

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Myriam Yaneth Chacón Chaquea



Análisis físico y químico de la calidad del agua

Análisis físico y químico de la calidad del agua

Myriam Yaneth Chacón Chaquea



Chacón Chaquea, Myriam Yaneth

Análisis físico y químico de la calidad del agua / Myriam Yaneth Chacón Chaquea–
Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2016.

116 páginas; ilustraciones, gráficas.

Incluye referencias bibliográficas (páginas 115-116)

ISBN 978-958-631-966-9

1. Calidad del Agua 2. Agua – Contaminación 3. Tratamiento del agua 4. Análisis del
agua I. Universidad Santo Tomás (Colombia).

CDD 628.16

CO-BoUST



© Myriam Yaneth Chacón Chaquea

© Universidad Santo Tomás

Ediciones USTA

Carrera 9 n.º 51-11

Edificio Luis J. Torres, sótano 1

Bogotá, D. C., Colombia

Teléfonos: (+571) 5878797, ext. 2991

editorial@usantotomas.edu.co

<http://ediciones.usta.edu.co>

Directora editorial: Matilde Salazar Ospina

Coordinación de libros: Karen Grisales Velosa

Asistente editorial: Andrés Felipe Andrade

Diagramación: Cristina Castañeda Pedraza

Diseño de cubierta: Kilka Diseño Gráfico

Corrección de estilo: Pablo García

Hecho el depósito que establece la ley

ISBN: 978-958-631-966-9

e-ISBN: 978-958-631-967-6

Impreso en Colombia • Printed in Colombia

Impreso por: Xpress Estudio Gráfico y Digital

Primera edición: 2017

Todos los derechos reservados

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin
la autorización previa por escrito de los titulares.

Impreso en Colombia • Printed in Colombia

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	IX
ANÁLISIS FÍSICO DEL AGUA	17
MEDICIÓN DE COLOR	18
MEDICIÓN DE TURBIEDAD	20
MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD	22
DETERMINACIÓN DE LA SALINIDAD	24
DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	26
ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO EN AGUAS	31
SÓLIDOS	33
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	35
SÓLIDOS TOTALES (ST) SECADOS A 103-105°C	36
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (SST) SECADOS A 103-105°C	38
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (SDT) SECADOS A 180 °C	41
ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA	47
MEDICIÓN DE PH	52
DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ	54
DETERMINACIÓN DE LA ALCALINIDAD	59
DETERMINACIÓN DE DUREZA	67
DETERMINACIÓN DE CLORUROS	74
DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL	81
DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO	88
DETERMINACIÓN DE HIERRO	94
DETERMINACIÓN DE MANGANESO	100
ANEXOS	107
REFERENCIACIÓN GENERAL	115

Introducción

En la actualidad existen diversos equipos instrumentales sensibles que facilitan la capacidad del ingeniero para cuantificar y reconocer los materiales contaminantes (cuya complejidad va en aumento), con el fin de obtener información que le permita tomar decisiones frente a su campo de acción.

Los métodos instrumentales de análisis¹ tienen aplicación en el monitoreo de rutina de la calidad del aire, de la calidad del agua superficial y subterránea, de la contaminación del suelo, como también durante el proceso de tratamiento de agua y agua residual. Gracias a estos métodos, las mediciones analíticas se pueden realizar inmediatamente en la fuente, y el registro a una distancia del sitio donde se realiza la medición. Además, dichos métodos han permitido ampliar considerablemente la variedad de las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que se pueden controlar, junto con las concentraciones que se pueden detectar y cuantificar. Hoy en día se usan rutinariamente varios métodos instrumentales para investigar la magnitud de la contaminación y para controlar la efectividad del tratamiento (Willard, 1991).

1 Proceso que proporciona información física o química acerca de los componentes de una muestra o de la propia muestra (Harvey, 2002).

Casi cualquier propiedad física de un elemento o compuesto puede servir como base para una medición instrumental. Así, por ejemplo, la capacidad de una solución coloreada para absorber luz, de una solución para transmitir corriente o de un gas para conducir calor puede ser la base de un método analítico para medir la cantidad de un material y para detectar su presencia (Skoog, 1994).

