

 Centro de Gestión Industrial	Servicio Nacional de Aprendizaje SENA SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN GUÍA DE LABORATORIO Determinación de dureza en agua	Versión: 01 Fecha: Noviembre de 2014
---	---	--

CÓDIGO ENSAYO	
PROGRAMA	QUÍMICA APLICADA A LA INDUSTRIA
NORMA DE COMPETENCIA	Aplicar técnicas instrumentales de análisis de acuerdo a los protocolos y naturaleza de la muestra.
RESULTADOS DE APRENDIZAJE	29120100401. Cuantificar analitos según técnica analítica y requerimientos del ensayo.

1. Introducción

La dureza del agua es una de las características físico-químicas más relevantes en el control de calidad del recurso hídrico, pues influye tanto en sus propiedades organolépticas como en su aptitud para usos domésticos e industriales. Se define principalmente por la concentración de cationes alcalinotérreos, en particular calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), cuya presencia en exceso puede generar incrustaciones en tuberías, equipos de calentamiento y sistemas de distribución, además de afectar la eficiencia de jabones y detergentes.

El análisis de dureza en agua potable es, por tanto, un procedimiento rutinario en laboratorios de control de calidad, ya que permite verificar el cumplimiento de la normativa vigente y establecer si el agua suministrada es adecuada para consumo humano y para usos industriales básicos.

2. Construcción Marco Teórico

La dureza total del agua corresponde a la suma de las concentraciones de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), expresadas en equivalentes de carbonato de calcio (CaCO_3). Es un parámetro de calidad fundamental, ya que influye en el sabor del agua, la formación de incrustaciones en tuberías y la eficiencia de detergentes. Según su valor, el agua se clasifica como blanda, moderadamente dura, dura o muy dura, lo que permite establecer su idoneidad para consumo humano y diferentes procesos industriales.

La dureza cálcica se refiere específicamente a la fracción de la dureza total causada por los iones Ca^{2+} . Este tipo de dureza es la principal responsable de la formación de depósitos sólidos de carbonato de calcio en calentadores, calderas y sistemas de distribución, generando problemas de incrustación. Por otro lado, la dureza magnésica proviene de los iones Mg^{2+} y suele estar asociada a un sabor amargo en el agua, además de contribuir a la formación de incrustaciones, aunque en menor medida que el calcio. Ambas fracciones, sumadas, determinan el grado de dureza total del agua y son cuantificadas en los análisis de laboratorio mediante métodos volumétricos con EDTA.

La dureza total corresponde a la suma de ambas fracciones y suele expresarse en mg/L de carbonato de calcio (CaCO_3). Para su determinación analítica se emplean métodos volumétricos, siendo el más común la titulación complejométrica con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), en presencia de un indicador metalocrómico como el negro de eriocromo T, el cual forma complejos coloreados con Ca^{2+} y Mg^{2+} . Durante la titulación, el EDTA secuestra progresivamente los cationes divalentes hasta que el indicador libera el ion metálico y produce un viraje de color, señalando el punto final.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la dureza total del agua potable mediante el método de titulación complejométrica con EDTA, para evaluar su calidad y cumplimiento con parámetros normativos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de dureza presentes en el agua y su relevancia en procesos domésticos e industriales.
- Calcular la concentración de CaCO_3 en la muestra de agua potable a partir de los datos experimentales.
- Analizar los resultados obtenidos en relación con los límites establecidos en la normativa de calidad del agua para consumo humano.

4. Materiales

- | | |
|---|---------------------------|
| - Balones aforados de 500 L (ambar) (1 para todos los estudiantes). | mL y 10 mL (1 de c/u). |
| - Beaker de 500 mL (1 para todos los estudiantes). | - Pipeteadores (2). |
| - Pipetas pasteur (2). | - Beakers de 250 mL (3). |
| - Pipetas graduadas de 1 mL, 5 | - Erlenmeyers 250 mL (3). |
| | - Espátula (2). |
| | - Probeta 100 mL (1). |
| | - Bureta 25 mL (1). |

5. Instrumentos

Plancha de calentamiento.

6. Reactivos y preparación

- EDTA disódico.
- Carbonato de calcio.
- Hidróxido de sodio.
- Cloruro de amonio.
- Hidróxido de amonio.
- Ácido clorhídrico.
- Buffer de dureza.
- Negro de eriocromo T (NET).
- Murexida (indicador preparado).
- Rojo de metilo (indicador preparado).
- Agua destilada.

7. Elementos de Protección Personal (EPP) y dispositivos de seguridad

Para la realización de esta práctica es necesario el uso de los siguientes EPP y dispositivos de seguridad:

- Cabina de extracción.
- Fuente lava ojos.
- Kit de derrames.
- Bata blanca de laboratorio.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de nitrilo.
- Cofia.

8. Condiciones de seguridad

- Use los EPP permanentemente mientras permanece dentro del laboratorio. No se retire los EPP hasta que haya abandonado definitivamente el laboratorio.

9. Desarrollo de la Práctica

PARTE 1: PREPARACIÓN DE DISOLUCIONES:

Preparación de 500 mL 0,01 M de EDTA disódico (peso molecular 372,3 g/mol)

1. Marque el balón aforado de 500 mL como “solución EDTA”.
2. Realice los cálculos necesarios para determinar la masa de reactivo sólido que se requiere para preparar la solución del enunciado.
3. Pese la cantidad de soluto previamente calculada.
4. Transfiera cuantitativamente el soluto al balón marcado, agregue agua destilada para disolver.
5. Afore el balón, tape y homogenice.

