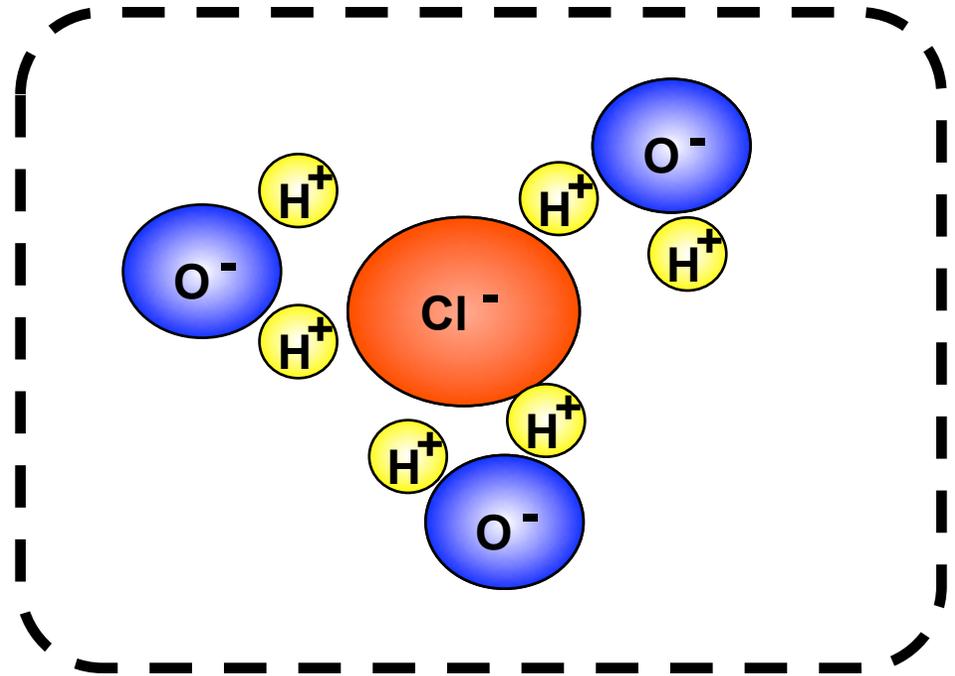
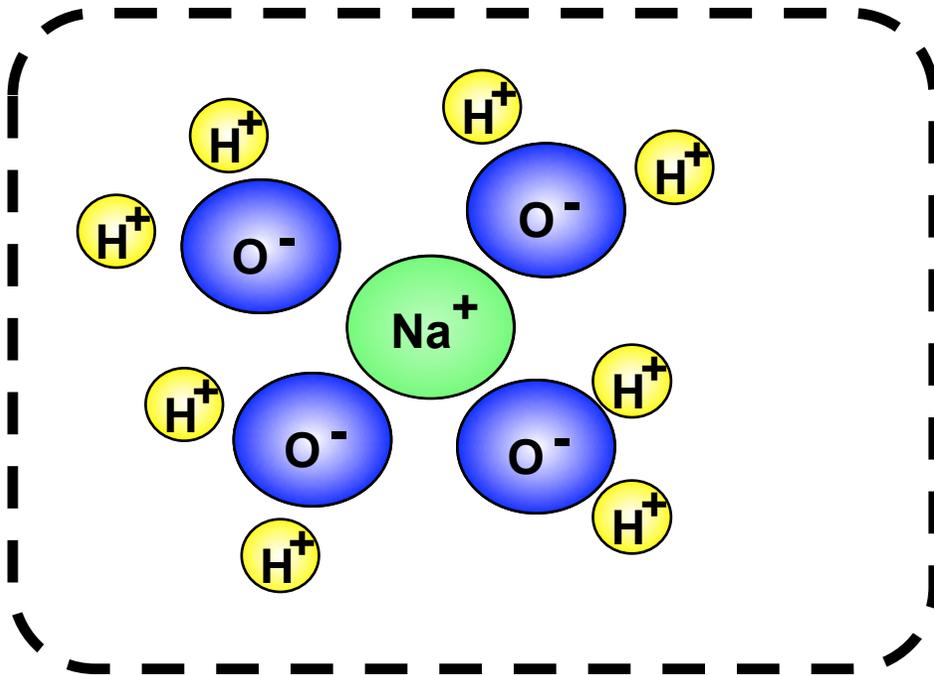
Agua, H_2O

