



MÉTODO ANALÍTICO CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: ELECTROMÉTRICO, SM 2510 B.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá

| | |
|--|-------------------------------|
| Código: D-7.2-19 | Versión: 15 |
| Revisó: Subdirector de Planeación y O.T. | Aprobó: Director General (E). |
| Fecha: 09 de Julio de 2025 | Fecha: 09 de Julio de 2025 |
| Resolución: 100-03-10-23-1338-2025 | Páginas: 1 de 6 |

1. DESCRIPCIÓN

La conductividad (k) es una medida de la capacidad de una solución acuosa para llevar corriente eléctrica, y depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura. Las soluciones de compuestos inorgánicos suelen ser buenos conductores, mientras que las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en solución acuosa conducen mal o no conducen en absoluto.

2. ALCANCE

Este método analítico aplica para la determinación de conductividad en aguas potable, superficiales, marinas, subterráneas y residuales domésticas y no domésticas.

3. FUNDAMENTOS DEL MÉTODO

3.1 Principio

La conductancia (G) se define como el recíproco de la resistencia (R), y se expresa como $G=1/R$, con unidades en ohmios (ohm) para R y mho (ohm^{-1}) para G . La conductancia de una solución se mide entre electrodos fijos y químicamente inertes con una corriente alterna para evitar la polarización en las superficies de los electrodos.

La conductancia de una solución (G) es directamente proporcional al área del electrodo (A) y inversamente proporcional a la distancia entre los electrodos (L), relacionada por la constante de proporcionalidad (k): $G=k(A/L)$, denominada conductividad. La conductividad se expresa en unidades de microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) o micromho por centímetro ($\mu\text{ohm}^{-1}/\text{cm}$) y se puede convertir a unidades del Sistema Internacional (SI) como milisiemens por metro (mS/m).

4. TOMA DE MUESTRAS Y ALMACENAMIENTO

La muestra debe recolectarse y transportarse sin ningún preservante químico y refrigerada a temperatura inferior a 6 °C. Un volumen de 100 mL es suficiente para realizar el análisis, almacene en un recipiente completamente lleno y bien tapado

para prevenir cambios en la composición de la muestra. El período máximo de almacenamiento es de 28 días.

5. MATERIALES Y EQUIPOS

- Instrumentos de medición, capaz de medir la conductividad con un error que no exceda el 1% o 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que sea mayor.
- Termómetro, capaz de ser leído con una precisión de 0.1 °C y que cubra el rango de 23 a 27 °C. Muchos medidores de conductividad están equipados para leer automáticamente la temperatura.
- Celda de conductividad

6. REACTIVOS

- Agua grado reactivo.
- Solución estándar certificada con una conductividad de 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En caso que se requiera de solución estándar de 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sin trazabilidad metrológica, esta puede ser preparada en el laboratorio.
- Solución estándar de KCl 0.01 M: Disolver en agua grado reactivo 0.7456 g de cloruro de potasio (KCl) secado previamente durante 1 hora a 104 °C y diluir a 1000 mL en matraz volumétrico a 25 °C. Esta solución estándar tiene, a 25 °C, una conductividad de 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este valor es satisfactorio para la mayoría de las muestras cuando la celda tiene una constante entre 1 y 2 cm^{-1} .

7. PROCEDIMIENTO

7.1. Determinación de la constante de la celda

Enjuagar la celda de conductividad con al menos tres porciones de la solución de KCl 0.01 M. Ajustar la temperatura de la cuarta porción a $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$. Si el medidor de conductividad muestra resistencia, R (ohms), mida la resistencia de esta porción y tome nota de la temperatura. Calcular la constante de la celda, C, como:

$$C, \text{cm}^{-1} = (0.001412)(R_{\text{KCl}})[1+0.019(T-25)]$$

Dónde:

R_{KCl} = Resistencia medida en ohms.

| | | |
|---|-------------|----------------|
| Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá | | |
| D-7.2-19 | Versión: 15 | Página: 2 de 6 |

T = Temperatura en °C.