Preparación de 200 mL 0,01 M de carbonato de calcio CaCO_3

1. Marque el balón aforado de 200 mL como “solución CaCO_3 ”.
2. Pese 0,2000 g de carbonato de calcio. Sea lo más preciso posible y tome nota de todos los decimales que entregue la balanza.
3. Transfiera el sólido pesado a un beaker de 250 mL y adicione cerca de 100 mL de agua.
4. El carbonato de calcio no es soluble en agua. Adicione gota a gota HCl agitando manualmente hasta ver que el sólido se disuelva por completo.
5. Caliente la solución y mantenga en ebullición por 5 min. Esto elimina el CO_2 disuelto.
6. Permita enfriar y agregue 3 gotas de rojo de metilo.
7. Lleve a tonalidad naranja adicionando HCl o NaOH según sea necesario (rojo pH 4,2; amarillo 6,3).
8. Transfiera toda la solución al balón de 200 mL y afore con agua.

Preparación de 50 mL de NaOH 10 %

1. Marque el balón beaker como “solución NaOH 10 %”.
2. Adicione 50 mL de agua desionizada.
3. Agite hasta disolver.

PARTE 2: VOLUMETRÍAS:

Estandarización del EDTA disódico

LA ADICIÓN DE LOS REACTIVOS DEBE REALIZARSE EN EL ORDEN DESCRITO A CONTINUACIÓN.

1. Transfiera a un Erlenmeyer de 250 mL, 5 mL de la solución de CaCO_3 .
2. Adicione 50 mL de agua desionizada.
3. Adicione 1 mL de solución buffer de dureza.
4. Adicione 3 gotas de indicador NET. La solución inicia en tono rojizo.
5. Adicione EDTA desde la bureta.
6. La volumetría finaliza cuando el tono azul sea apreciable y permanente.
7. Tome nota del volumen adicionado de EDTA, y enrace nuevamente a cero la bureta y repita con el siguiente Erlenmeyer de patrón primario.
8. Calcule la concentración de EDTA tal como se indicó en clase teniendo en cuenta las ecuaciones descritas en el marco teórico.

# pesada	Peso patron 1°	Volumen gastado	Molaridad EDTA	Promedio	Varianza	Desv	CV
1							
2							
3							

9. Repita el procedimiento mezclando 50 mL de agua destilada, 1 mL de buffer de dureza y 3 gotas de indicador, esta mezcla será el blanco de la volumetría. Se realiza una sola vez.

Determinación de dureza total en agua de la llave (potable).

1. Mida 100 mL de muestra y transfíralos a un Erlenmeyer de 250 mL.
2. Adicione 50 mL de agua desionizada.
3. Adicione 1 mL de solución buffer de dureza.
4. Adicione 3 gotas de indicador NET. La solución inicia en tono rojizo.
5. Adicione EDTA desde la bureta.
6. La volumetría finaliza cuando el tono azul sea apreciable y permanente.
7. Tome nota del volumen adicionado de EDTA, y enrace nuevamente a cero la bureta y repita con el siguiente Erlenmeyer de muestra.
8. Calcule la concentración de carbonato de calcio tal como se indicó en clase.

# mta	Volumen gastado	Molaridad CaCO_3	CaCO_3 ppm	Promedio	Varianza	Desv	CV
1							
2							
3							

Determinación de dureza cálcica en agua de la llave (potable).

1. Mida 100 mL de muestra y transfíralos a un Erlenmeyer de 250 mL.
2. Adicione 50 mL de agua desionizada.
3. Adicione 2 mL de NaOH 10 %.
4. Adicione una pizca de indicador murexida. Es sólido mezclado con NaCl, use su microespátula. Homogenice mediante agitación del Erlenmeyer.
5. Adicione EDTA desde la bureta.
6. La volumetría finaliza cuando el rosa inicial cambie a morado.
7. Tome nota del volumen adicionado de EDTA, y enrace nuevamente a cero la bureta y repita con el siguiente Erlenmeyer de muestra.
8. Calcule la concentración de Ca^{+2} tal como se indicó en clase.

# mta	Volumen gastado	Molaridad CaCO_3	CaCO_3 ppm	Promedio	Varianza	Desv	CV
1							
2							
3							

- 9 La dureza magnésica será la resta de la total menos la cálcica.

10. Cálculos y expresión de resultados

- Organice los datos en las tablas de registro, donde se encuentre cada una de las mediciones realizadas (pesos, volúmenes, observaciones) en cada numeral.
- Realice los cálculos de concentración de todas las soluciones.

11. Preguntas de reflexión post laboratorio:

1. ¿Por qué es necesario usar una buffer de dureza para ajustar el pH?
2. ¿Por qué es necesario usar NaOH al 10 % para subir el pH de la muestra en la determinación de dureza cálcica?

12. Manejo de residuos peligrosos

Teniendo en cuenta el diagrama de disposición de residuos peligrosos del laboratorio, establezca en que recipiente disponer los residuos generados.

CONTROL DE DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Elaboración	David Leonardo Sotelo	Instructor	Química aplicada a la industria	Sept/2025
Revisión				
Aprobación				

CONTROL DE CAMBIOS

Versión No.	Fecha de aprobación	Descripción del cambio	Solicitó