

# Planeación de la toma de muestras

## **Breve descripción:**

En este componente formativo se identificarán los términos, técnicas y métodos necesarios para el desarrollo del primer resultado de aprendizaje, por tanto, se prepara al aprendiz para la planificación de acciones de toma de muestras de agua de acuerdo con normas técnicas y protocolos de ensayo.

---

**Junio 2023**

## Tabla de contenido

Introducción .....	1
1. El agua y su calidad .....	2
2. Importancia del alistamiento de toma de muestras .....	2
3. Bases conceptuales de muestreo .....	3
3.1. Tipos y técnicas de muestreo .....	6
3.2. Tamaño de la muestra .....	17
3.3. Tipos de ensayos .....	19
3.4. Puntos de tomas de muestras .....	21
3.5. Partes del plan de muestreo .....	24
4. Instrumentos de laboratorio .....	25
4.1. Recipientes, reactivos e insumos .....	25
4.2. Equipos y herramientas .....	29
5. Capacitación y SST en muestreo .....	34
5.1. Formación y evaluación .....	35
5.2 Seguridad y salud en el trabajo en muestreo .....	37
Síntesis .....	42
Material complementario .....	43
Glosario .....	45

Referencias bibliográficas .....	47
Créditos .....	50

## Introducción

En este componente se identificarán los términos, técnicas y métodos necesarios para la planificación de acciones de toma de muestras de agua de acuerdo con normas técnicas y protocolos de ensayo.

La organización de un proceso de toma de muestras es elemental para garantizar que los resultados de dicha actividad no sean alterados por agentes externos al recurso a evaluar, este proceso debe realizarse partiendo de la aplicabilidad de conceptos claros sobre los instrumentos de laboratorio, las muestras y la capacitación idónea que debe tener el personal que realice la actividad.

Se abordarán tres temáticas que aportarán bases concretas en el proceso de programación de muestreo de agua, los cuales son:

1. **Instrumentación de laboratorio:** elementos de vidrio, de plástico, conceptos de tomas físicas, químicas y microbiológicas, instrumentación y características del sitio de trabajo.
2. **Bases conceptuales de muestreo:** tipos, técnicas de muestreo, preservación, conservación, transporte y almacenamiento. Tamaño de la muestra, tipos de ensayos y puntos de toma de muestra, programa de muestreo.
3. **Capacitación:** plan de capacitación, seguridad y salud en el trabajo para el personal para la recolección de muestras en campo.

## **1. El agua y su calidad**

Generalmente, en el diario vivir se realizan actividades que tienen una incidencia en el ambiente, bien sea porque parten del uso y aprovechamiento de un recurso o por que dicha actividad genera una modificación de un recurso natural existente; Sin embargo, son estas acciones cotidianas las que brindan en gran medida un conocimiento previo sobre la naturaleza, en este caso el recurso hídrico y su importancia.

## **2. Importancia del alistamiento de toma de muestras**

Las principales razones de la importancia del alistamiento de las tomas de muestras tienen que ver con la necesidad de verificar si se cuenta con todos los implementos para lograr identificar la calidad del recurso objeto de análisis, bien sea cuencas de agua dulce, fuentes de agua salada, agua para consumo humano y la estimación de los flujos de contaminantes y nutrientes vertidos a los ríos o aguas subterráneas, lagos y océanos o a través de fronteras internacionales.

Debido a que el recurso hídrico tiene gran cantidad de usos, el alistamiento debe reflejar no solo las necesidades de equipos, instrumentación y reactivos, sino también incluir información de los diferentes usuarios involucrados, de acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], (2017), como se muestra a continuación:

1. Las posibles variables químicas o biológicas presentes en el agua que puedan generar un deterioro en el recurso.
2. La relación existente entre la calidad y la cantidad de agua en el cuerpo de agua a estudiar.

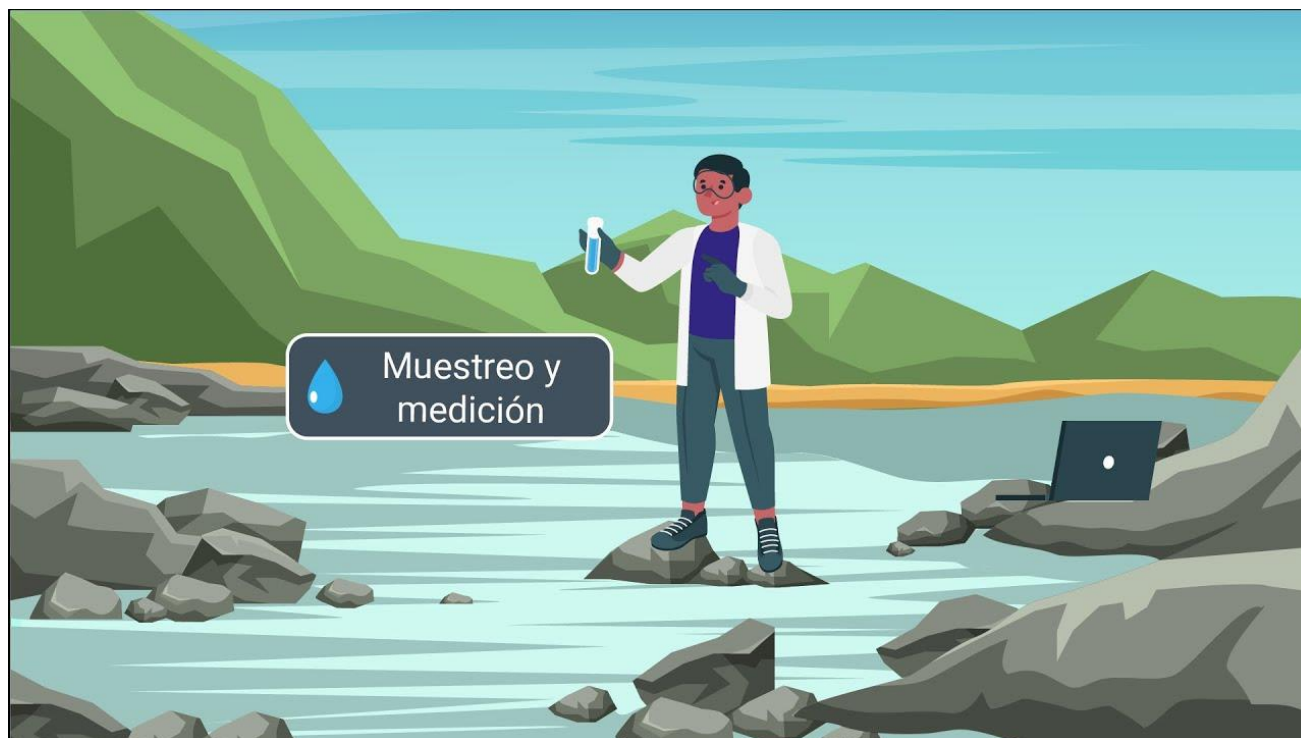
3. El establecimiento de límites permisibles, teniendo en cuenta normatividad aplicable a la región.
4. Observación histórica de la afectación de la calidad del agua por procesos naturales.
5. La capacidad del cuerpo de agua para asimilar el incremento de vertimientos puntuales sin causar altos niveles de contaminación.
6. Las comunidades cercanas a la zona.
7. Si han existido estrategias de control y de las acciones de gestión en el manejo de la calidad del agua.
8. Si existe algún riesgo asociado a delincuencia o violencia que pueda afectar la toma de la muestra.

### **3. Bases conceptuales de muestreo**

La actividad de análisis de muestras de agua se enfoca en la necesidad de mantener un monitoreo constante de los recursos hídricos, ya que las actividades del ser humano generan transformaciones ambientales que si no se miden no se lograrían dimensionar ni controlar.

Se presenta un video que nos introduce las bases conceptuales de muestreo y medición.