Estructuras iónicas

Las moléculas de agua envuelven uniformemente a los iones

Disociados:

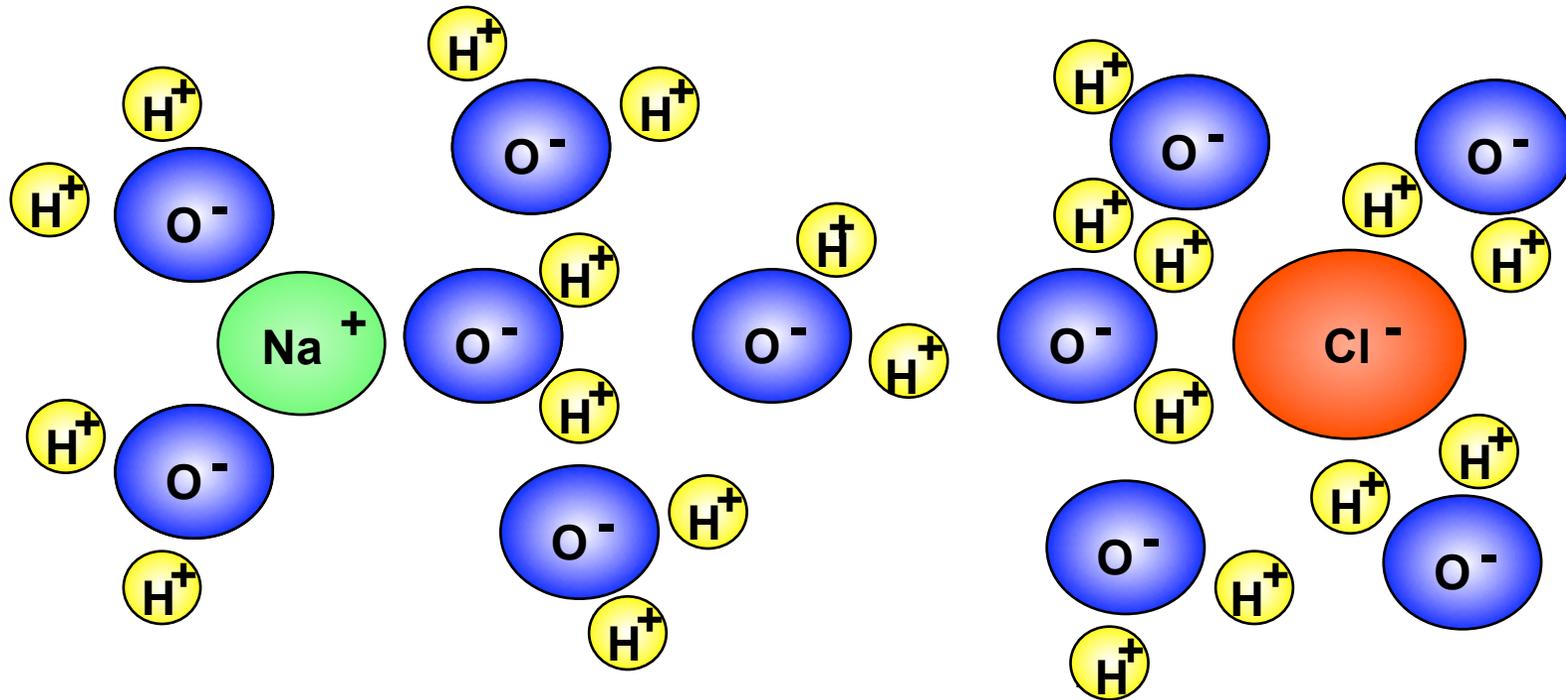
4 H₂O por cada Na⁺ y 3 H₂O por cada Cl⁻.



Disociación - La separación de una molecula en dos o más iones al disolverse en la solución.