Estos métodos de análisis son una herramienta fundamental para definir la calidad física y química del agua, que son determinantes en el diseño de un sistema de potabilización apropiado, que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad vigente. En síntesis, el conocimiento de estas técnicas es importante, al igual que los métodos gravimétricos y volumétricos que se emplean en la actualidad para el análisis de las características físico químicas del agua.

En el contenido de este módulo se describen los procedimientos para realizar una medición o determinación de las propiedades físicas y químicas de una muestra de agua. Para el trabajo de laboratorio aquí expuesto se toma una muestra de agua cruda², de cualquier fuente de captación, que haya sido recolectada, almacenada y transportada adecuadamente por parte del grupo de trabajo.

Objetivos del módulo

Objetivo general

Orientar al estudiante con respecto a los procedimientos de análisis de la calidad del agua, determinando las características físicas y químicas que la componen, a partir del uso de técnicas apropiadas y del desarrollando de competencias que les permitan discernir e interpretar resultados para definir la calidad de la fuente, en términos del grado de polución. Esto les facilitará la toma de decisiones para definir el tratamiento de potabilización apropiado, siguiendo la normatividad vigente.

2 Agua cruda es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización. Tomado del artículo 2 del decreto 1575 de 2007, Ministerio de la Protección Social.

Objetivos específicos

1. Adquirir habilidades y destrezas en la realización de los principales métodos de análisis físicos y químicos para caracterizar una muestra de agua cruda.
2. Promover el análisis crítico y objetivo en la interpretación de resultados experimentales.
3. Fomentar el trabajo en equipo y la participación activa en la toma de decisiones para la selección del tratamiento de potabilización apropiado.
4. Conocer e interpretar los parámetros de calidad para el agua potable establecidos en la normatividad vigente.

Justificación

Las plantas de potabilización de aguas y de tratamiento de aguas residuales se diseñan de acuerdo con los parámetros de calidad del agua de una fuente determinada. Para esto es necesario conocer las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas del agua, pues estas permiten definir las operaciones y procesos unitarios que componen el sistema de tratamiento. Estos componentes deben garantizar el grado de tratamiento, de tal manera que cumplan con los límites máximos permisibles que establezca la normatividad vigente tanto para agua potable como para descargas de aguas residuales.

La habilidad para interpretar y evaluar los resultados de los análisis realizados, es la base fundamental para definir el sistema de tratamiento que dicha fuente necesita. En este sentido, el diseño de una planta de tratamiento eficiente y económico requiere de un estudio de ingeniería cuidadoso, basado en la calidad de la fuente y en la selección apropiada de los procesos y operaciones de tratamiento para producir agua con la calidad requerida (Rojas, 1995).

Este módulo busca orientar al estudiante de ingeniería en torno al manejo de los principales métodos de análisis físico-químicos, de acuerdo con los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, validados por la American Public Health Association (APHA), la American Water Works Association (AWWA) y la

Water Pollution Control Federation (WPCF). De esta forma el estudiante podrá adquirir destrezas en la interpretación de resultados, y adoptar criterios que faciliten la toma de decisiones en el desarrollo de su ámbito profesional.

No obstante, los procedimientos que aquí se presentan están diseñados para una clase de dos horas de laboratorio, en cuyo caso se omiten pasos previos para el manejo adecuado de la muestra, que permiten la eliminación de posibles interferencias que impiden la precisión de los resultados y el manejo adecuado de los datos. Dichos procedimientos se encuentran en los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, mencionados anteriormente.

El desarrollo de competencias para la resolución de problemas y la relación teórico-práctica, que resultan en el ejercicio de su profesión, son elementos importantes para la formación de su perfil profesional.

Metodología

El contenido del módulo está diseñado para ser desarrollado en el laboratorio de tratamiento de aguas, en donde se trabaja de forma colaborativa y en grupos de máximo cuatro estudiantes. Este presenta guías de aprendizaje en las que se definen las competencias, el eje temático, el objetivo de la práctica, los procedimientos experimentales, el registro de datos y observaciones, un espacio para redacción de conclusiones y la bibliografía correspondiente a los temas abordados. De esta forma, el estudiante tendrá la suficiente claridad sobre el contenido temático, para lograr un entendimiento y asimilación de la información obtenida de los procesos experimentales, junto con la interpretación de los resultados dentro de un contexto apropiado.

