

|  |  |                     |             |
|--|--|---------------------|-------------|
|  | <b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b><br><br><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|  |  | VERSIÓN             | 0           |
|  |  | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|  |  | PÁGINA              | 1 de 9      |

## 1. OBJETIVO

Determinar cuantitativamente la conductividad eléctrica en muestras de agua, usando como referencia el método electrométrico Standard Methods 2510 B.

## 2. ALCANCE

El método es aplicable para la determinación de conductividad en aguas para consumo humano, natural superficial, natural subterránea y aguas para uso recreativo/estructuras similares, en el LDSP Santander.

## 3. RESPONSABILIDAD

Será responsabilidad de:

- **Coordinador LDSP:** Aprobar el presente documento, supervisar el estricto cumplimiento de lo establecido en el mismo y avalar los resultados que de éste se generen.
- **Profesional Analista del Laboratorio:** Encargado del análisis físico químico del agua del Laboratorio Departamental de Salud Pública: aplicar la técnica descrita en el presente manual con estándares de calidad, oportunidad y avalar los resultados que se generen del mismo.

## 4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

**Solución acuosa:** es cualquier solución en la que el agua (H<sub>2</sub>O) es el disolvente o solvente mayoritario.

**Corriente eléctrica:** es el flujo de cargas a lo largo de un conductor. Las cargas se mueven debido a una diferencia de potencial aplicada a los extremos del conductor.

**Movilidad iónica:** capacidad de desplazamiento de los iones en el campo eléctrico, en función de la carga eléctrica de los mismos y de su tamaño.

**Microsiemens:** unidad derivada del SI para la medida de la conductancia eléctrica, que se representa con el símbolo  $\mu\text{S}$ .

**Solución patrón:** es la disolución de una sustancia utilizada como referencia al momento de hacer una valoración o estandarización.

|  |   |                     |             |
|--|---|---------------------|-------------|
|  <p>República de Colombia</p> <p>DEPARTAMENTO DE SANTANDER</p> <p>Gobernación de Santander</p> | <p><b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b></p> <p><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b></p> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|  |   | VERSIÓN             | 0           |
|  |   | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|  |   | PÁGINA              | 2 de 9      |

**Conductímetro:** equipo que mide la resistencia eléctrica que ejerce el volumen de una disolución encerrado entre dos electrodos.

**Electrodo:** extremo de un conductor en contacto con un medio, al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica.

## 5. CONDICIONES GENERALES

Revisar el Manual del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo y las hojas (fichas) de Seguridad correspondientes y tener as precauciones necesarias para su utilización.

Utilizar los elementos de protección personal (EPP) adecuados para la realización de la marcha analítica, (bata de laboratorio, zapatos antideslizantes, gafas protectoras y guantes de nitrilo) y registrar en el formato de verificación de uso de elementos de protección: MI-GS-RG-378

De acuerdo a las especificaciones del conductímetro utilizado para la medición de muestras, el rango de temperatura de operación es de 10 °C – 40°C y humedad relativa máxima de 80%. Para la lectura de muestras, hacer la determinación a temperatura ambiente; la variación en un rango de 10 °C no causará un error apreciable. Las condiciones ambientales del área donde se realiza la técnica son vigiladas a través del termo higrómetro y son registradas en el formato de condiciones ambientales Formato MI-GS-RG-37.

### **Disposición de residuos:**

Los residuos de las muestras, patrones titulados y soluciones, deben disponerse en un contenedor adecuado rotulados de acuerdo a lo establecido en el laboratorio y diligenciar el formato de entrega de residuos químicos para disposición final: MI-GS-RG-375 y manipularse correctamente según lo establecido en los protocolos de bioseguridad del laboratorio.

## 6. FUNDAMENTO DEL METODO DE ENSAYO

### a. MÉTODO

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, su concentración total, la movilidad, la valencia, las concentraciones relativas y la temperatura de medición.

|  |  |                     |             |
|--|--|---------------------|-------------|
|  | <b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b><br><br><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|  |  | VERSIÓN             | 0           |
|  |  | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|  |  | PÁGINA              | 3 de 9      |

Las soluciones de la mayoría de los ácidos inorgánicos, bases y sales son relativamente buenas conductoras. Contrariamente, las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en solución acuosa conducen muy poco la corriente eléctrica.