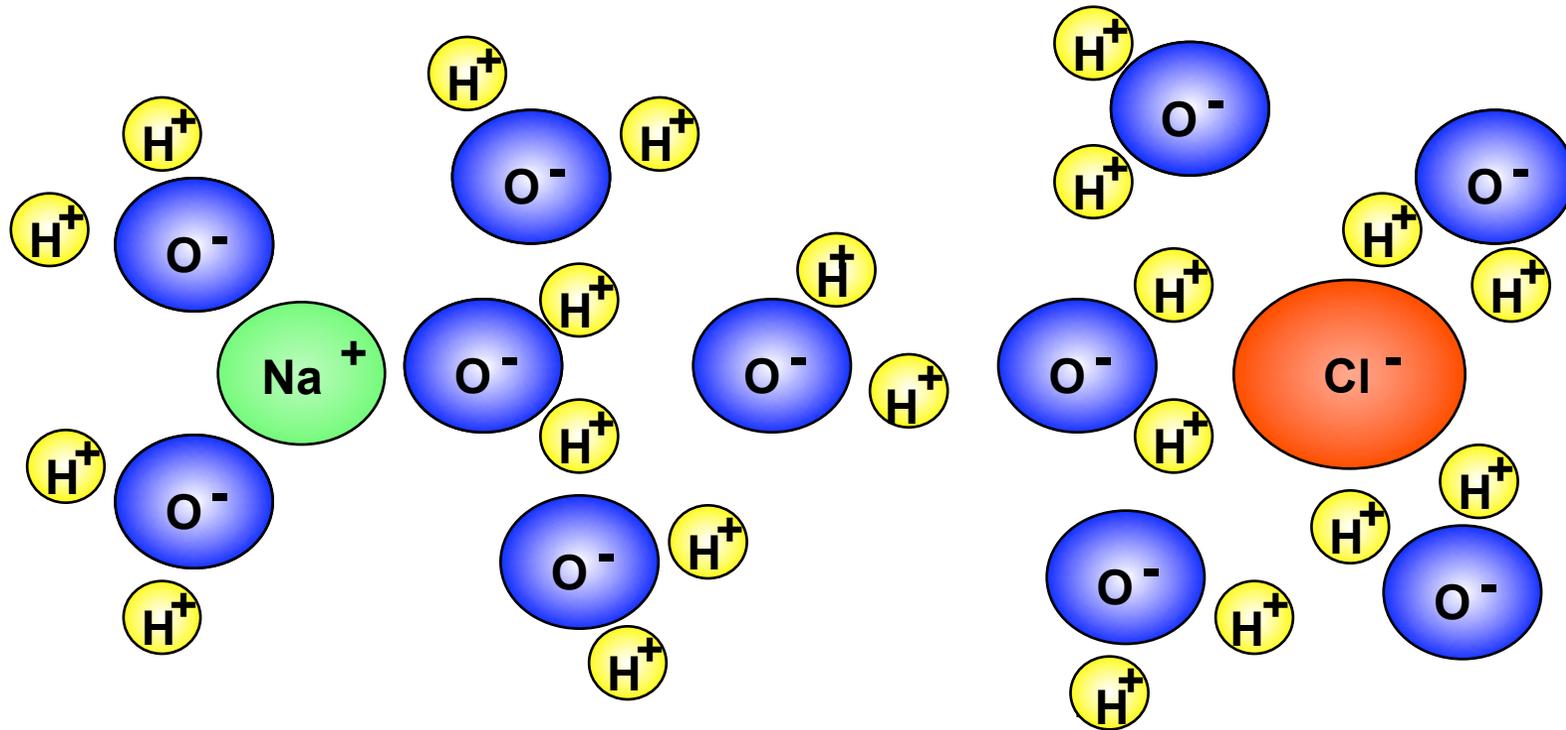
NaCl disociado en agua



Soluciones iónicas

- En la sal de mesa – el cristal de NaCl está unido por fuerzas de atracción eléctricas.
 - Su nombre químico es cloruro sódico (Na^+Cl^-)
 - Na^+ y Cl^- son mas atraídos por el agua que entre ellos.
 - Los iones son móviles en la solución
 - El NaCl se disocia en el agua en sus iones individuales Na^+ and Cl^-

