

**LABORATORIO N°3**  
***Aguas – Solubilidad –***  
***Sistemas Coloidales –***  
***Reacciones de Doble***  
***Desplazamiento***



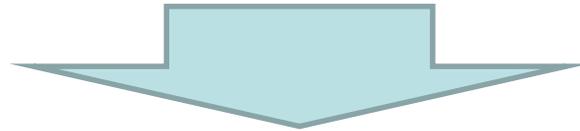
QUÍMICA – 63.01/83.01  
1º 2020

# **TRABAJO PRÁCTICO N°8.**

## **DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DE UNA MUESTRA DE AGUA POTABLE.**

# Dureza del Agua

Un agua es dura solamente en el caso de tener los iones



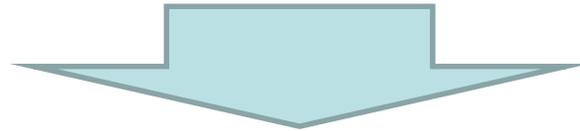
**Ca<sup>2+</sup>** y/o **Mg<sup>2+</sup>**

Si al menos uno de estos dos iones no está presente, el agua

**NO ES DURA**

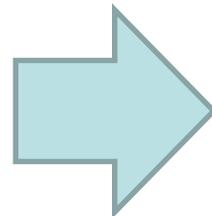
# Dureza del Agua

El anión bicarbonato **NO GENERA DUREZA**



El ión bicarbonato determina si la dureza es temporaria o permanente o ambas **sólo en el caso** de que estén presente los iones **calcio y/o magnesio**

Agua con bicarbonato  
pero sin los iones  
calcio y magnesio



**¡¡ES AGUA  
BLANDA!!**

# Dureza del Agua

- Dureza Temporal: Se elimina por calentamiento.
- Dureza Permanente: No puede ser eliminada por calentamiento.
- Dureza Total:  $D_{Temp} + D_{Perm}$  (mg/L o ppm).
- $D_{tot}(ppm) = (mmolCa^{2+} + mmolMg^{2+}) \times Mr_{CaCO_3} (100 \text{ mg/mmol}) / V_{mtra}(L)$



# Dureza del Agua

Por calentamiento el bicarbonato se descompone según la ecuación:



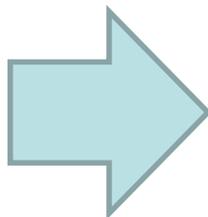
Los carbonatos de calcio y magnesio son insolubles y por lo tanto precipitan:



La reacción también suele escribirse:



Cuando un agua dura, que además contiene bicarbonato, es calentada a ebullición, las concentraciones de los iones calcio y magnesio disminuyen



Su dureza disminuyó. La diferencia entre la dureza inicial (*dureza total*) y la final (*dureza permanente*) se denomina *dureza temporaria*.

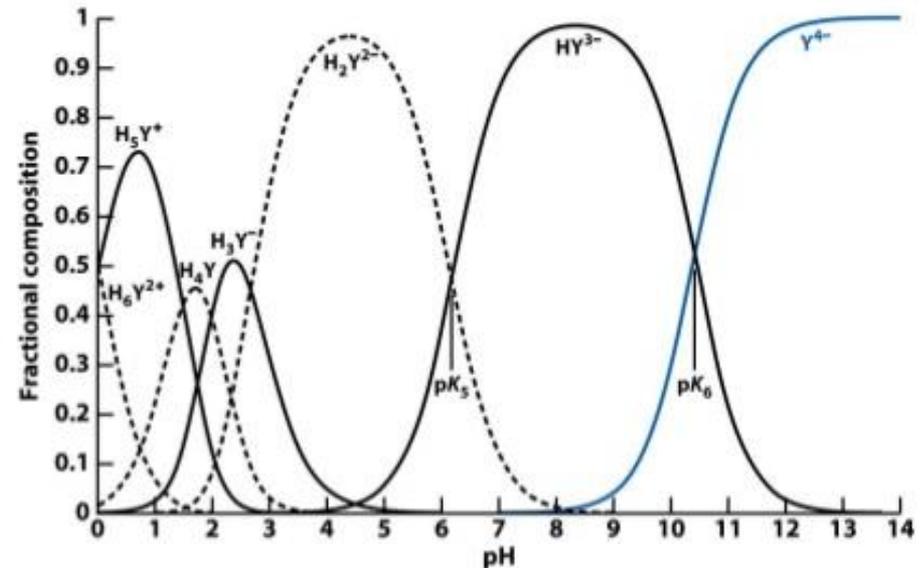
# Determinación de la dureza de agua por volumetría complejométrica.

- Volumetría complejométrica: Método para determinar la concentración de una sustancia a partir de una reacción de formación de complejo.
- Titulante: EDTA (ácido etilendiaminotetraacético).
- Indicador de punto final: NET (negro de ericromo-T).
- Estabilidad de los complejos formados:



# Determinación de la dureza de agua por volumetría complejométrica.

- El EDTA es un ácido tetraprótico.
- La formación del complejo ocurre con el ácido totalmente desprotonado.
- pH = 10. 
- A pH > 10 pueden precipitar los respectivos hidróxidos. Además no es claro el cambio de color en el punto final.