La medida física realizada en el laboratorio en la determinación de conductividad corresponde a la conductancia  $G(S)$ , definida como el recíproco de la resistencia  $R (ohm)$ . La conductancia de una solución se mide entre dos electrodos químicamente inertes y espacialmente fijados.  $G$  es directamente proporcional al área de superficie del electrodo  $A$ , en  $cm^2$ , e inversamente proporcional a la distancia entre los electrodos  $L$ , en  $cm$ . La constante de proporcional es  $k$ , tal que:

$$G = k \left( \frac{A}{L} \right)$$

### Ecuación 1. Conductividad

$G$  se denomina conductividad y corresponde a una propiedad característica de la solución que se encuentra entre los electrodos. Las unidades de  $k$  son  $(1/ohm - cm)$  o  $(mho/cm)$ . En el Sistema Internacional de Unidades (SI) el recíproco del  $ohm$  es el siemens y la conductividad se expresa como microsiemens por centímetro  $(\mu S/cm)$ .

## 7. LIMITACIONES O INTERFERENCIAS

No se conocen interferencias químicas. Sin embargo, algunas muestras de agua que presentan capas superficiales de grasa dan lecturas erróneas, pues dicha capa de grasa recubre los electrodos de la celda y la lectura se ve afectada; por esto es importante realizar una correcta limpieza del electrodo, con abundante agua destilada

Como la conductividad depende directamente de la temperatura, es recomendable mantener la temperatura de las muestras, en lo posible a 25 °C o trabajar en un rango cercano utilizando la función de compensación de temperatura que usualmente traen los conductímetros del laboratorio; evitar sumergir el electrodo en muestras con temperaturas elevadas (>110 °C).

El agua destilada fresca tiene una conductividad de 0,5 a 2,0  $\mu mho/cm$  o  $\mu S/cm$ , aumenta después de unas semanas de almacenamiento a 2 - 4  $\mu mho/cm$ , y es causado principalmente por la absorción de  $CO_2$  atmosférico y en menor grado por el amoníaco.

|  |  |                     |             |
|--|--|---------------------|-------------|
|  <p>República de Colombia<br/>GOBIERNO DE SANTANDER<br/>Gobernación de Santander</p> | <p><b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b></p> <p>Laboratorio Departamental de Salud Pública</p> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|  |  | VERSIÓN             | 0           |
|  |  | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|  |  | PÁGINA              | 4 de 9      |

## 8. RECOLECCION E IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

El recipiente en que se recolecta la muestra debe quedar totalmente lleno (sin cámara de aire), pues el CO<sub>2</sub> del aire al disolverse cambia la conductividad de la muestra. El volumen mínimo para esta determinación es de 50 mL, en envase de plástico (polietileno o equivalente). Las medidas deben hacerse lo antes posible una vez recogida la muestra. La muestra debe estar completamente identificada en el acta de toma de muestra de agua MI-GS-RG-110.

## 9. CONSERVACION DE LA MUESTRA

Si se requiere almacenar la muestra se debe mantener refrigerada evitando su congelación. El tiempo máximo para su análisis es de 20 días, teniendo en cuenta una correcta preservación. Antes de iniciar la lectura y/o análisis de conductividad de la muestra, es necesario llevar la muestra a temperatura ambiente.