## Video 1. Muestreo y medición



### [Enlace de reproducción del video](#)

#### **Síntesis del video: Muestreo y medición**

El video introduce las bases conceptuales de muestreo y medición. Las actividades de muestro y medición que será objeto de consumo humano, previamente se establecen en un instrumento denominado programa de muestreo diseñado para garantizar que la muestras tomadas sean representativas del sistema de distribución de agua para el consumo humano, de acuerdo al Instituto Nacional de Salud INS 2011, el muestreo es un proceso de toma de muestras, que son analizadas en laboratorios para obtener información sobre la calidad del agua del sitio concertada en que fueron tomadas, mientras que el monitoreo es el proceso de

muestreo del sistema de suministro de agua para el consumo humano, que cubre, espacio, tiempo y frecuencia en los puntos concertados según norma.

Es importante aclarar que la muestra es la toma puntual del agua de los puntos concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la autoridad sanitaria. Para definir la localización de los muestreos, se debe verificar siempre la normatividad legal vigente, en este caso la resolución 0811 de 2008, de los Ministerios de la Protección Social, Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial, en el que la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia, los lugares y puntos de muestreo, para el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución, de esta forma se establece el punto de muestreo, para realizar esta acción se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Puntos fijos
- ✓ De interés general
- ✓ Provisionales

Esta resolución determina el número de puntos de muestreo de acuerdo con la población atendida, habitantes, por persona prestadora por municipio, para efectos de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y cómo se deben identificar los puntos de muestreo, de manera concertada, a través de un acta suscrita entre la persona prestadora y la autoridad sanitaria competente.



### **3.1. Tipos y técnicas de muestreo**

Los tipos y técnicas de muestreo varían de acuerdo con la situación específica y según los objetivos previstos; algunos estudios requieren solamente muestras instantáneas o simples, mientras que en otros se necesita disponer de muestras compuestas o aún más elaboradas en tiempo y espacio.

Muchas de las generalidades referentes a las técnicas de muestreo y conservación, se encuentran plasmadas en las Normas Técnicas Colombianas [NTC] 5667-2 y 5667-3.

En el caso de análisis microbiológicos básicamente incluyen procedimientos para prevenir su contaminación durante el llenado de los recipientes por microorganismos presentes en el exterior de los grifos, accesorios, en el ambiente o en el operario.

#### **Tipos de muestras**

Antes de iniciar el muestreo, es elemental tener claramente definido la forma como serán tomadas las muestras para poder realizar un trabajo de campo; Según el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec] (1995) en la norma técnica colombiana [NTC] 5667-2 Técnicas generales de muestreo, dentro de los tipos de muestras se pueden encontrar: sencillas, compuestas, periódicas, continuas y de serie (pp.2-8).

Ahora, se mencionan algunas de ellas:

#### **Muestras simples**

Este tipo de muestra se toma en un momento y lugar determinado. Es aplicable en los casos que se sabe, la composición del agua no varía significativamente en el

tiempo o lugar, como lo son usualmente para caracterización fisicoquímica de aguas naturales. En este caso, tomar diferentes muestras puntuales puede ser útil para describir el comportamiento a través del espacio y tiempo (NTC 5667-2, 1995).

### **Muestras compuestas**

Debido a la variación horaria de su caudal, por tal razón son muy utilizadas en el monitoreo de ríos, vertimientos o procesos industriales en línea. Su toma se realiza en un mismo punto en intervalos de tiempo previamente definidos, y el volumen de cada muestra parcial puede ser constante o variar en función del caudal. Para los casos en que se requiere variar el volumen en cada toma, se recolectan muestras parciales (alícuotas) ej.: cada 2 o 3 horas, cuyo volumen se obtiene según la siguiente relación:

$$V_p = Q_p * \frac{V_c}{n * Q}$$

### **Muestras integradas**

Este tipo de muestra consiste en la recolección de muestras simples en diferentes puntos de manera simultánea que posteriormente son mezcladas. En caso de presentarse variaciones de caudal en los puntos de muestreo, se debe tener en cuenta para que el volumen aportado sea proporcional al caudal medido durante la toma de la muestra. (Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales [IDEAM], 2017).

## **Muestras en serie**

Dentro de las muestras en serie se distinguen dos tipos, de perfil profundo y de área:

**De perfil profundo:** muy aplicables en oceanografía cuando el objetivo es conocer la variación vertical de un parámetro, por ejemplo, definir la posición de la capa termohalina, de la picnoclina, etc.

**De perfil de área:** serie de muestras de agua tomadas a una profundidad en particular, de una masa de agua en diversas locaciones; muy utilizadas para definir distribuciones espaciales por capas. (Invemar, 2013, p. 14).

La norma NTC ISO 5567-2, en el numeral 4 indica los tipos de muestras según procedimientos estandarizados, consultarla en la base de datos del SENA.

## **Técnicas de muestreo**

Las cuales se subdividen en tres:

### **Muestreo manual**

Se realiza para sitios de fácil acceso o aquellos que con ciertas adaptaciones puedan facilitar la toma de muestras. Permite al encargado de la toma, observar los cambios en las características del agua en cuanto a sustancias flotantes, color, olor, aumento o disminución de caudales, entre otros (2011, p. 21).

### **Muestreo automático**

En lugares de difícil acceso se recomiendan muestreadores automáticos, son precisos, aunque su desventaja es el montaje y calibración del equipo; su aplicación implica instalación de equipos (antenas, paneles solares, etc.) y herramientas (licencias

de transmisión, software) elevando costos y limitando su implementación (INS, 2011, pp. 21-22).

### **Muestreo mixto**

Según el INS (2007) se operan programas de muestreo mixto, convirtiendo el monitoreo en un sistema integrado que permite la verificación manual de los resultados obtenidos de forma automática. Esta se realiza aleatoriamente, de tal manera que se pueda realizar calibración, ajuste y mantenimiento de los equipos automáticos (p.22).

Las técnicas del muestreo de agua para análisis microbiológicos básicamente incluyen procedimientos para prevenir su contaminación durante el llenado de los recipientes por microorganismos presentes en el exterior de los grifos, accesorios, en el ambiente o en el operario. Las técnicas de llenado de los recipientes se pueden dividir en dos: muestreo en el grifo o muestreo por inmersión.

### **Muestreos en el grifo**

Este tipo de muestreo se aplica específicamente para las muestras de agua potable de llave. Estas pueden ser tomadas en plantas de tratamiento y tanques de almacenamiento, agua en la red de distribución, agua del grifo del consumidor, agua para consumo, agua de manantiales o pozos que cuenten con dispositivos de tomas de muestra instalados permanentemente.

Cuando se va a realizar la toma de estas muestras se debe hacer una previa desinfección del grifo, excepto para la toma de muestras de agua de consumo directo, ya que la calidad microbiológica de esta agua dependerá tanto de los microorganismos presentes en el agua, como de los presentes en los accesorios y el grifo.

## **Técnica de llenado para muestreo en el grifo**

Esta técnica debe seguir los protocolos establecidos, así como lo indica el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y certificación [Icontec] (2015) en la norma técnica colombiana [NTC] 6151, calidad del agua. Muestreo para análisis microbiológico:

### **Norma 1**

Se deben retirar todos los dispositivos y elementos colocados en el dispositivo de muestreo, en el caso de hacer muestreo para agua de consumo, este paso se debe omitir.

### **Norma 2**

La persona que tome la muestra deberá mantener las técnicas asépticas para prevenir la contaminación de la muestra, para ello deberá lavarse las manos, ponerse tapabocas y usar guantes estériles.

### **Norma 3**

Se debe limpiar el grifo o dispositivo con un paño húmedo para retirar la suciedad visible.

### **Norma 4**

Una vez hecho el procedimiento de limpieza se debe flamear el grifo con un mechero de alcohol. Esto solo se debe hacer si el grifo y las tuberías anexas son metálicas.

Recuerde que el paso de desinfección no se debe realizar para el muestreo de agua para consumo.

#### **Norma 5**

Una vez limpio y desinfectado el grifo se debe dejar drenar el agua por 1 a 3 minutos hasta que el agua en las tuberías haya sido renovada y la temperatura se haya estabilizado.