# Determinación de la dureza de agua por volumetría complejométrica.

Durante la titulación, las reacciones que ocurren son:



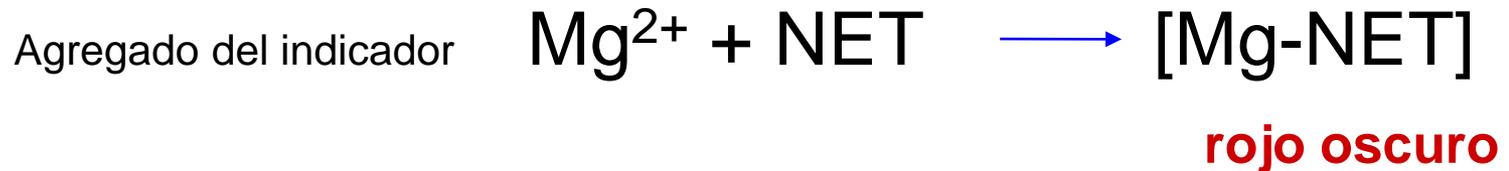
# Volumetría Complejométrica

Determinación de la dureza de una muestra  
de agua

[https://www.youtube.com/watch?v=ReTLAX  
PseJo](https://www.youtube.com/watch?v=ReTLAXPseJo)

# Determinación de la dureza de agua por volumetría complejométrica.

Durante la titulación, las reacciones que ocurren son:



# Determinación de la dureza de agua por volumetría complejométrica.

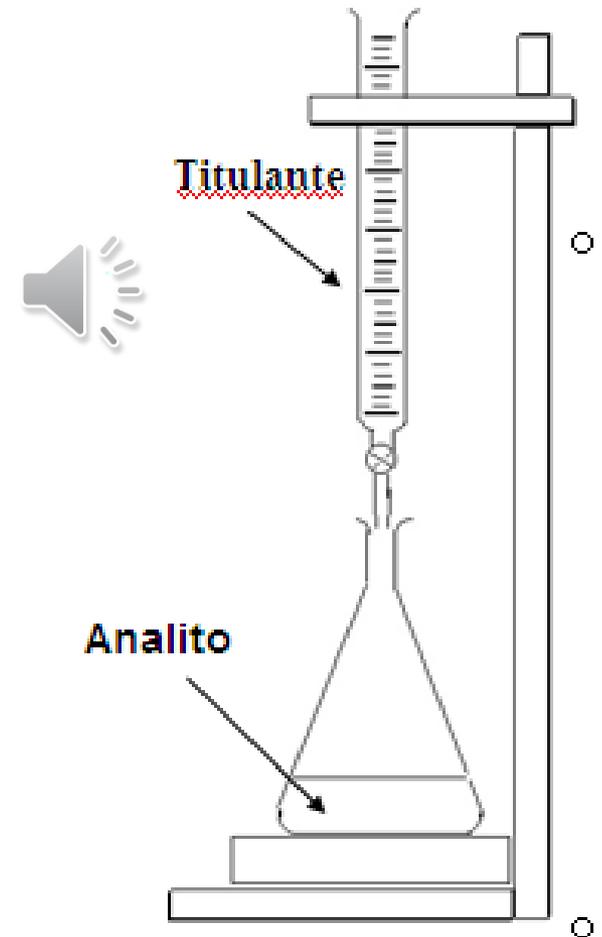
Teniendo en cuenta que la relación estequiométrica entre los cationes (Ca o Mg) y el EDTA es 1:1, se puede calcular la cantidad de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  existente, conociendo la concentración molar de la solución de EDTA y cuánto se ha usado.

$$V_{\text{EDTA}} \times C_{\text{EDTA}} = V_{\text{mtra}} \times C_{\text{mtra}}$$



# Parte Experimental: Determinación de la dureza de una muestra de agua.

- Se titularon 100ml de muestra (agua dura) + 10 gotas de buffer pH=10 + NET (indicador).
- Se agregó la solución de EDTA, gota a gota, hasta que la coloración cambie de **rojo oscuro** a **azul**.
- La concentración del EDTA utilizado fue de 0.01M.



## Parte Experimental: Determinación de la dureza de una muestra de agua.

- Así, conociendo la concentración molar del EDTA y el volumen utilizado, se puede calcular la concentración de iones Ca y Mg en la muestra:

$$V_{\text{EDTA}} \times C_{\text{EDTA}} = V_{\text{mtra}} \times C_{\text{mtra}}$$



- Luego, se puede calcular la dureza según:

$$D_{\text{TOT}}(\text{ppm}) = 100 \times 1000 \times C_{\text{mtra}}$$

# RECALCULANDO...

Vamos a calcular la dureza del agua valorada...

Volumen de muestra: 100ml

Titulante:

- Concentración de EDTA: 0.01M
- Volumen utilizado: 21ml



¿Cuál es la dureza del agua valorada?

# PARA PENSAR

¿Cuáles son los principales inconvenientes que puede generarle a la industria un suministro de agua dura? Podemos pensar en calderas, intercambiadores de calor, etc.

Existen diferentes métodos para ablandar agua dura... ¿Cuáles elegiríamos en función de sus beneficios, costos, etc... y el uso que le vayamos a dar al agua ya tratada?

Para trabajar con los temas aprendidos, los docentes les darán indicaciones para realizar diferentes actividades.