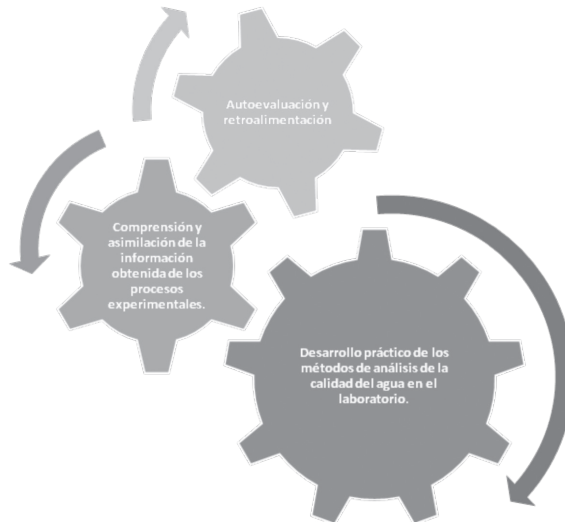
Por último, a la guía de aprendizaje se adjunta una autoevaluación que permite retroalimentar la dinámica de las actividades formativas seleccionadas, acordes con el propósito de la guía, en la cual se evidencie el desarrollo de las capacidades y competencias establecidas.

Las guías de aprendizaje promueven la realización de actividades intelectuales e interpersonales que fomentan el trabajo en equipo y la participación activa en la construcción y confrontación de los procesos de aprendizaje.

El estudiante debe poseer conocimientos previos para lograr una práctica reflexiva del saber hacer. También debe comprender y adoptar las buenas prácticas de laboratorio, siguiendo las normas de seguridad básicas que serán dadas dentro de las instrucciones preliminares al desarrollo práctico de la guía de aprendizaje.

Cada guía de trabajo está diseñada para desarrollar en un tiempo de 2 horas. Siendo este el tiempo que generalmente se asigna a una clase de laboratorio para realizar el procedimiento, el análisis de resultados y las conclusiones.

Figura 1. Esquema metodológico



Fuente: elaboración propia

Instrucciones generales del laboratorio³

Hábitos de trabajo

1. No se debe pipetear con la boca. Utilizar siempre una pera de succión.

³ Ver *Normas generales de laboratorio*. Dirección de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

2. Una vez terminada la práctica, dejar el material perfectamente limpio para evitar derrames y quemaduras a usuarios y personal de laboratorios.
3. Antes de abandonar el laboratorio compruebe que las llaves de gas y el agua estén completamente cerrados.
4. No dejar los contenedores de residuos destapados.
No botar reactivos o elementos contaminados en desagüe o en la caneca.

Reactivos

Los residuos químicos deben ser dispuestos en los frascos contenedores correspondientes a la naturaleza del residuo (*sales inorgánicas, ácidos con metales pesados, soluciones acuosas de bases, residuos de cromo, mezcla de solventes, mezcla de compuestos orgánicos*).

Se exige rotular adecuadamente soluciones, o residuos que no se puedan incluir en los frascos contenedores por la naturaleza de los mismos.

Lea previamente el procedimiento de laboratorio, para tener claro los pasos a seguir, y no modifique el orden en el que está dispuesto.

El trabajo se realiza por grupos.

Registre los resultados y observaciones en la guía de trabajo.

Mantener una actitud responsable durante el desarrollo de los análisis, entregar el material limpio y dejar el espacio de trabajo en perfecto orden.

Entregar la guía de trabajo una vez finalice la clase.

No olvide lavarse las manos con jabón antes de abandonar el laboratorio.

Puede ampliar la información en el libro *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la APHA*.

Vestuario

1. No usar faldas o vestuario que pueda afectar la seguridad en el laboratorio.

2. Llevar el pelo recogido.
3. No se deben llevar pulseras, colgantes, *piercings* o prendas sueltas.
4. No llevar sandalias o calzado que deje el pie al descubierto.
5. Las heridas se deben llevar cubiertas, aunque se utilicen guantes para trabajar.