#### **Norma 6**

Para hacer el llenado del recipiente, se debe retirar el protector que está cubriendo la tapa del recipiente, destapar el frasco y hacer el llenado manteniendo la esterilidad de la tapa, para ello puede colocar la tapa en el papel estéril que estaba cubriendo el recipiente.

#### **Norma 7**

Llenar directamente el recipiente estéril hasta dejar un espacio de aire que facilitará el mezclado, una vez se obtiene el volumen requerido se tapa inmediatamente el recipiente sin tocar la boca del frasco o el interior de la tapa.

#### **Norma 8**

Se debe rotular para asegurar que la información del rótulo corresponda al punto, fecha y hora en la que se realizó el muestreo.

## Muestreo por inmersión

Se realiza cuando se requiere tomar muestras de profundidad, por ejemplo, en el caso de muestreos de tanques de almacenamiento que no cuenten con dispositivos de muestras o en el agua de manantiales, pozos o piscinas.

En estos casos la muestra se debe tomar con un recipiente estéril en su interior y exterior. Tan pronto se va a tomar la muestra se debe retirar la envoltura protectora del recipiente y con la ayuda de una vara de muestreo se lleva a cabo la toma de muestra.

Revise el siguiente contenido para conocer indicaciones específicas de acuerdo al tipo de muestra que se vaya a recolectar:

1. En el caso de la toma de las piscinas, la muestra se debe tomar de -10 cm a -20 cm de profundidad y el recipiente se introduce horizontalmente para evitar la pérdida de tiosulfato. Para balnearios se hace de manera similar haciendo la toma a -20 cm a -30 cm.
2. En el caso de pozos o manantiales sin dispositivos de muestreo, la toma se debe hacer con bombas o dispositivos sumergibles estériles.
3. En el caso de aguas profundas en el mar, lagos o ríos e incluso de aguas residuales que serán analizadas microbiológicamente, es recomendable usar dispositivos especializados como el muestreador ZoBell J-Z.

Se invita a consultar información según las normas aplicadas.

Normas aplicadas

Si es de su interés ampliar la información puede ir al material complementario y consultar el video sobre las [técnicas de muestreo en aguas residuales](#).

## **Técnicas de Manos Limpias (ML)/Manos Sucias (MS)**

Esta es una técnica sencilla que involucra el proceso de la toma de la muestra, sin embargo, es una estrategia que se ha incentivado por ser algo práctico, de fácil ejecución y de buenos resultados de acuerdo con el Servicio Geológico de los Estados Unidos [USGS], en su manual de campo interinstitucional para la recolección de datos sobre la calidad del agua (2000).

Los procedimientos de muestreo limpios, incluidas las técnicas de ML/MS, son necesarios cuando se recogen muestras inorgánicas para determinar la presencia de metales y otros oligoelementos. Los procedimientos de muestreo limpio se recomiendan para todos los demás muestreos, en la medida en que resulte razonable, pero particularmente cuando el objeto analizado, podría estar sujeto a contaminación en el terreno o de los procedimientos de laboratorio a un nivel que podría sobrepasar la demanda química de oxígeno (DQO) con fines de información e interpretación.

Las técnicas ML/MS separan las funciones en el terreno y dedican un individuo como "manos limpias" para tareas relacionadas con tener contacto directo con la muestra.

Las técnicas ML/MS requieren dos o más personas que trabajen juntas.

MS se encarga de todas las operaciones que relaciona con entrar en contacto con posibles fuentes de contaminación; por ejemplo, MS: trabaja exclusivamente en el exterior de las cámaras del procesamiento y preservación, prepara y opera el equipo de muestreo, incluidas las bombas y muestras discretas, el interruptor de bomba peristáltica, el controlador de bombas y el sistema distribuidor.



ML se encarga de todas las operaciones que se relacionan con equipos que entran en contacto con la muestra; por ejemplo, ml: maneja la botella de la muestra de agua de superficie, maneja el extremo de descarga del tubo o la línea de la muestra de agua de superficie, transfiere la muestra al separador de embudo, prepara un espacio de trabajo limpio (dentro del vehículo), prepara las cámaras de procesamiento y preservación.

A continuación, se presenta la figura que resume estas técnicas:

**Figura 1.** Técnicas de Manos limpias / Manos sucias



Tareas específicas se asignan al comienzo a ML o MS, algunas de ellas se superponen y pueden ser manejadas por una u otra persona siempre que no se introduzca contaminación en las muestras.

### **Técnica muestreo tomado al azar**

La última técnica a mencionar es la que se basa en una muestra que se toma totalmente al azar, por medio de un recipiente abierto: El cual se coloca en un solo punto en la superficie (arroyo, embalse, río etc.), estas muestras por lo general se toman antes de hacer otro trabajo en el lugar para no afectar la corriente y la posterior recolección; para esta técnica se utilizan muestreadores colectores que suelen pararse corriente abajo de la botella durante la operación de llenado, evitando que entren partículas que estén suspendidas (NTC 5667-2, 1995).

Si es de su interés ampliar la información puede ir al material complementario y consultar el video sobre la [metodología para realizar un muestreo integrado en un río.](#)

### **Precauciones para la toma de la muestra en función de su origen.**

Estas recomendaciones son elementales a la hora de tomar muestras, la primera es enjuagar el envase por lo menos 2 o 3 veces con el agua a muestrear antes de tomar la muestra definitiva.

Las demás recomendaciones sugeridas se distribuyen teniendo la fuente de muestreo que pueden ser superficiales (ríos, arroyos, canales, represas, lagos, aljibes) o subterráneas (pozos calzados o de balde, perforaciones), las cuales son atribuidas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA] (2011), en el protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples de Argentina, pero que son aplicables a cualquier país, a saber:

### **Agua de red**

Para la toma de una muestra de agua de red se abrirá el grifo o canilla y se dejará que el agua corra el tiempo suficiente de manera de tener purgada toda la cañería que llega desde el tanque, el ramal donde se encuentre el grifo debe ser el principal, proveniente de la red, y no debe estar conectado en el trayecto con otras cañerías, filtros, ablandadores u otros artefactos que puedan alterar la calidad del agua del ramal principal.

### **Agua de perforaciones o pozos calzados**

La muestra se debe tomar de la cañería inmediata al pozo y es conveniente que, antes de proceder a la toma de la muestra, la impulsión se mantenga en marcha el tiempo suficiente que contemple la profundidad del o de los acuíferos, hasta que el agua emerja clara (sin sedimentos ni restos vegetales) y que sea del acuífero. Se debe prestar especial atención a esto si el pozo estuviera en desuso.

### **Agua superficial proveniente de un curso de agua en movimiento**

Debe ponerse especial atención en buscar puntos estratégicos de muestreo (puentes, alcantarillas, botes, muelles), ya que se debe muestrear de sitios donde el agua se encuentre en circulación. Nunca es recomendable muestrear desde donde se encuentra estancada.

### **Agua superficial proveniente de un espejo de agua (represa o lago)**

En estos casos, se puede proyectar una jabalina a unos 2 metros de la orilla, para no muestrear del borde, evitando tomar la muestra de la capa superficial o del fondo. Sumergir el frasco en el agua (incorporando un peso) con el cuello hacia abajo hasta

una profundidad de 15 a 30 cm, destapar y girar el frasco ligeramente permitiendo el llenado. Retirar el frasco después que no se observe ascenso de burbujas.

### **Tanque de almacenamiento**

Tomar la muestra bajando el frasco dentro del pozo hasta una profundidad de 15 a 30 cm desde la superficie libre del líquido, evitando en todo momento tocar las paredes del pozo. Cuando no es posible tomar la muestra directamente con la mano, debe atarse al frasco un sobrepeso usando el extremo de un cordel limpio o en su caso equipo muestreador comercial.