NaCl disociado en agua



Iones comunes en el agua

<u>Cationes</u>	<u>Aniones</u>
Sodio (Na^+)	Cloruro (Cl^-)
Calcio (Ca^{+2})	Bicarbonato (HCO_3^-)
Magnesio (Mg^{+2})	Sulfato (SO_4^{-2})
Potasio (K^+)	Nitrato (NO_3^-)

Balancear un Análisis de Agua

	ppm	epm(+)	epm(-)	Ionic ppm
Calcio como CaCO_3	150	3,0	-	60 as Ca^{++}
Magnesio como CaCO_3	50	1,0	-	12 as Mg^{++}
Sulfato como $\text{SO}_4^{=}$	96	-	2,0	96 as $\text{SO}_4^{=}$
Cloro como Cl^-	18	-	0,5	18 as Cl^-
Bicarbonato como HCO_3^-	146	-	2,4	146 as HCO_3^-
		4,0	4,9	
Sodio como Na^+ (por diferencia)		0,9	-	21 as Na^+
epm Total		4,9	4,9	-
Sólidos Disueltos Totales				353

**Para convertir epm en ppm, multiplicar epm por peso equivalente.
Epm(+) deben ser iguales a epm(-).**

Saturación

Es la cantidad límite de una sal, que se puede disolver en un volumen fijo de una solución.

- Una vez que se alcanza ese límite, las sales comienzan a precipitar en forma sólida
- El punto de saturación de las sales, depende principalmente de la concentración de esos iones en la solución.
- Otros factores que afectan son: la temperatura, el pH, la concentración de todas las sales presentes, etc

INCRUSTACIONES MÁS FRECUENTES

Dependientes del PH:

Carbonato Cálculo – Fosfato Cálculo

No dependientes del PH:

Sulfato Cálculo – Sulfato de Bario – Sulfato de Estroncio – Fluoruro Cálculo

Límite individual:

Sílice

PELIGROSIDAD

- Carbonato Cálcico y Fosfato Cálcico :
Leve
Se destruye con un lavado a bajo pH
- Las restantes:
Grave
Prácticamente indestructibles una vez formadas

MÉTODOS DE PREDICCIÓN

- Para el Carbonato Cálcico:

Índice de Langelier (- 0 +)

Negativo: Insaturado

Positivo: Saturado

- Para la Sílice:

Valor límite dependiente de la temperatura

- Para las restantes:

Índice de saturación (%)

< 100 % : Insaturado

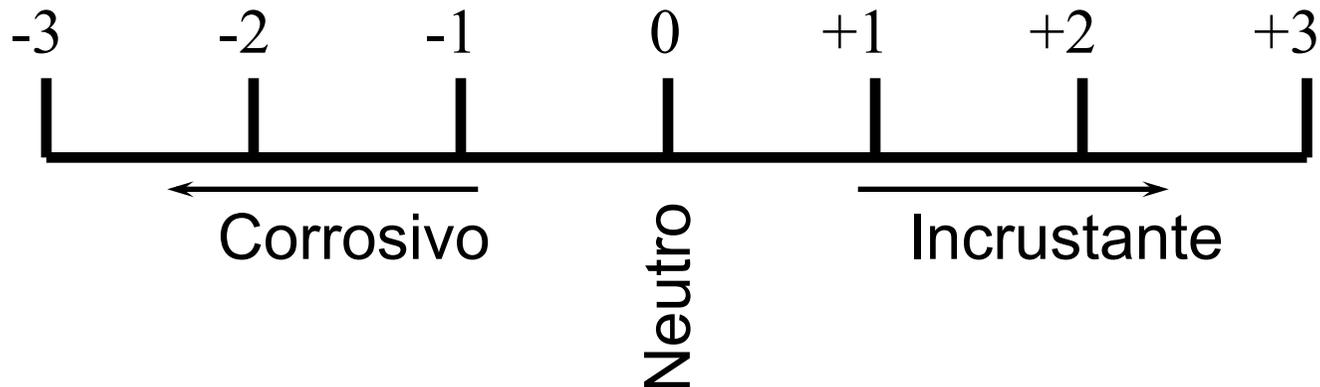
> 100 % : Saturado

Índice de Langelier

- Un índice para medir la tendencia de un agua a ser corrosiva o incrustante.
- Tiene que ver con el comportamiento del Carbonato cálcico.