## 10. RECURSOS

### 10.1 Materiales:

- ✓ Balones aforados 10, 100, 1000 mL
- ✓ Vasos de precipitado 25,50,100 mL
- ✓ Pipetas aforadas y/o graduadas 1,5,10 mL
- ✓ Pipeteador
- ✓ Frasco lavador
- ✓ Toallas de papel absorbente

### 10.2. Equipos:

- ✓ Conductímetro
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Desecador

## 11. REACTIVOS, CONTROLES Y MATERIALES DE REFERENCIA

### 11.2. Reactivos:

Los reactivos deben ser de grado analítico y contar con el respectivo certificado de análisis de trazabilidad. Cuando se preparen las soluciones se debe diligenciar los formatos de

|  |  |                     |             |
|--|--|---------------------|-------------|
|  | <b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b><br><br><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|  |  | VERSIÓN             | 0           |
|  |  | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|  |  | PÁGINA              | 5 de 9      |

preparación de reactivos MI-GS-RG-101, Formato valoración de reactivos MI-GS-RG-107, Formato Verificación de balanza MI-GS-RG-102, Formato de verificación de agua destilada MI-GS-RG-106.

- **Agua destilada y desionizada (conductividad < 5  $\mu\text{S/cm}$ ).**
- **Cloruro de potasio, (KCl), 0,01 M:**
- **Soluciones patrón de conductividad** conocida y trazable al NIST o un ente internacional, con las siguientes concentraciones 1000  $\mu\text{S/cm}$ , 1413  $\mu\text{S/cm}$  y otras soluciones de menor conductividad.

**Nota:** La solución patrones de conductividad se encuentran disponibles comercialmente y puede ser utilizada como estándar primario.

## 12. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

### 12.1. Acondicionar la muestra

- Permitir que la muestra se aclimate a temperatura ambiente.
- Transferir a un vaso precipitado una cantidad de muestra suficiente (50 ml) para introducir el electrodo del conductímetro.

### 12.2. Determinación de conductividad

- Enjuagar el electrodo con suficiente agua destilada y desionizada.
- Sumergir el electrodo en la muestra cuidando de que no queden burbujas dentro de ésta y que el bulbo esté completamente sumergido en la muestra; realizar éste medición por lo menos tres (3) veces y tomar lectura de la conductividad y registrar en el formato de hoja de trabajo MI-GS-RG-526.
- Lavar el electrodo con abundante agua destilada y desionizada y secarla cuidadosamente con una toalla de papel (que no tenga pelusa), evitando tocarla directamente con los dedos cuando se vaya a introducir una nueva muestra.
- Apagar el equipo y mantener el electrodo a temperatura ambiente, limpio y seco.

## 13. CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICO

- Ejecute la rutina de verificación del equipo espectrofotómetro según cronograma del laboratorio (una vez a la semana).

|  |  |                     |             |
|--|--|---------------------|-------------|
|  | <b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b><br><br><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|  |  | VERSIÓN             | 0           |
|  |  | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|  |  | PÁGINA              | 6 de 9      |

- Realizar la medición del estándar de control ( $1000 \frac{\mu S}{cm}$ ), semanalmente y registrar los resultados en el formato Hoja de trabajo MI-GS-RG-526.; así mismo graficar en la carta control con el fin de determinar si el método funciona apropiadamente. Si algún dato se encuentra en el límite de alarma, repetir procedimiento. Si el problema continúa informar al responsable Técnico del laboratorio que será encargado de revisar el equipo y verificar con la solución de  $1413 \mu S/cm$  Diligenciar el formato de captura de datos del método registrando todas las casillas que se indiquen.
- Se debe participar en Programa Interlaboratorio de Control de Calidad de Aguas Potables -PICCAP, programa oficial de Evaluación Externa Directa del Desempeño (PEEDD) del Instituto Nacional de Salud

#### 14. ANALISIS Y EXPRESION DE RESULTADOS

**Cálculos:** No Aplica

#### 15. EMISION DEL INFORME DE RESULTADOS

Para muestras de agua para consumo humano, natural superficial, natural subterránea que en el acta de toma de muestra de agua (MI-GS-RG-110) tenga como objeto vigilancia, procedentes de los municipios categoría 4,5,6 y municipios categoría 1,2,3, con Convenio, se reportaran en la herramienta SIVICAP.