Si el equipo de medición de conductividad determina la constante de celda de manera automática omita este paso (ver instrucciones del fabricante).

7.2. Medida de la conductividad

- Lave bien la celda con agua desionizada y secar o lavar la celda de conductividad (electrodo) con una o más porciones de la muestra a medir.
- Ubicar la celda en la muestra de tal manera que no queden retenidas burbujas de aire.
- Ajustar la temperatura de la muestra a 25.0 ± 0.1 °C o realizar las correcciones necesarias para que el valor quede determinado a 25 °C (Generalmente los equipos realizan automáticamente la corrección de conductividad por efectos de la temperatura).
- Medir y registrar el valor obtenido de la resistencia o la conductividad de la muestra.
- Lavar el electrodo con abundante agua y secar.

8. CÁLCULOS Y RESULTADOS

- a) Cuando se mide resistencia de la muestra, la conductividad a 25°C es:

$$k = \frac{(1000000)(C)}{R_m[1 + 0.0191(T - 25)]}$$

Dónde:

k = Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

C = Constante de la celda (cm^{-1})

R_m = Resistencia medida de la muestra (ohms)

T = Temperatura de medida (°C)

- b) Cuando se mide conductividad de la muestra sin compensación de la temperatura, la conductividad a 25 °C es:

$$k = \frac{(k_m)}{1 + 0.0191(T - 25)}$$

Dónde:

k_m = Conductividad medida en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a T ($^{\circ}\text{C}$)

- c) Ciertos instrumentos poseen compensación de temperatura y leen la conductividad en unidades de $\mu\text{hos}/\text{cm}$ ($\mu\text{S}/\text{cm}$), en dicho caso la lectura es corregida automáticamente a 25°C , y se reporta directamente el valor medido.

9. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Por cada lote de 20 muestras analizadas, ejecute los siguientes controles de calidad:

- Un blanco fortificado de laboratorio (Solución patrón de 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$ certificado). Error aceptado $\leq 1.0\%$.
- Una muestra por duplicado. DPR $\leq 2.0\%$. Registrar los resultados en su respectiva carta de control de precisión.

10. MANTENIMIENTO

El electrodo debe guardarse dentro de su embolo cuando no se utiliza, después de ser utilizado en el análisis de muestras se debe lavar con abundante agua y se recomienda sumergir en una solución de etanol al 10% durante media hora y luego guardar en seco, lo anterior para evitar formación de suciedad, hongos o algas que puedan afectar la conducción de la electricidad.

11. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. In: Lipps Wc, Braunt-Howland Eb, Baxter Te. Eds. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 24th Ed. Washington Dc: APHA PRESS;2023. SM 2510 B.

12. CONTROL DE CAMBIOS

| Fecha | Resolución | Versión | Detalle |
|------------|-------------------|---------|---|
| 12/10/2010 | 300-03-10-23-1426 | 01 | Aprobación inicial con código y nombre D-5.4-21: MÉTODO ANALÍTICO ELECTROMÉTRICO PARA CONDUCTIVIDAD. |

| | | |
|---|-------------|----------------|
| Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá | | |
| D-7.2-19 | Versión: 15 | Página: 4 de 6 |