Elementos personales y de seguridad (estudiantes y docentes)

1. Cada usuario deberá traer los siguientes elementos de protección personal y de uso obligatorio
2. Bata blanca a la rodilla, limpia, manga larga y abotonada.
3. Guantes de nitrilo.
4. Gafas de seguridad para laboratorio.
5. Máscara con filtros (se puede usar tapabocas aunque no se recomienda).
6. Toallas de papel para secarse las manos.
7. Toalla para limpiar la mesa de trabajo.
8. Encendedor o Fósforos.
9. Marcador no borrable para escribir en cualquier tipo de superficie.

Análisis físico del agua

Los métodos instrumentales de análisis tienen aplicación en el monitoreo de rutina de la calidad del aire, de la calidad del agua superficial y subterránea, de la contaminación del suelo, y también durante el proceso de tratamiento de agua y agua residual. Gracias a estos métodos, las mediciones analíticas se pueden realizar inmediatamente en la fuente, y el registro a una distancia del sitio donde se realiza la medición. Dichos métodos han permitido ampliar considerablemente la variedad de las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que se pueden controlar, junto con las concentraciones que se logran detectar y cuantificar. Hoy en día se usan rutinariamente varios métodos instrumentales para investigar la magnitud de la contaminación y para controlar la efectividad del tratamiento (Willard, 1991).

Casi cualquier propiedad física de un elemento o compuesto puede servir como base para una medición instrumental. La capacidad de una solución coloreada para absorber luz, de una solución para transmitir corriente o de un gas para conducir calor puede ser la base de un método analítico para medir la cantidad de un material y para detectar su presencia (Skoog, 1994).

A continuación se describen los procedimientos para realizar una medición o determinación, en el sentido que le confiere Harvey (2002), de las propiedades físicas de una muestra de agua. Para el trabajo de laboratorio, incluido en esta guía de aprendizaje, se tomará una

muestra de agua cruda de cualquier fuente de captación que haya sido recolectada, almacenada y transportada adecuadamente por parte del grupo de trabajo.

Tabla 1. Guía 1. Análisis físico del agua

Competencia	Reconoce la importancia del análisis de la calidad del agua
Eje temático	Análisis físico del agua
Objetivo fundamental	Realizar el análisis físico del agua cruda para definir su calidad, empleando métodos instrumentales de análisis
Objetivo de la guía	Registrar los resultados del análisis físico de una muestra de agua cruda por métodos instrumentales
Curso	Laboratorio de tratamiento de aguas
Nombre y apellidos (código)	
Fecha	

Fuente: elaboración propia.

Medición de color

Fundamento teórico

El color de las aguas superficiales y subterráneas es producido principalmente por la presencia de materia orgánica, en especial materia húmica acuática. La materia húmica, como su nombre lo indica, está formada por ácidos fúlvicos y húmicos que causan un color pardo amarillento. Los ácidos húmicos dan un color más intenso; además, la presencia de hierro intensifica el color debido a la formación de humatos férricos solubles. Las partículas suspendidas –especialmente las partículas de tamaño coloidal tales como arcillas, algas, hierro y óxidos de manganeso–, dan al agua una apariencia de color, por lo cual deberán removerse antes de la medición. Así mismo, las aguas residuales

industriales pueden contener ligninas, taninos, tinturas y otras sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que causan color. Los materiales húmicos y el color causados por estos materiales se remueven de los suministros de agua potable por razones estéticas y de salud, debido a que son precursores en la formación de subproductos de desinfección (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2011).

El término *color real* se asocia al concepto de *color verdadero*, que hace referencia al color del agua una vez se han removido las partículas que causan turbiedad. Por lo tanto, el color aparente incluye todas las partículas causantes de turbiedad, mencionadas anteriormente. Se podría afirmar que el color aparente es el color que presenta el agua en el momento de su recolección y sin haber pasado por un filtro de 0,45 micras, para la remoción de los interferentes del color atribuidos a material suspendido y disuelto.