Para muestras de agua para consumo humano, natural superficial, natural subterránea que en el acta de toma de muestra de agua (MI-GS-RG-110) tenga como objeto diagnóstico o ETA se reporta en el formato MI-GS-RG-293: Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano, y aguas de uso recreativo y estructuras similares, se reportan utilizando el formato: MI-GS-RG-167 Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Uso Recreativo y Estructuras Similares.

Los resultados de los análisis se reportan con dos cifras significativas.

#### 16. EXAMENES COMPLEMENTARIOS

No aplica

|  |   |                     |             |
|--|---|---------------------|-------------|
|  <p>República de Colombia<br/>GOBIERNO DEPARTAMENTO DE SANTANDER<br/>Gobernación de Santander</p> | <p><b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b></p> <p><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b></p> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|  |   | VERSIÓN             | 0           |
|  |   | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|  |   | PÁGINA              | 7 de 9      |

## 17. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Eaton, A. & Franson, M. 2005. American water works association & water environment federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. Edición 21. Washington-U.S.A: American Public Health Association.

Nava G. 2011. Manual de métodos fisicoquímicos básicos para el análisis de aguas para consumo humano. Bogotá-Colombia: Programa de vigilancia por laboratorio de la calidad de agua para consumo humano-Instituto Nacional de Salud, INS. 59-63, 2011.

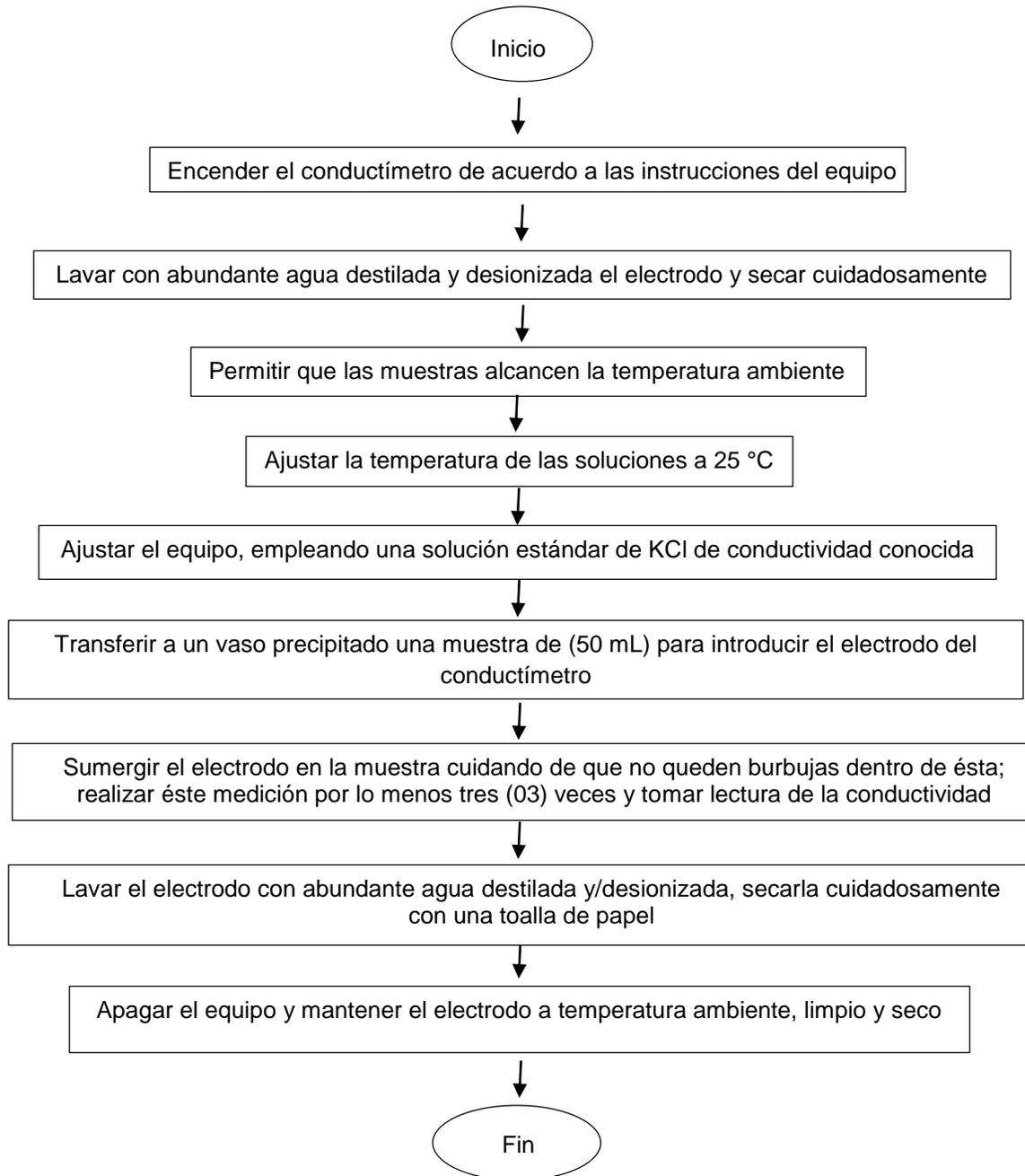
Standard methods for the Examination of Water and Wastewater 2510 B (Laboratory method).