## **3.2. Tamaño de la muestra**

Generalmente se recomienda trabajar con un volumen mínimo de 2 litros. Sin embargo, el volumen de muestra requerido puede variar en función del tipo y número de análisis fisicoquímico a desarrollar, así como de las concentraciones de los analitos (INS, 2011, p.44). Particularmente el volumen requerido es determinado por el laboratorio teniendo en cuenta que el volumen base puede ser analizado por duplicado o triplicado.

Es recomendable, tener en cuenta el uso de diferentes envases para la recolección del volumen de muestra teniendo en cuenta las condiciones de recolección y transporte en específico. En todo caso, se requerirá atender normas técnicas y normatividad aplicable.

Para realizar el análisis microbiológico se recomienda tener en cuenta la cantidad de agua a muestrear, como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Tamaño de muestra según el tipo de agua a muestrear y ensayo a realizar

Ensayo microbiológico	Tipo de muestra	Volumen de muestra
Bacterias totales. Coliformes totales Termotolerancia de coliformes. Estreptococcus fecales. Shigella spp.	Agua potable, superficial, recreacional, agua residual.	100 ml por cada ensayo.
Bacterias totales coliformes totales Termotolerancia de coliformes, Estreptococcus fecales, Shigella spp.	Agua en recipiente.	250 ml por cada ensayo.
Legionela spp. Salmonella spp.	Agua potable, superficial, recreacional, agua residual.	1 L
Cryptosporidium y Giardia.	Agua cruda.	10 L
Cryptosporidium y Giardia.	Agua tratada.	50- 100 L

Una vez definido el tamaño de la muestra se sugiere revisar los siguientes pasos prácticos para la toma de la misma. Se debe recordar que estos pueden variar dependiendo del objetivo del muestreo, del sitio, presupuesto y elementos que se tengan a disposición, para el INTA esos pasos son:

1. Cerrar el envase asegurando su cierre hermético.
2. Si no estaba rotulada la botella rotularla con tinta indeleble. Siempre tener papel y cinta adhesiva para emergencias o muestras no planificadas.

3. Enjuagar 2 a 3 veces con la fuente de agua que se va a muestrear, desechando el agua de enjuague.
4. Que el envase tenga una capacidad de por lo menos 1 litro.
5. Si el envase está rotulado verificar que sea el correcto.
6. Guardar la muestra en lugar fresco (interior de un vehículo) o en conservadora si fuera necesario y llevarla al laboratorio en el menor tiempo posible (se recomienda como tiempo máximo de entrega a laboratorio de 4 días) (2011, p.5).
7. Recoger la muestra sin dejar cámara de aire. Se puede dejar un mínimo sin llenar que permita la variación de volumen debida a potenciales diferencias térmicas. Si se le va a agregar algún conservante contemplar el volumen necesario para el mismo.

### **3.3. Tipos de ensayos**

Los ensayos in situ, son los ensayos o mediciones que realizan de algunos parámetros en campo, que por su naturaleza si no se realiza de manera inmediata los resultados arrojados posteriormente no serán verídicos, para agua de consumo humano se encuentran dentro de estos parámetros: la temperatura, el olor, el sabor, el cloro residual libre y el pH (INS, 2011, p.46); sin embargo, para otros tipos de aguas como las residuales o las superficiales, estos también son aplicables para mediciones in situ incluyendo conductividad, turbidez y oxígeno disuelto, la medición de estos se realiza con el equipo multiparamétrico.

Estas mediciones se realizan generalmente, haciendo uso de equipos portátiles como sondas multiparamétricas, pHmetros y conductímetros; pero, se debe resaltar

que para hacer estos análisis siempre se debe llevar a cabo bajo las indicaciones de revisión y calibración de los equipos.

A continuación, de acuerdo con el (Invemar, 2013, p.24), se explica algunos parámetros medidos in situ:

### **Oxígeno disuelto**

Este parámetro proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua es importante para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática.

### **Conductividad**

En una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua.

### **pH**

Es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática. Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática (Invemar, 2013, p.22).

### **Temperatura**

Juega un papel muy importante en la solubilidad de los gases, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación de pH, en el conocimiento del origen de agua y de las eventuales mezclas, etc. (Invemar, 2013, p.21).

## **Turbidez**

El agua turbia es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. Es un fenómeno óptico que consiste esencialmente en una absorción de luz combinado con un proceso de difusión (Invemar, 2013, p.26).

### **3.4. Puntos de tomas de muestras**

El personal de monitoreo deberá obtener toda la información posible y de manera detallada acerca de las estaciones del recurso hídrico a monitorear, generalmente esta información es proporcionada por el cliente, ello servirá para planear todo el procedimiento de muestreo.

La ubicación de los puntos de muestreo deberá cumplir los siguientes criterios:

Se debe establecer teniendo en cuenta el artículo 2° de la Resolución 0811 de 2008, anexo técnico número 2 en la cual se especifica que la localización de los puntos de recolección depende de su objetivo, si es para muestras de agua para consumo humano en la red de distribución deberá determinarse bajo las siguientes características:

#### **1. Determinar el punto en común**

Determinar el punto en común acuerdo entre las personas prestadoras y la respectiva autoridad sanitaria.

#### **2. Establecer puntos fijos**

Inmediatamente después del accesorio o componente donde terminan las tuberías de conducción y se inicia la red de distribución, en el extremo



más alejado de la red que sea más representativo en calidad del agua y a la salida de la infraestructura ubicada en la red de distribución que pueda representar un riesgo de contaminar el agua.

### **3. Establecer puntos de interés general**

Localizar puntos de muestreo teniendo en cuenta que representen el funcionamiento hidráulico del sistema.

Para muestreos que no son de agua para consumo humano siempre se recomienda:

#### **Uno**

Identificar la zona previamente; si es posible georreferenciar la zona, indagar sobre el uso del recurso, la población y situación actual del mismo.

#### **Dos**

Para aguas residuales, solicitar los permisos con anterioridad, verificar la zona y llevar los elementos de protección requeridos.

#### **Tres**

Recuerde llevar la documentación para registrar horas, fechas, lugares de la toma de muestras (Resolución 0811, 2008).

#### **Características de los puntos de muestreo:**

La forma de tomar la muestra y el punto de muestreo está condicionado al lugar de este, por eso se debe considerar algunas particularidades a la hora de realizar una actividad de muestreo, para Ferro (2020), en su libro denominado Perito en salud

medioambiental, según las diferentes fuentes de agua las características del muestreo deben ser:

### **Pozos de agua**

Extraer la muestra de agua sólo después que el pozo ha sido bombeado por lo menos durante 15 minutos para asegurar que la muestra representa la calidad de la fuente de agua subterránea.

### **Ríos y arroyos**

Cuando se toman muestras de un río o un arroyo, los valores analíticos pueden variar con la profundidad, el caudal del arroyo y por la distancia a las orillas. Los cuidados a tener en cuenta en estos casos son: la muestra para que sea representativa debe ser recolectada a la mitad del área del flujo, independientemente de la modalidad del muestreo, tener presente las inundaciones repentinas, seleccionar el punto de muestreo cercano a una estación de aforo para relacionar el caudal del río con la muestra de agua, en el caso de puntos de muestreo situados en las proximidades de confluencias y descargas, los puntos de muestreo deberán estar ubicados a una distancia tal en que ambas aguas estén uniformemente mezcladas.

### **Lagos y reservorios**

Estos tipos de cuerpos de agua están sujetos a considerables variaciones por causas normales tales como estratificación a causa de la radiación solar y la velocidad del viento y descargas de fuentes tributarias. Para determinar la representatividad de la calidad del agua en embalses, muchas veces se requiere la toma de muestras en más de una posición. Las ubicaciones dependen de los objetivos del programa de muestreo,

el impacto de las fuentes locales de contaminación y el tamaño del cuerpo de agua (2020, p.1274).

### **3.5. Partes del plan de muestreo**

El plan de muestreo es un instrumento de planeación en el cual se deja todo consolidado sobre el muestreo a realizar. Para el caso de muestras de agua potable existe una base normativa que da las directrices para este documento, la Resolución 0811 de 2008 y la Resolución 2115 de 2007. Que pueden ser consultadas mediante las alternativas dispuestas por los entes y autoridades competentes.