Tabla 2. Lista de instrumentos para la medición de color

Materiales	Reactivos	Equipos
Frasco lavador	Agua destilada	Espectrofotómetro marca LaMotte
Beaker de 250 ml	Muestra de agua problema	

Fuente: elaboración propia.

Método

El color es determinado por un medidor que ha sido calibrado con estándares coloreados de concentraciones conocidas de platino-cobalto (LaMotte).

Figura 2. Espectrofotómetro Marca LaMotte.



Fuente: Indolo (2014), (en línea).

Procedimiento

1. Encienda el espectrofotómetro.
2. Seleccione en el menú el test de color.
3. Enjuague con agua destilada la celda fotométrica, y adicione 10 ml de agua destilada en la celda fotométrica.
4. Introduzca la celda en la cámara fotométrica, cierre la tapa y seleccione *scan blank*⁴.
5. Retire la celda de la cámara fotométrica, descarte el contenido, enjuague la celda con la muestra de agua y adicione 10 ml de la muestra.
6. Introduzca la celda en la cámara fotométrica, cierre la tapa y seleccione *scan sample*⁵.

NOTA: Garantizar que la celda no sea introducida en la cámara fotométrica con residuos de agua en la superficie. Seque suavemente con un paño limpio que no desprenda motas, ya que no hacerlo podría ocasionar interferencia en la medición.

Expresión de los resultados

El color aparente se expresa en Unidades de Platino Cobalto (UPC) o Unidades de Color (UC)

- Registre la medida de color de la muestra que arroja el equipo en la tabla 8.

Medición de turbiedad

Fundamento teórico

La turbiedad en el agua es causada por materia suspendida y coloidal como arcilla, cieno⁶, materia orgánica e inorgánica finamente dividida,

4 Escanear blanco, de acuerdo con la configuración del equipo.

5 Escanear muestra, de acuerdo con la configuración del equipo.

6 Lodo blando que forma depósito en ríos, y sobre todo en lagunas o en sitios bajos y húmedos. Ver: <http://www.riego.org/glosario/tag/cieno/>

plancton y otros organismos microscópicos. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que causa la dispersión y la absorción de la luz en lugar de su transmisión, sin cambio en la dirección o nivel de flujo a través de la muestra. Es difícil hacer una correlación entre la turbiedad y el peso o concentración del número de partículas de materia suspendida porque el tamaño, forma e índice de refracción de las partículas afecta las propiedades de dispersión de la luz de la suspensión. Cuando están presentes en concentraciones significativas, las partículas constituidas por materiales que absorben la luz, como el carbón activado, causan una interferencia negativa. En concentraciones bajas estas partículas tienden a causar una influencia positiva porque contribuyen a la turbiedad. La presencia de sustancias disueltas que causan coloración y absorben la luz puede causar una interferencia negativa. Algunos instrumentos comerciales pueden tener la capacidad de corregir una leve interferencia de color o anular ópticamente el efecto del color (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 1999).

Tabla 3. Lista de instrumentos para la medición de la turbiedad

Materiales	Reactivos	Equipos
Frasco lavador	Agua destilada	Espectrofotómetro marca LaMotte
Beaker de 250 ml	Muestra de agua problema	

Fuente: elaboración propia.

Método

La turbiedad se mide mediante el método de absorción y no requiere de reactivos.

Procedimiento

1. Encienda el espectrofotómetro.
2. Seleccione en el menú el test de turbiedad.
3. Enjuague con agua destilada la celda fotométrica.
4. Adicione 10 ml de agua destilada en la celda fotométrica.

5. Introduzca la celda en la cámara fotométrica, cierre la tapa y seleccione *scan blank*⁷.
6. Retire la celda de la cámara fotométrica, descarte el contenido, enjuague la celda con la muestra de agua y adicione 10 ml de la muestra.
7. Introduzca la celda en la cámara fotométrica, cierre la tapa y seleccione *scan sample*⁸.

NOTA: Asegúrese de que la celda no sea introducida en la cámara fotométrica con residuos de agua en la superficie ni huellas dactilares (es importante el uso de guantes). Seque la celda suavemente con un paño limpio que no desprenda motas, pues estas pueden causar interferencia en la medición. Para mayor precisión en los resultados, la muestra debe estar a $25 \pm 4^\circ\text{C}$.