Índice de Saturación

Carbonato de Calcio



Índice de Langelier

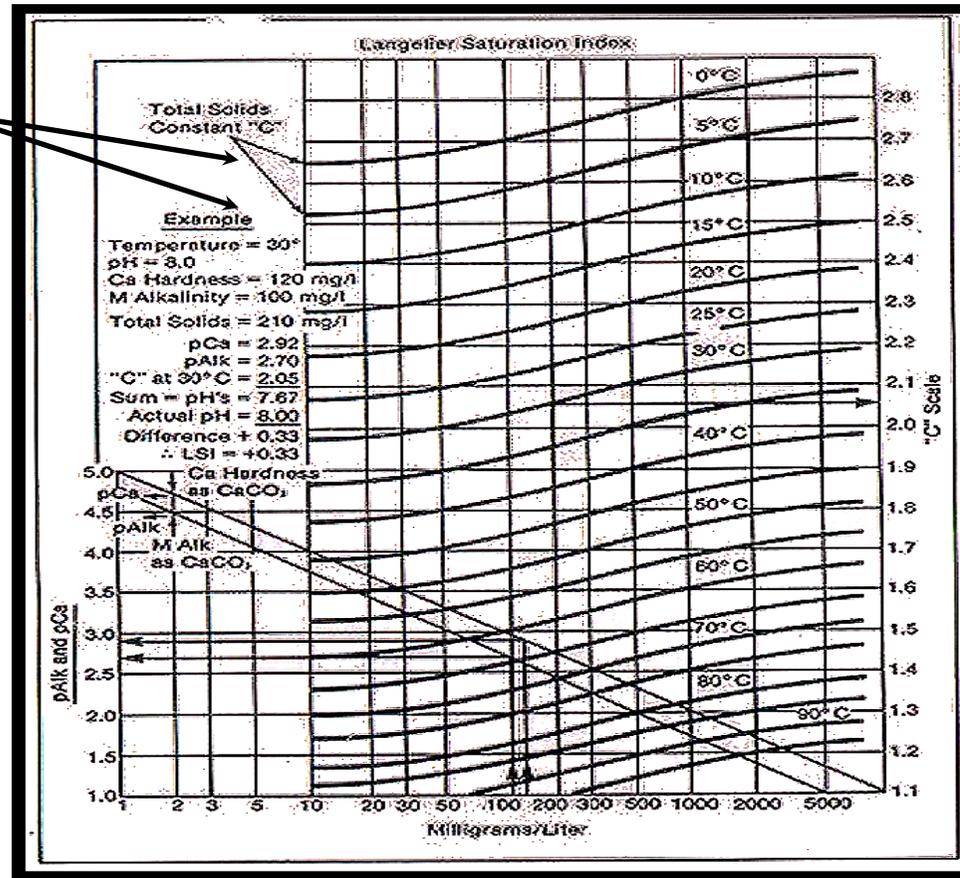
Para un agua específica, el índice depende de las características del agua de alimentación y del número de veces que se concentra (salmuera).

- pH, Temperatura, SDT, Calcio, y alcalinidad son los parámetros que determinan el Índice de Langelier
- El Índice de un sistema puede cambiarse, modificando la recuperación (Concentración de la salmuera), o añadiendo Ácido (pH de la salmuera).

Indice de Langelier

Sólidos Totales
Constant "C"

pAlk y pCa (1.0-5.0)



Miligramos/Litro (1-5000)

"C" (1.1-2.8)

Silt Density Index (SDI)

- Una medida de la tendencia del agua a ensuciar u obstruir membranas. Medida mediante aparatos estandar, consiste en medir el tiempo requerido para llenar 500 ml a una presión de 30 p.s.i. en el tiempo = 0 y posteriormente a los 5, 10 o 15 minutos, haciendo pasar el agua por un filtro de 0.45 micras.

Silt Density Index

$$SDI_T = ([1 - (t_i/t_f)]100)/T$$