En general, se recomienda que el plan de muestreo especifique como mínimo los siguientes ítems según la Icontec (1995), en la Norma Técnica Colombiana [NTC] 5667-1, Directrices para el diseño de programas de muestreo:

1. El objetivo.
2. El sitio de toma de muestra.
3. El método y técnica a usar.
4. Los parámetros a medir.
5. Los instrumentos y equipos requeridos.
6. El personal y las competencias que debe manejar.
7. Los elementos de seguridad y salud en el trabajo.
8. Los formatos requeridos para el registro de información.

Se invita a consultar información según las normas aplicadas.

Después de ingresar, en la búsqueda ubicar Manual toma de muestras de agua. Abrir este documento, y obtener el [Manual de instrucciones para la toma](#).

preservación, transporte de muestras de agua para consumo humano para análisis de laboratorio. ISBN 978-958-13-0147-8.

## **4. Instrumentos de laboratorio**

Se designa a través del concepto material de laboratorio a todo aquel material que puede ser empleado en un laboratorio (puede ser de vidrio, madera, metal, plástico, goma y porcelana) para realizar las típicas actividades que en este tipo de lugares se llevan a cabo, a saber: investigaciones, experimentos, estudios especiales sobre recursos, partículas u otros.

El uso de los instrumentos de laboratorio debe estar orientado al objetivo de la muestra, teniendo en cuenta las características requeridas para muestras fisicoquímicas y microbiológicas, si el procesamiento de esta será in situ o si se requiere de algún equipo o herramienta.

### **4.1. Recipientes, reactivos e insumos**

Los recipientes para la toma de muestras más usados para exámenes físicos - químicos y microbiológicos de acuerdo con el INS (2011), son de vidrio y plástico, y varían de acuerdo con la muestra y sus componentes. En algunos casos es requerido el uso de un blanco del recipiente para descartar interferencias:

#### **1. Vidrio**

Las siguientes son las características que deben reunir los recipientes de vidrio para la toma de muestras, de acuerdo con el INS (2011):

Deben ser resistentes a altas temperaturas, ya que deben ser esterilizados a temperaturas de 120°C o 160°C para garantizar que los recipientes están libres de microorganismos antes de la toma de la muestra.

Deben ser de vidrios neutros para que durante el proceso de esterilización y de almacenamiento de la muestra no ocurran reacciones donde se liberan productos tóxicos que puedan afectar la viabilidad de los microorganismos presentes en la muestra.

Deben tener tapa rosca, preferiblemente de plástico, con forros de silicona termo-resistentes (p. 34).

## **2. Plástico**

Los recipientes de plástico deben ser de polietileno, policarbonato o teflón si se requiere.

El uso de botellas de plástico es recomendado para la toma de muestras a las que se les va a determinar sustancias inorgánicas. Las siguientes son las características generales de los recipientes:

Preferiblemente livianos y resistentes.

Boca ancha.

Cierre hermético.

Los recipientes de vidrio y plástico utilizados para la toma de muestras, deben ser lavados y acondicionados de acuerdo con las disposiciones del Instituto Nacional de Salud -INS- (2011), quien brinda directrices claras sobre el acondicionamiento de

materiales para análisis fisicoquímico y microbiológico. Para ello se debe tener en cuenta el tipo de análisis a desarrollar:

El lavado y acondicionamiento de los recipientes depende del análisis a desarrollar. El Instituto Nacional de Salud (2011) brinda directrices claras sobre el acondicionamiento de materiales para análisis fisicoquímico y microbiológico.

### **Para análisis fisicoquímico**

Los recipientes de vidrio nuevos se deben limpiar con agua y detergentes, para eliminar el polvo; después se limpian con una mezcla de ácido crómico - ácido sulfúrico o en su defecto con limpiador neutro y se enjuagan con agua destilada.

Los recipientes de polietileno se limpian llenándolos con una solución al 10% o 1 molar de ácido nítrico o ácido clorhídrico, dejándolos llenos durante 30 minutos. Finalmente se enjuagan con agua destilada o desionizada.

### **Para análisis microbiológico**

El lavado se debe realizar con detergentes neutros y para eliminar la suciedad, se deben enjuagar con agua corriente hasta eliminar completamente las trazas de jabón, posteriormente se enjuaga con agua destilada y finalmente se dejan secar al medio ambiente o en estufa.

Los recipientes destinados para la toma de muestras de agua que ha sido tratada con agentes oxidantes como el cloro, la cloramina, bromo u ozono y que van a ser esterilizados, se les debe adicionar tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), que es un agente reductor que inactiva el efecto bactericida de los elementos mencionados anteriormente.

Permitiendo así la detección de los microorganismos presentes en el agua a analizar.

Esterilización de los recipientes: los recipientes para la toma de muestras deben estar estériles. Es decir, deben haber sido sometidos a procesos de esterilización. La esterilización hace referencia a procesos físicos o químicos que eliminan cualquier forma de vida. Cuando se dice que un recipiente está estéril es porque en este no hay presencia de microorganismos o esporas termorresistentes.

Los recipientes para la toma de muestras se deben esterilizar de acuerdo con los Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater (2017) se puede mediante métodos físicos como la esterilización por calor húmedo o por calor seco:

### **Esterilización por calor húmedo**

Se realiza en un equipo llamado autoclave en el que mediante el vapor de agua se producen temperaturas de  $121 \pm 3$  °C y 1 atmósfera de presión. Cuando se someten los recipientes a estas condiciones durante 15 minutos, los microorganismos o las esporas que estaban presentes en estos, mueren y como consecuencia los recipientes quedan estériles.

### **Esterilización por calor seco**

Se realiza en un horno que se lleva a una temperatura de  $170 \pm 10$  °C durante 1 hora. Los recipientes de plástico no se deben esterilizar por este método.

A continuación, se presentan algunas indicaciones para tener en cuenta:

1. Antes de llevar los recipientes al proceso de esterilización estos se deben tapar, sin cerrarlos totalmente. La tapa y el cuello del recipiente se debe

cubrir con papel Kraft, mantequilla o aluminio para proteger la boca y la tapa del recipiente en el momento del muestreo.

2. Cuando el punto de muestreo sea mediante inmersión en agua limpia, el exterior de frasco deberá cubrirse con papel Kraft, aluminio o en bolsas esterilizables, esto con el fin de mantener la esterilidad del exterior del frasco hasta el momento del muestreo.
3. Cuando la esterilización no es posible por ningún medio, la Icontec en su NTC 6151 (2015) menciona la posibilidad de hacer desinfección de los recipientes mediante ebullición durante 30 minutos, para ello se deben sumergir los recipientes y sus tapas en agua hirviendo. Terminado el proceso de desinfección se debe eliminar el agua de los recipientes, tapar y colocar en una envoltura limpia.

### **Prueba de esterilidad de los recipientes**

Se deben realizar pruebas de monitoreo al proceso de esterilización o hacer pruebas a los recipientes para comprobar su esterilidad.

Ampliar la información con la NTC 5667-2 en cuanto a recipientes para muestras y en la NTC 6151.

Para reforzar las técnicas puede apoyarse de la ISO 5667-2 Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo.

## **4.2. Equipos y herramientas**

El trabajo práctico de toma de muestras en el sitio siempre se acompaña del uso de equipos y herramientas necesarias para tal fin, teniendo en cuenta no solo las



condiciones mínimas de dichos implementos como que se encuentren calibrados, sino también el uso acorde a las indicaciones de cada equipo.

### **Equipo de muestreo manual**

Para el Invermar manejar los equipos para las muestras superficiales es extremar la limpieza del material y procurar procedimientos que eviten la contaminación. En muestras superficiales la recolección se puede hacer manualmente introduciendo la botella colectora bajo la superficie, procurando siempre hacerlo a la misma profundidad (c.a. 25 cm), otras recomendaciones dadas para estos equipos son:

#### **Botellas Nansen**

Cuando el objetivo es obtener muestras de agua a profundidades determinadas, se emplean botellas colectoras dotadas de mecanismos de cierre para confinar la masa de agua que se encuentra a la profundidad de interés. En estudios oceanográficos, se emplean normalmente botellas Nansen para el análisis de los parámetros fisicoquímicos, pH, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes inorgánicos.