Expresión de los resultados

La turbidez se expresa en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), en donde una unidad de turbidez equivale a una suspensión de formilina en agua, de concentración igual a 1,0 ppm.

- Registre la medida de turbiedad de la muestra que arroja el equipo en la tabla 8.

Medición de conductividad

Fundamento teórico

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición (American Public Health Association; American Water Works Association, 1992).

⁷ Escanear blanco, de acuerdo con la configuración del equipo.

⁸ Escanear muestra,s de acuerdo con la configuración del equipo.

Tabla 4. Lista de instrumentos para la medición de conductividad

Materiales	Reactivos	Equipos
Frasco Lavador	Agua desionizada	Medidor de Conductividad
Beaker de 250 ml	Muestra de agua problema	

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Multiparámetro marca Hach

Fuente: Grainger (en línea)

Método: potenciométrico

Método predeterminado con los valores de medición de la conductividad, de acuerdo con el fabricante.

Procedimiento

1. Enjuague la sonda con agua desionizada y séquela con un trapo que no suelte mota.
2. Introdúzcala en la muestra de forma que el sensor de temperatura quede completamente sumergido. No coloque la sonda en la parte inferior o los lados del contenedor.
3. Pulse “medición”⁹. En la pantalla aparecerá “estabilizando” y se mostrará una barra de progreso que indica el ritmo de estabilización de la sonda en la muestra. La medición se corrige

⁹ La tecla de “medición” puede variar dependiendo del fabricante del equipo empleado.

automáticamente de acuerdo con la temperatura de referencia seleccionada (20 o 25 °C).

Expresión de los resultados

La conductividad se expresa en $\mu\text{S}/\text{cm}$ o mS/cm a 20°C.

NOTA: Dependiendo del fabricante del equipo de medición, cuando se seleccione “auto”, las unidades cambiarán automáticamente a mS/cm cuando la conductividad de la muestra sea alta y a $\mu\text{S}/\text{cm}$ cuando sea baja.

- Medir la conductividad de la muestra a temperatura ambiente, y posteriormente elevar la temperatura a 60 °C. Realizar nuevamente la medida de la conductividad, y anotar sus observaciones en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados del efecto de la temperatura sobre la conductividad

Conductividad a temperatura ambiente_____	
Conductividad a 60°C	
Observación:	

Determinación de la salinidad

Fundamento teórico

Las sales se disocian en agua como cationes y aniones, siendo estas partículas, cargadas eléctricamente, las que permiten la conducción de la electricidad. Por esta característica, los sólidos disueltos, es

decir, la salinidad, pueden medirse indirectamente con un medidor de conductividad.

La salinidad en aguas potables se mide en partes por millón, como sólidos disueltos (ppm TDS) o como conductividad en micro-siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La relación entre sólidos disueltos en ppm y micro-siemens es aproximadamente:

$$\frac{\mu\text{S}}{\text{cm}} = 2 * \text{ppmTDS}$$

Tabla 6. Lista de instrumentos para determinar la salinidad

Materiales	Reactivos	Equipos
Frasco Lavador	Agua desionizada	Conductímetro
Beaker de 250 ml	Muestra de agua problema	

Fuente: elaboración propia.

Método potenciométrico

Método predeterminado con los valores de medición de salinidad de acuerdo con el fabricante.

Procedimiento

1. Enjuague la sonda con agua desionizada y séquela con un trapo que no suelte mota.
2. Introduzca la sonda en la muestra de forma que el sensor de temperatura quede completamente sumergido. No coloque la sonda en la parte inferior o los lados del contenedor.
3. Pulse la tecla medición. En la pantalla aparecerá “Estabilizando” y se mostrará una barra de progreso que indica el ritmo de estabilización de la sonda en la muestra. La medición se corrige automáticamente, de acuerdo con la temperatura de referencia seleccionada (20 o 25 °C).

Expresión de los resultados

La medida de la salinidad en una muestra de agua se expresa en partes por mil (‰).

