



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia

SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA GRUPO-LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

Código: TP0082

Fecha: 12/07/2006

Versión: 02

Página: 1 de 7

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA

TÍTULO: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA POR EL MÉTODO
ELECTROMÉTRICO EN AGUAS

CÓDIGO: TP0082

VERSIÓN: 02

COPIA N°: _____

ELABORADO POR:

DORIS SANABRIA SUAREZ
BIOLOGA

REVISADO Y
ACTUALIZADO POR:

LUZ CONSUELO ORJUELA.
QUÍMICA FARMACEUTICA U.N.

APROBADO POR:

MARTA ELENA DUQUE S.
COORDINADORA
LABORATORIO DE CALIDAD
AMBIENTAL

* Este documento debe ser revisado por lo menos cada **dos** años.



CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA

**CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUAS POR EL METODO
ELECTROMETRICO**

1. Introducción

La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayor parte de los compuestos inorgánicos son buenas conductoras. Las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala.

Para la determinación de la conductividad la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios. La conductividad es el inverso de la resistencia específica, y se expresa en micromho por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$), equivalentes a microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$) o milisiemens por centímetro (mS/cm) en el Sistema Internacional de Unidades.

El intervalo de aplicación del método es de 10 a 10.000 (o hasta 50.000) $\mu\text{mho/cm}$, las conductividades fuera de estos valores son difíciles de medir con los componentes electrónicos y las celdas convencionales.

El método es aplicable a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida. El rango de trabajo en el IDEAM oscila entre 0.0 y 1999 $\mu\text{S/cm}$.

2. Definiciones

$\mu\text{S/cm}$ = microsiemens por centimetro.

mS/cm = milisiemens por centrimetro.

g = gramo

M = Molar

3. Aspectos de Salud y Seguridad Laboral.

Revise antes de iniciar la práctica el Manual de Higiene Seguridad y la Hoja de Seguridad número 103, que reposan en los AZ, en el mueble de la entrada en el Area de recepción de muestras. Estas hojas de seguridad también puede encontrarlas, en el PSO en el puesto de trabajo.

En el desarrollo de todo el análisis utilice de manera obligatoria los siguientes implementos de seguridad: bata, guantes, respirador para ácidos, gafas protectoras, zapatos antideslizantes.



CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA

4. Limitaciones e Interferencias:

El valor de la conductividad de una solución depende de la temperatura de la muestra, en el momento de ejecutar la medición, siempre confirme en el conductímetro que la temperatura de referencia sea de 25.0°C, la constante de la celda de 0,469 cm⁻¹ y la compensación de temperatura de 1,91%K.

Las desviaciones de las mediciones con equipos de conductividad se presentan cuando los electrodos almacenan residuos y la muestra no circula adecuadamente. Para evitarlo lave perfectamente el electrodo con abundante agua desionizada cuando lo requiera y enjuague perfectamente con agua desionizada. Agite homogéneamente la muestra.

Evite realizar mediciones a temperaturas excesivas ó mediciones en soluciones especiales (p.ej. soluciones de ácidos o bases fuertes, solventes orgánicos), ya que puede dañar la celda o acortar su tiempo de vida considerablemente.

Evite variaciones de la constante no debidas a alteraciones de la celda, asegurándose de que las condiciones de preservación y almacenamiento de las soluciones estándar de KCl sean óptimas. Si se presentan cambios es conveniente preparar una nueva solución estándar de 0.0100M y verificar.

Antes que alterar la constante de la celda, mejore las condiciones de preparación de las soluciones patrón de KCl, pues esta produce un cambio proporcional en todo el rango estudiado.

No limpie el electrodo con gasolina, acetona o alcohol.

5. Resultados de la Validación del método

	Blanco	KCl 0,0001 M	KCl 0,001 M	KCl 0,01 M	KCl 0,02 M	Muestra baja	Muestra alta
	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$	mS/cm^a	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$
[KCl], M	0,0001			0,0005	0,001	0,005	0,01
Conductividad	1,6	16,7	147,8	1414	2,77	17,0	190,3
Límite de confianza de 95%	0,4	0,4	0,3	0,6	0,002	0,2	0,1
Coefficiente de Variación, %	46,9	3,7	0,4	0,1	0,1	2,2	0,1
Error relativo, %	-	12,3	0,6	0,2	0,2	-	-

^a Estas unidades aplican para los datos de conductividad y límite de confianza en cada columna.



CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA

La precisión de los conductímetros comerciales se encuentra entre 0,1 y 1,0 %. Se espera una reproducibilidad de 1 a 2 % después de calibrar el instrumento.

6. Toma y preservación de la muestra

El volumen mínimo para esta determinación es de 50 mL, en envase de plástico (polietileno o equivalente). No le adicione ningún preservante, refrigere a 4°C para enviar la muestra al Laboratorio. Siga las instrucciones de muestreo para agua lluvia TI0137, agua superficial TI207 y agua residual TI0187. El período máximo de almacenamiento de espera para el análisis es de 28 días.

7. Aparatos, reactivos y materiales

7.1 Aparatos

- Conductímetro WTW modelo LF538 con celda estándar de conductividad TetraCon 325, sensor de temperatura y tres modos de compensación de temperatura. Revise previamente el manual del equipo. Resolución 0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Balanza analítica electrónica con aproximación de 0.0001 g.

7.2 Reactivos

- Solicite los reactivos diligenciando el formato AF0041.
- *Agua Ultrapura*. Obtenida mediante un purificador Labconco WaterPro PS.
- *Cloruro de potasio, KCl sólido*. Grado analítico, mínimo del 99% de pureza.