| | | | |
|------------|-------------------|----|---|
| 25/06/2011 | 300-03-10-23-0686 | 02 | Se cambió el nombre del documento y en el ítem de bibliografía se modificó el dato del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 20 ed., New York, 1999" por la de "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 21 ed. 2005". Conductividad eléctrica: Electrométrico, SM 2510 B. |
| 08/03/2013 | 300-03-10-23-0294 | 03 | Se modifica el método por cambio de equipo de medición, antes un conductímetro análogo y ahora es digital. |
| 10/04/2014 | 300-03-10-23-0523 | 04 | Se elimina el desarrollo de porcentajes de recuperación ajustándose así al criterio de control de calidad 2020B del Standard Methods ed 22; se actualiza la versión del Standard Methods. |
| 04/05/2016 | 300-03-10-23-0486 | 05 | Se incluye lo siguiente: Se debe verificar que el método en el equipo tenga activada la compensación por temperatura a 25°C de la conductividad de las muestras, de lo contrario hacer el ajuste manual y reportar siempre a 25°C. $K(\mu\text{S}/\text{cm}) = K_t / (1 + 0.0191 * (t - 25))$ <p>Donde K = conductividad de la muestra referenciada a 25°C. K_t = conductividad de la muestra a la temperatura de medición. t = temperatura de medición de la muestra.</p> <p>Los resultados se reportan como $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.</p> <p>Las calibraciones son periódicas y los valores de los patrones de referencia pueden servir de indicador de necesidad de calibración. El error aceptado para los patrones de KCl 0.01M es hasta el 5%, de lo contrario se limpia el equipo, se enjuaga el electrodo, se calibra y se verifica de nuevo con soluciones de KCl hasta que cumpla el criterio, si la anomalía persiste realizar un trabajo no conforme y comunicar de inmediato al jefe de área o director técnico.</p> |
| 09/06/2016 | 300-03-10-23-0649 | 06 | Se incluye que: Por cada lote de 5 a 10 muestras se deben leer patrones por duplicado de KCl 0.01M de una conductividad aproximada de 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C para verificar la estabilidad de la constante de celda, anexo a esto se debe leer una muestra por duplicado. |
| 05/10/2016 | 300-03-10-23-1303 | 07 | Se actualiza el logo corporativo. Se cambia el uso del coeficiente de variación por el RPD. |
| 10/11/2017 | 300-03-10-23-1429 | 08 | Se ajusta el intervalo de trabajo o de medición indicando que es desde el valor de reporte o LCM hasta 25.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. |
| 15/08/2018 | 300-03-10-23-1436 | 09 | De acuerdo al Standard Methods Ed. 23 de 2017 se especifican los siguientes cambios: En la sección de SEGUIMIENTO Y CONTROL se cambia el número de muestras por lote a ≤ 20, además se reduce la verificación de patrones a uno por cada lote. |

| | | | |
|------------|-------------------|----|--|
| 27/05/2019 | 300-03-10-23-0615 | 10 | En la sección de FUNDAMENTO DEL MÉTODO – PRINCIPIO se elimina la premisa: "...para muestras que presenten valores superiores se acude a la dilución con agua destilada o desionizada", debido a que para métodos de medición directa no se maneja dilución del analito. |
| 19/11/2019 | 300-03-10-23-1429 | 11 | Se adicionó la sección 2 – ALCANCE donde se especifica "El método para medición directa del parámetro es aplicable a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y aguas lluvias". Por otro lado, en la sección PREPARACIÓN DE REACTIVOS se corrigió la cantidad de sal de KCl usada para la preparación del Std de 0.01M (1412 µS/cm). En la sección 8 – PROCEDIMIENTO se indica de manera clara el paso a paso para realizar la calibración del conductímetro. Se cambia la codificación del documento pasando de D-5.4-21 a D-7.2-19 de acuerdo a la nueva versión de la Norma – ISO/IEC 17025:2017. |
| 18/07/2020 | 300-03-10-23-0792 | 12 | Se ajustan los criterios de aceptación de control así: %RPD< 2% y %Error <1%. |
| 26/05/2022 | 300-03-10-23-1320 | 13 | Se reestructura el procedimiento de análisis y se plantean las ecuaciones para el cálculo y la expresión de los resultados. Se establecen los controles de calidad para el método de conductividad acorde a lo establecido en la metodología normalizada. |
| 24/11/2023 | 300-03-10-23-2554 | 14 | Se actualiza el documento para la determinación de pH de acuerdo con la metodología normalizada de Standard Methods 2510 B de 2022, edición 24. |
| 09/07/2025 | 100-03-10-23-1338 | 15 | Se corrigió el año de publicación de la versión vigente de Standard Methods (2023). |

Última línea-----última línea-----última línea