#### **Botellas Niskin**

Por tener capacidad de mayor volumen, son ideales para la obtención de muestras en el análisis de pigmentos fotosintéticos y contaminantes (pesticidas, metales pesados, etc.). Hay que tener bastante precaución cuando se usan estas botellas en el muestreo de aguas con alto contenido de sólidos sedimentables; su forma alargada y un flujo muy lento para extraer la muestra por las llaves, facilitan la sedimentación de los sólidos provocando diferencia en este parámetro entre las primeras y las últimas botellas receptoras que se llenan.

### **Botella Van Dorn horizontal**

Es adecuada para coleccionar muestras de fondo en cuerpos de agua muy someros, siendo muy apropiada para estudios de estratificación vertical, termoclinas y termohalinas en lagunas costeras, mientras que las de funcionamiento vertical permiten coleccionar muestras a mayores profundidades.

### **Equipo de muestreo automático**

Es importante resaltar que también existe tomadores de muestras instrumentados y a menudo automatizados dentro de estos existen dos tipos principales; los dependientes del tiempo, que recogen muestras discretas, compuestas o continuas y los dependientes del volumen también recogen estos tipos de muestra y tienen en cuenta las variaciones en el flujo (NTC 5667-2, 1995).

Para ampliar información con la NTC 5667-2 en cuanto a equipos para muestras.

Para reforzar las técnicas puede apoyarse de la ISO 5667-2 [Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo.](#)

### **Equipos para análisis**

Dentro de los equipos o instrumentos más usados para la realización de los análisis se puede encontrar: termómetro, pHmetro y el turbidímetro.

A continuación, se presenta los diferentes equipos para análisis y medición de aguas:

#### **Termómetro**

Termómetro Celsius (centígrado) con columna de mercurio, el cual mínimo debe tener una escala marcada cada 0.1°C. Para prevenir rupturas en labores de campo, se

recomienda un termómetro con cazoleta protectora. En la actualidad se emplean muchos medidores electrónicos provistos con sondas, los cuales poseen termocuplas o termistores en su interior. Con miras a los procesos de validación y certificación de los laboratorios ambientales, los termómetros y sensores de temperatura deben calibrarse al menos una vez al año por una institución competente, o contra termómetros certificados, siguiendo el protocolo para cada equipo y/o fabricante (Invemar, 2013, p.21).

### **pHmetro**

Según el Invemar (2013) la técnica más exacta, usada para la medición del pH es la potenciométrica, que se fundamenta en la medida de la diferencia de potencial experimentada en dos celdas electroquímicas (denominadas electrodos), se emplea un electrodo combinado de membrana de vidrio y uno de calomel como referencia. Los medidores de pH (pHmetro) modernos poseen un mecanismo electrónico que compensa automáticamente la medida con respecto a la temperatura.

### **Turbidímetro**

El conocimiento de la salinidad es fundamental en estudios oceanográficos, pues es necesario para la determinación de corrientes y la identificación de masas de aguas. En estudios ambientales es un factor importante porque puede significar la presencia o no de organismos y peces. La salinidad se puede calcular a partir de la conductividad, el resultado es numéricamente menor que el residuo filtrable y se reporta usualmente como gramos por Kg o partes por mil (psu o ‰ (Invemar, 2013, p.24).

De acuerdo con Invemar (2013), actualmente en la mayoría de los laboratorios, la medición del agua se realiza por medio de la conductividad, revise a continuación aspectos relacionados:

### **Método conductimétrico**

Se define como la capacidad que tiene una sustancia de transportar electrones (conducir electricidad); en el agua, esta capacidad se ve influenciada por la cantidad de sales disueltas y la temperatura. Esto significa que, a mayor contenido de sales, mayor conductividad; de esta forma, se puede emplear esta propiedad para medir el contenido de sales en una muestra de agua. El método conductimétrico es aplicable a todo tipo de aguas naturales, especialmente del mar. También es aplicable a efluentes industriales y domésticos.

### **Programas electrónicos internos**

Hoy en día existen equipos que miden la conductividad y la temperatura de una muestra de agua, y calculan la salinidad a través de programas electrónicos internos. Si no se dispone de un equipo de estos, también se puede determinar con un conductímetro, un termómetro y haciendo uso del algoritmo reportado en “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”. La ecuación para la conductividad relativa a la temperatura  $t$  ( $R_t$ ) puede ser tomada de «Specific Conductance: Theoretical considerations and application to analytical quality control» por R.L. Miller, W.L. Bradford, y N.E. Peters (2013, p.24).

## **Revisión y calibración de los equipos de muestreo**

Para el desarrollo de esta actividad siempre se debe contar primero con los manuales de calibración para cada uno de los equipos a utilizar, realizar el alistamiento de reactivos y tener claros los estándares requeridos por los mismos.

El IDEAM en la guía para el monitoreo de vertimientos de aguas superficiales y subterráneas presenta unas consideraciones pertinentes para algunos equipos dadas a continuación:

**Sonda multiparámetro:** siempre revisar y calibrar los sensores de por lo menos 24 horas antes de la actividad; el sensor de oxígeno disuelto debe calibrarse entre cada muestreo si existe diferencias en la altitud. (Se puede usar si es aplicable el método Winkler como comparación).

**Medidores de campo sencillos (pHmetro y conductímetro):** el proceso de calibración debe darse diariamente siempre al inicio del primer muestreo. (2014, p 21). Recuerde que el éxito del muestreo se determina según el conocimiento del lugar de muestreo y de la necesidad de los parámetros a identificar, luego siempre revise el equipo antes de ir a tomar la muestra, temas como; longitudes de sondas, pilas cargadas, funcionamiento y calibración son acciones previas obligatorias.

## **5. Capacitación y SST en muestreo**

Uno de los ejes estratégicos para realizar un proceso de toma y tratamiento de muestras acorde a la normatividad es el recurso humano que realizará esa función, el cual debe contar con las habilidades y competencias necesarias, estas mismas son definidas dentro de un instrumento de planeación denominado plan de capacitación.

## 5.1. Formación y evaluación

Para conocer la importancia de los procesos de capacitación y la normatividad a tener en cuenta, se presenta el siguiente video:

### Video 2. Capacitación y SST en muestreo



[Enlace de reproducción del video](#)

#### Síntesis del video: Capacitación y SST en muestreo

Uno de los ejes estratégicos para realizar un proceso de toma y tratamiento de muestra acorde a la normatividad es el recurso humano que realizará esa función, el cual debe contar con las habilidades y competencias necesarias, estas mismas son

definidas dentro de un instrumento de planeación denominado, plan de capacitación, formación y evaluación.

La capacitación del personal de toma de muestras es tan importante que cuenta con un marco normativo que lo exige como las resoluciones 1073 de 2003 y 1570 de 2004 del MAVDT, el cual indica que este personal debe ser formado, evaluado y certificado, como mínimo, en las Normas de Competencia Laboral código 280201034: Realizar los procedimientos de muestreo del agua de acuerdo con los protocolos de la entidad; código 280201001: Asegurar las condiciones de salud y seguridad en el puesto de trabajo y código 280201002: Generar información para apoyar la toma de decisiones empresariales.

Lo anterior no solamente va a significar una mejora en la calidad y expectativas laborales, sino que se van a minimizar los errores involucrados en el proceso de toma, preservación y transporte de muestras.

Para hacer seguimiento al sistema de suministro de agua para consumo humano, el muestreo en campo realizado por técnicos u operarios debidamente capacitados y certificados es el primer paso que se debe dar para el aseguramiento de la calidad, requerido para disminuir o eliminar las incertidumbres asociadas a la toma de muestras.