- Registre la medida de salinidad de la muestra que presenta el equipo en la tabla 8.

Determinación de sólidos disueltos totales

Fundamento teórico

Los sólidos hacen referencia a materia suspendida o disuelta en agua o en agua residual. Dichos sólidos pueden afectar negativamente la calidad del agua o del efluente de varias formas. Las aguas con abundantes sólidos disueltos generalmente son de palatabilidad inferior y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Por estas razones, para aguas potables se considera aceptable un límite de 500 mg/L de sólidos disueltos. Las aguas altamente mineralizadas también se consideran inadecuadas para muchas aplicaciones industriales. Las aguas con alto contenido de sólidos suspendidos pueden ser estéticamente no satisfactorias para el baño personal. Los análisis de sólidos son importantes en el control de los procesos de tratamiento biológico y físico de aguas residuales y en la evaluación del cumplimiento de las limitaciones reglamentarias sobre efluentes de aguas residuales (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2015).

Tabla 7. Lista de instrumentos para la determinación de TDS

Materiales	Reactivos	Equipos
Frasco Lavador	Agua desionizada	Medidor de TDS
Beaker de 250 ml	Muestra de agua problema	

Fuente: elaboración propia.

Método potenciométrico

Procedimiento

1. Enjuague la sonda con agua desionizada y séquela con un trapo que no suelte mota.
2. Introduzca la sonda en la muestra de forma que el sensor de temperatura quede completamente sumergido. No coloque la sonda en la parte inferior o los lados del contenedor.
3. Pulse la tecla medición. En la pantalla aparecerá “Estabilizando” y se mostrará una barra de progreso que indica el ritmo de estabilización de la sonda en la muestra. La medición se corrige automáticamente de acuerdo con la temperatura de referencia seleccionada (20 o 25 °C).

Expresión de los resultados

Los sólidos disueltos totales se expresan en mg/L.

- Medir los TDS potenciométricamente y registrar los datos en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados de análisis físicos del agua

Tabla de resultados			
Parámetro físico	Magnitud (Temperatura ambiente)	Unidad	Observación
Color Aparente			
Turbiedad			
Conductividad			
Salinidad			
TDS			

Fuente: elaboración propia.

Calidad de la muestra de agua

En el anexo 1 se establecen los criterios de calidad del agua para una fuente de captación, según las características físicas y químicas de la misma, de acuerdo con RAS2000.

- Teniendo en cuenta las características físicas, compare los valores obtenidos para definir la calidad del agua estudiada de acuerdo con el nivel de polución encontrado. (Tenga en cuenta que solo se realizó medición de los parámetros físicos). Registre dichos valores en la tabla 9, que se muestra a continuación.

Tabla 9. Definición de la calidad del agua de la muestra estudiada

Parámetro	Muestra	Límite máximo (según RAS2000)	Observación	Calidad de Fuente
Turbiedad				
Color				
Olor				

Fuente: elaboración propia.

- Realice una conclusión acerca de la calidad de la fuente.

Autoevaluación

Marca con una X la respuesta que mejor describa el nivel de satisfacción que tuvo al desarrollar esta guía de aprendizaje.

Tabla 10. Autoevaluación

Logro	Insatisfecho	Aceptable	Satisfecho	Por mejorar
Las instrucciones son claras				
Los elementos de trabajo son los adecuados				
El tiempo de trabajo es suficiente				
Se logran realizar todos los procedimientos				
Se aprenden a realizar los métodos de análisis físicos				
La información contenida en esta guía es apropiada				
Considera que se aprende con el desarrollo de esta guía				
Le gusta la dinámica de esta guía				

Fuente: elaboración propia

En este espacio complete alguna de sus respuestas de la autoevaluación.

Referencias

- República de Colombia y Ministerio de Desarrollo Económico (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000*, Título C, Colombia, Bogotá, D.C.
- Skoog, D. y Leary, J. (1994). *Análisis instrumental*. (Cuarta edición), España, Madrid: Mc Graw Hill.
- Willard, H.; Merrit, L. y Horbart H. (1991). *Métodos instrumentales de análisis*. México: Iberoamericana.