7.3 Materiales

- Balones aforados clase A de 1000 mL.
- Vasos de vidrio de 100 mL.
- Vasos de precipitado plásticos de 100 mL.
- Pipeta Pasteur.
- Microespátula.

8. Procedimiento de limpieza de vidriería

Revise el Procedimiento Relacionado TP0125. Lavado material de vidrio, siga las directrices para material de uso general y enjuague con agua ultra pura mínimo tres (3) veces.

Utilice el material al que se le haya efectuado control de calidad.

Antes de preparar los estándares de KCl enjuague los balones, los vasos de vidrio y el frasco lavador con agua desionizada por lo menos unas cinco veces, adicione agua desionizada y verifique que la conductividad sea máximo de 0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



9. Procedimiento de preparación de estándares

9.1. Estándar de Calibración

Prepare solución de KCl de una concentración de 0,0100 M, para calibrar el equipo así:

- Estándar de calibración de cloruro de potasio, KCl 0,0100 M. *pese exactamente* 0,7456 g de KCl anhidro, agréguele aproximadamente unos 40 mL de agua ultrapura para iniciar su disolución. Esta pesada debe hacerse lo mas exactamente posible porque de ello dependerá la conductividad eléctrica de la solución preparada.

Transfiera cuantitativamente ésta solución en un balón volumétrico de 1000 mL. Agite muy bien la solución antes de aforarla. Verifique que la conductividad de ésta solución es de 1412 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25,0 °C.

Diligencie el Libro de preparación de reactivos y rotule los frascos plásticos para envasar estas soluciones, enjuáguelos por lo menos tres veces con cada una de ellas y almacénelos en la nevera a 4°C.

Para facilitar el manejo, mantenga en permanente refrigeración la solución stock y para uso semanal de verificación del equipo, saque una fracción de 50 mL la cual puede permanecer en el mesón en envase plástico a temperatura ambiente.

9.2 Estándar de Control

- A partir de una solución comercial de buffer pH 10.00 (MolLabs) haga una dilución de 5 mL en 1000 mL con agua ultrapura y manténgala a temperatura ambiente. Esta solución a una temperatura cercana a los 20°C proporciona una conductividad eléctrica de aproximadamente 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

10. Procedimiento de análisis:

10.1 Calibración del equipo

Calibre semanalmente el conductímetro, revise el formato de Control de Calibración TF0020, si aún no se ha realizado tal procedimiento, calibre el Conductímetro utilizando el Instructivo Código TI0333 del Conductímetro de mesa WTW LF 538. Diligencie el formato TF0020 y las cartas de control.



CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA

Si el conductímetro ya está calibrado y se encuentra prendido verifique que la pantalla registre las unidades de medición $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura $^{\circ}\text{C}$, y las condiciones Arng (auto-rango), TREF25 , LnF (compensación automática de temperatura), para iniciar las lecturas.

Si el conductímetro está apagado al prenderlo aparecen estos valores de la calibración obsérvelos y así no es necesario verificarlos.

10.2 Medición de la conductividad.

Cuando vaya a analizar muestras solicítelas diligenciando el formato AF 0061. Lave perfectamente la celda con abundante agua desionizada, revise que este perfectamente limpia.

Agite homogéneamente la muestra e introduzca directamente la celda (si la boca del recipiente es de un ancho suficiente que lo permita), garantizando que la ranura del sensor quede completamente sumergida en ella. En caso contrario, transfiera una alícuota de 40 a 50 mL de la muestra a analizar en un vaso de p, purgue la celda de conductividad con la misma muestra, lea y reporte la conductividad medida en las unidades designadas ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en el formato de captura de datos de electrometría TF0021, incluyendo los resultados registrados en la calibración semanal en el formato TF0020.

Pase un estándar de control de aproximadamente $60 \mu\text{S}/\text{cm}$, grafique inmediatamente el resultado en la respectiva carta de control y un duplicado por cada 20 muestras.

Registre los resultados con 3 cifras significativas en la carta de control, verifique que los valores se encuentren dentro del rango de 2 (S) desviaciones estándar por encima ó por debajo, respecto del valor teórico esperado.

11. Procesamiento de datos y cálculo de resultados

Reporte la conductividad medida verificando si las unidades en la pantalla del equipo aparecen como $\mu\text{S}/\text{cm}$ o mS/cm .

12. Sección de control de calidad (CC) y Aseguramiento de la calidad



CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA

Antes de realizar una medición siempre confirme en el conductímetro, que la temperatura de referencia sea de 25.0°C, la constante de la celda de 0,469 cm⁻¹, la compensación de temperatura de 1,91%K, y que se mantengan condiciones de modo nLF y ARng.

Verifique el estándar de control, si el resultado analítico cae fuera de los límites de control normales, diríjase al líder de análisis fisicoquímico para buscar la solución al problema.

Corra un duplicado por cada 20 muestras analizadas.

13. Bibliografía

Cortés Silva Guillermo. Informes de Prevalidación y Validación de Conductividad eléctrica. IDEAM. Santafé de Bogotá. 1997 – 1998.

GARAY, J.; PANIZZO, L.; LESMES, L.; RAMIREZ, G.; SANCHEZ, J. Manual de Técnicas Analíticas de Parámetros Físico-Químicos y Contaminantes Marinos. 3ª ed. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena, 1993.

Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. United States Environmental Protection Agency. Cincinnati, 1983.

RODIER, J. Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Omega, Barcelona, 1981.

SAWYER, C.; McCARTY, P. Chemistry for Environmental Engineering. McGraw Hill, New York, 1996.

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, 1998.