Para ello es importante que toda organización defina un plan de capacitación de su personal en temas como:

Elementos personales de protección para la toma y procesamiento de muestras.

Equipos e instrumentos de laboratorio.

Riesgos y amenazas en campo y en laboratorio.

Tipos, técnicas y métodos de muestreo.

Normatividad aplicable, entre otros.

## **5.2 Seguridad y salud en el trabajo en muestreo**

De acuerdo con la Sociedad Americana de Química (2003), en su publicación Seguridad en los laboratorios químicos académicos, prevenir accidentes de cualquier tipo en un laboratorio, es responsabilidad de todos los que usan este espacio de trabajo, por lo cual es necesario siempre una actitud cooperativa activa, es importante recordar que los accidentes que se pueden dar cuando se trabaja con insumos químicos bien sea dentro de un laboratorio o en pruebas de campo, suelen ser asociadas a:

- a) Actividades de indiferencia.
- b) No utilizar el sentido común.
- c) No seguir instrucciones y cometer errores.

Cuando se menciona “tomar un rol activo” se hace referencia a:

- a) Seguir las reglas de seguridad.
- b) No jugar bromas mientras realiza actividades de toma de muestras o de laboratorio.



- c) Familiarizarse con los equipos de seguridad.
- d) Siempre indagar antes sobre los peligrosos si va a manejar sustancias químicas.

Para realizar la actividad de toma de muestras de aguas se debe garantizar que las personas cuenten con unos implementos de seguridad mínimos:

1. Cofia

Si tiene el cabello largo, manténgalo recogido durante el desarrollo de la práctica. Use la cofia si el instructor lo considera necesario.

2. Casco

En campo es necesario como prevención.

3. Protección de ojos

Es obligatorio que todo el personal que permanezca en el laboratorio use permanentemente las gafas de seguridad, aun cuando no estén realizando prácticas (Sociedad Americana de Química, 2003, p.3).

4. Mascarilla o tabapocas

Cuando la práctica de laboratorio implique la manipulación de compuestos volátiles, tóxicos, nocivos y/o irritantes, es indispensable emplear equipos de protección respiratoria, adaptados y homologados para la sustancia en cuestión (INS, 2011, p.40).

5. Instrumental de campo o vestimenta

Primero se debe aclarar que la ropa utilizada en laboratorio o en campo, debe proteger tanto de salpicaduras como de derrames, preferiblemente un guardapolvo blanco, si es para uno de cuencas de agua contaminadas este debe ser impermeable (Sociedad americana de química, 2003, p.4).

#### 6. Bata de laboratorio

Si se usa la bata las características más aconsejables son: material: algodón, dril o gabardina, color: blanco, manga: larga con puño resortado, largo (extensión): mínimo hasta el muslo (3/4), tipo de cierre: de abotonar a presión (INS, 2011, p.40).

#### 7. Zapatos

En el caso de los laboratorios se debe usar zapatos totalmente cerrados y que no sean de cuero o cuero sintético, no se podrá usar sandalias o cualquier zapato que deje piel al descubierto ni con tacones (INS, 2011, p.40).

#### 8. Guantes de nitrilo, de neopreno, gruesos y delgados

Cualquier manipulación de sustancias corrosivas, irritantes, de elevada toxicidad o de elevado poder de penetración a través de la piel, debe ser llevada a cabo empleando guantes adecuados y limpios. Finalizada la práctica, lave los guantes con abundante agua y jabón. Haga lo propio con sus manos (Sociedad Americana de Química, 2003, p.5).

Por favor diríjase al documento [Seguridad en laboratorios químicos académicos, volumen 1, séptima edición.](#)

### **En el laboratorio**

Es de carácter obligatorio que el instructor dé a conocer a los aprendices las normas y disposiciones generales de seguridad de este manual, explicándoles y haciendo las aclaraciones necesarias, dando lugar a la participación de los aprendices.

Así mismo, el instructor debe hacer un recorrido con sus aprendices por todas las instalaciones, mostrando y ubicando los diversos dispositivos relacionados con la seguridad, tales como salida de emergencia, ruta de evacuación, ubicación de extintores, botiquines de primeros auxilios, duchas de emergencia y fuente lavajojos.

Antes de las prácticas de campo o de laboratorio el instructor socializará las normas adecuadas para las actividades.

### **Peligros químicos**

Las sustancias químicas pueden causar daño si no son manipuladas de forma adecuada y según protocolos, lo más importante para resaltar es que estas sustancias tienen diferentes características (tóxicas, inflamables, corrosivas o reactivas) es importante reconocerlas y saber cómo reaccionar en caso de accidentes.

Sin embargo, existen sustancias que cuentan con más de un peligro, por lo cual se considera que el grado de peligrosidad de las sustancias químicas puede variar, por ello siempre trabajar de forma segura es la manera correcta de desarrollar actividades con estos implementos.

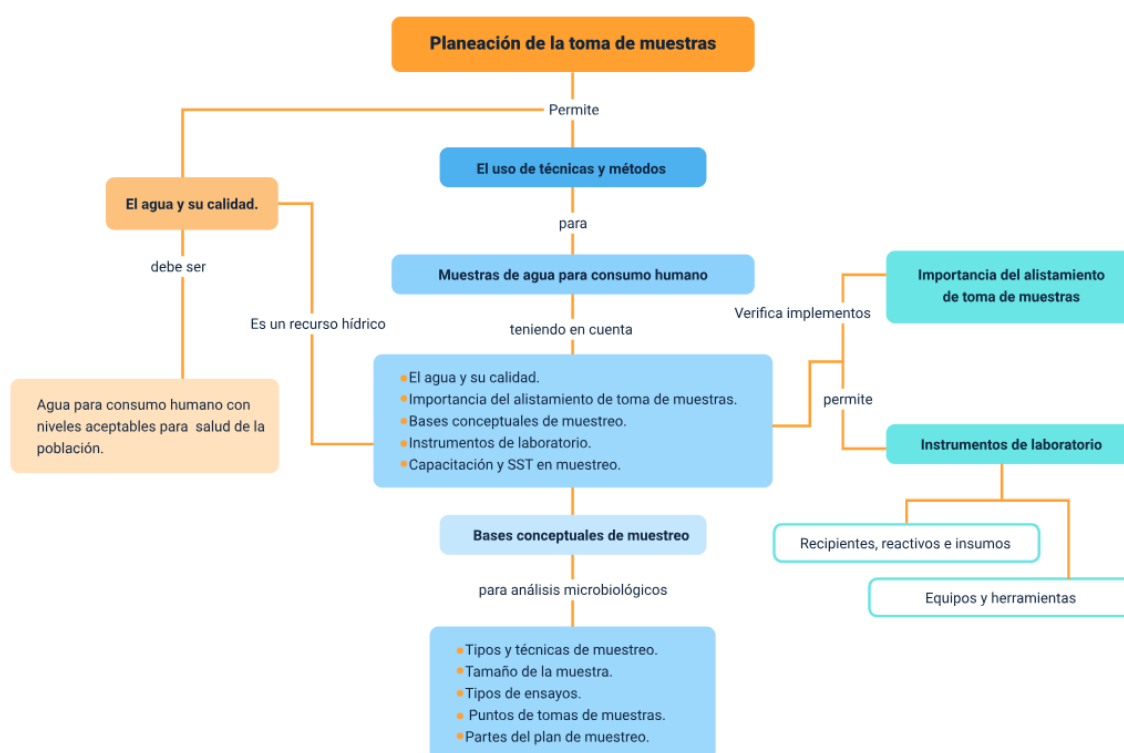
Se recomienda ampliar la información en sesiones en línea con el instructor y el material de apoyo, pero se dejan las siguientes acciones para contrarrestar los peligros químicos:

- a) Siempre lea detenidamente las etiquetas de las sustancias químicas antes de usarlas.
- b) Siga las recomendaciones dadas en las hojas de seguridad de los productos.