Formato: MI-GS-RG-167: Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Uso Recreativo y Estructuras Similares.

## 18. ANEXOS

|   |  |                     |             |
|---|--|---------------------|-------------|
|  | <b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b><br><br><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|   |  | VERSIÓN             | 0           |
|   |  | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|   |  | PÁGINA              | 8 de 9      |

### 18.1. Diagrama de Flujo. Procedimiento para el análisis de Conductividad.



|   |  |                     |             |
|---|--|---------------------|-------------|
|  | <b>MANUAL PARA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA</b><br><br><b>Laboratorio Departamental de Salud Pública</b> | CÓDIGO              | MI-GS-MA-31 |
|   |  | VERSIÓN             | 0           |
|   |  | FECHA DE APROBACIÓN | 31/08/2022  |
|   |  | PÁGINA              | 9 de 9      |

## 18.2. Documentos asociados

Formato MI-GS-RG-378: Verificación de uso de elementos de protección.

Formato MI-GS-RG-37: Control de Temperatura y Humedad.

Formato MI-GS-RG-375: Entrega de residuos químicos para disposición final.

Formato MI-GS-RG-110: Acta de toma de muestra de agua.

Formatos MI-GS-RG-101: Preparación de reactivos.

Formato MI-GS-RG-107: Valoración de reactivos.

Formato MI-GS-RG-102: Verificación de balanza.

Formato MI-GS-RG-102: Verificación de agua destilada.

Formato MI-GS-RG-103: Verificación de conductividad.

Formato MI-GS-RG-526: Hoja de trabajo.

Carta control fisicoquímico.

Instructivo de uso de equipos.

Formato MI-GS-RG-293: Informe de Análisis de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

## 15. CONTROL DE CAMBIOS

| CONTROL DE CAMBIOS |            |                               |  |  |  |
|--------------------|------------|-------------------------------|--|--|--|
| VERSIÓN            | FECHA      | DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO        | ELABORO  | REVISO   | APROBO   |
| 0                  | 29/07/2022 | Emisión inicial del documento | <b>AURA VICTORIA BARRERA</b><br>Profesional universitario Físico Químico Aguas<br><br><b>SHIRLEY M CUCAITA</b><br>Responsable Técnico Físico Químico Aguas, Alimentos y Bebidas Alcohólicas. | <b>ALBA ROCIO ORDUZ A</b><br>Líder Grupo LSP<br><br><b>GERMAN MARIN C</b><br>Director de Salud Integral<br><br><b>DIEGO SANCHEZ BAEZ</b><br>Coordinador Grupo de Apoyo a la Gestión y Calidad.<br><br><b>CESAR ERNESTO SAENZ ARANDA</b><br>Director de Planeación y Mejoramiento en Salud. | <b>JAVIER ALONSO VILLAMIZAR SUAREZ</b><br><br>Secretario de Salud de Santander |