- c) Siempre siga las recomendaciones de su instructor. (Sociedad Americana de Química, 2003, p.10)

## Síntesis

Con el estudio de este componente se identificaron los términos, técnicas y métodos necesarios para programar el muestreo de agua de acuerdo con normas técnicas y protocolos de ensayo, por tanto, se prepara para la planificación de acciones en la toma de muestras de agua en los sistemas de la distribución cuyo objetivo es el consumo humano para evaluar su calidad. Se invita a ver el siguiente mapa conceptual:



## Material complementario

Tema	Referencia	Tipo de material	Enlace del recurso
Bases conceptuales de muestreo	Instituto Nacional de Salud. (2011). <i>Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano</i> . Instituto Nacional de Salud.	Manual	<a href="https://drive.google.com/open?id=11Q4qkut-dfB9QSuJZ-MJHg10Lq9_HPZ4">https://drive.google.com/open?id=11Q4qkut-dfB9QSuJZ-MJHg10Lq9_HPZ4</a>
Bases conceptuales de muestreo	Icontec. (1995). Norma técnica colombiana gestión ambiental - Calidad del agua muestreo. Técnicas generales de muestreo.	NTC 5667-2	<a href="https://drive.google.com/open?id=1FYVXa1e4cvoZtsEx0ZldICJoQ3jS74N6">https://drive.google.com/open?id=1FYVXa1e4cvoZtsEx0ZldICJoQ3jS74N6</a>
Bases conceptuales de muestreo	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Resolución 2115.	Resolución	<a href="https://drive.google.com/file/d/1yo3H6bvAPWuhpUuEaisZwke6U0DJIfQN/view">https://drive.google.com/file/d/1yo3H6bvAPWuhpUuEaisZwke6U0DJIfQN/view</a>
Capacitación y SST en muestreo	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2008), Resolución 0811.	Resolución	<a href="https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2008%20Resoluci%C3%B3n%200811%20Puntos%20de%20muestreo.pdf">https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICAP/2008%20Resoluci%C3%B3n%200811%20Puntos%20de%20muestreo.pdf</a>
Importancia del alistamiento de toma de muestras	Sedepal, (2018). Técnicas de muestreo de aguas residuales. [Video]. YouTube.	Vídeo	<a href="https://www.youtube.com/watch_popup?v=JBU6RQ1QMD0">https://www.youtube.com/watch_popup?v=JBU6RQ1QMD0</a>

Importancia del alistamiento de toma de muestras	Universidad de Antioquia, (2020). Metodología para realizar un muestreo integrado en un río. [Video]. YouTube.	Vídeo	<a href="https://www.youtube.com/watch_popup?v=UOBmZqSftJY">https://www.youtube.com/watch_popup?v=UOBmZqSftJY</a>
Instrumentos de laboratorio	Sociedad Americana de Química. (2002). Seguridad en laboratorios químicos académicos. Volumen 1.	Libro	<a href="https://drive.google.com/open?id=1-0DBW0V7b86svVyc35atqrHHdsMOyW5u">https://drive.google.com/open?id=1-0DBW0V7b86svVyc35atqrHHdsMOyW5u</a>

## Glosario

**Agua potable:** es aquella que, por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal (Decreto 1575, 2007, p.1).

**Análisis físico y químico del agua:** son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas (Resolución 2115, 2007, p.1).

**Cuerpos o cursos de agua:** son las aguas corrientes superficiales y subterráneas, lagos, lagunas, ciénagas, manantiales, humedales, embalses de formación natural o artificial, chucuas o madre vieja o antiguos cauces con flujos estacionales, esteros, bahías, lagunas costeras, golfos y las aguas marinas. (IDEAM, s.f.).

**Muestra:** toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la autoridad sanitaria (INS, 2011, p.9).

**Puntos de muestreo en red de distribución:** son aquellos sitios concertados y materializados con dispositivos de toma, donde se realiza la recolección de la muestra de agua para la vigilancia y el control (Resolución 0811, 2008).

**Representatividad:** lapso de 10 minutos, dentro de los cuales se toma la muestra y contramuestra de agua en el dispositivo instalado en el sitio de monitoreo concertado entre vigilancia y control (INS, 2011, p.9).



**Traza:** es una cantidad mínima de una característica química encontrada en el agua analizada de la muestra o contramuestra tomada (INS, 2011, p.9).

## Referencias bibliográficas

Ferro, J., (2020). *Perito en salud medioambiental*. [Ebook].  
[https://books.google.com.co/books?id=OirKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=OirKDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (1995). NTC-ISO 5667-2 - *Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (1995). NTC-ISO 5667-1 - *Calidad del Agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2004). NTC-ISO 5667-3-*Calidad del Agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la Preservación y Manejo de Muestras*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2015). NTC-ISO 6151 -*Calidad del Agua. Muestreo para análisis microbiológico*.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2014). Guía para el monitoreo de vertimientos de aguas superficiales y subterráneas.  
[http://www.corponor.gov.co/control\\_calidad/2014/Guia\\_monitoreo\\_IDEAM.pdf](http://www.corponor.gov.co/control_calidad/2014/Guia_monitoreo_IDEAM.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (s.f.). Glosario - Atención y participación ciudadana. Recuperado el 27 de mayo de 2020 de  
<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario>

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras [INVEMAR]. (2003). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos. Aguas sedimentos y organismos. Cargraphics- Impresión digital. <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>

Instituto Nacional de Salud [INS]. (2011). Manual de instrucciones para la toma, preservación, transporte de muestras de agua para consumo humano para análisis de laboratorio. ISBN 978-958-13-0147-8.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (2011). Protocolo de muestreo, transporte y conservación de muestras de agua con fines múltiples. Argentina.

Ministerio de Educación [MinEducacion]. (2015). Manual de normas de seguridad en el laboratorio de química y de física para experiencias seguras de aprendizaje en el laboratorio. [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-355749\\_recurso\\_normatividad.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-355749_recurso_normatividad.pdf)

Ministerio de Protección Social [MPS] y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [Mavdt]. (2008). Resolución 0811 de 2008 “Por medio del cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria y las Personas Prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/0811-%202008.pdf>

Servicio Geológico de los Estados Unidos [USGS]. (2000). *Manual de campo interinstitucional para la recolección de datos sobre la calidad del agua.* [https://pubs.usgs.gov/of/2000/ofr00-213/manual\\_sp/collect.html](https://pubs.usgs.gov/of/2000/ofr00-213/manual_sp/collect.html)

Sociedad Americana de Química. (2013). *Seguridad en laboratorios de química (7ma impresión, Volumen 1)*. ISBN 0-8412-7412-6.

*Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater*. (2017). 960 Samples.  
Recuperado el 26 de mayo de 2020.  
<https://www.standardmethods.org/doi/abs/10.2105/SMWW.2882.184>

## Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Claudia Patricia Aristizábal Gutiérrez	Responsable del equipo	Dirección General
Liliana Victoria Morales Gualdrón	Responsable de línea de producción	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Xiomara Becerra Aldana	Instructora Ambiental	Centro de Gestión Industrial
Lubin Andrés Hernández Sanabria	Instructor	Centro de Gestión Industrial
Jesús Ricardo Arias Munevar	Instructor	Centro de Gestión Industrial
Javier Ricardo Luna Pineda	Diseñador Instruccional	Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica
Silvia Milena Sequeda Cárdenas	Evaluador Instruccional	Centro de diseño y metrología
Rafael Neftali Lizcano Reyes	Asesor Pedagógico	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Martha Isabel Martínez Vargas	Productora audiovisual	Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Gloria Amparo López Escudero	Adecuador Instruccional	Centro de gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información
Alix Cecilia Chinchilla Rueda	Asesor metodológico	Centro de gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información

Yuly Rey	Diseñador web	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Manuel Felipe Echavarria Orozco	Desarrollador Fullstack	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Carolina Coca Salazar	Evaluadora de contenidos inclusivos y accesibles	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Lina Marcela Pérez Manchego	Validadora de recursos educativos	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital
Leyson Fabian Castaño Pérez	Validadora de recursos educativos	Centro de Gestión De Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Regional Distrito Capital