

## **1. OBJETIVO**

- 1.1 Proporcionar lineamientos para diseñar y ejecutar programas de muestreo en aguas superficiales para la determinación de contaminantes orgánicos como los polifenilos policlorados (PCB).
- 1.2 Proporcionar una guía para monitorear y detectar errores en el muestreo y por tanto, un medio para rechazar los datos inválidos o engañosos.
- 1.3 Brindar herramientas para demostrar que los errores cometidos durante el muestreo sean controlados adecuadamente.
- 1.4 Indicar la variabilidad del muestreo y por tanto, dar una guía para el aspecto del error.

## **2. ALCANCE DE LA APLICACIÓN**

Este protocolo provee una guía sobre la selección y uso de diversas técnicas de aseguramiento de la calidad relacionadas con el muestreo manual de aguas superficiales que puedan tener bifenilos policlorados (PCB).

## **3. FUNDAMENTO TEÓRICO**

Cuando los PCB entran al medio ambiente, pueden migrar a los suelos, aguas subterráneas; pueden ser arrastrados por las aguas superficiales y los vientos a otras regiones, países y continentes. Localmente, cuando los PCB entran al suelo, el agua subterránea y el agua superficial se pueden convertir en no aptas para uso y consumo, así como los animales, peces y cultivos que se encuentran en dichas áreas contaminadas.

Globalmente, los PCB pueden ser transportados por los vientos atmosféricos superiores y luego ser depositados en las tierras y aguas de otros continentes. El transporte de PCB, se ha convertido en un problema ambiental internacional que los países miembros de las Naciones Unidas están tratando de resolver. El transporte y la presencia de estos compuestos presentan impactos locales significativos para el medio ambiente, así como impactos globales derivados del manejo inadecuado de los PCB.

Se requieren procedimientos de control de calidad para la recolección de muestras de agua con propósitos de análisis de la calidad ambiental por las siguientes razones:

**3.1** Para monitorear la efectividad de la metodología de muestreo.

**3.2** Para demostrar que las diferentes etapas del proceso de recolección de muestras sean controladas adecuadamente y que estas sean apropiadas para el propósito previsto, incluyendo un control idóneo de las fuentes de error, tales como la contaminación de la muestra, la pérdida del analito y la inestabilidad de la muestra. Para lograr este control de

calidad los procedimientos deben proporcionar un medio de detección del error de muestreo y por consiguiente un medio para rechazar datos inválidos o errados que resulten del proceso de muestreo.

**3.3** Para cuantificar y controlar las fuentes de error que surgen durante el muestreo la cuantificación da una guía sobre la importancia del muestreo en la exactitud total de los datos.

**3.4** Para brindar información abreviada y confiable sobre los procedimientos de aseguramiento de la calidad que se deben usar en operaciones fortuitas y especiales de muestreo, tales como incidentes de contaminación o investigaciones de aguas subterráneas.

**3.5** Algunas fuentes de error asociados a la toma de muestra de aguas superficiales son:

3.5.1 Contaminación. La contaminación puede ser causada por los materiales de los cuales están hechos los equipos de muestreo (recipientes de muestreo y recipientes donde se almacenan las muestras), por contaminación cruzada entre las muestras, por preservación y disposición inapropiada de almacenamiento y transporte.

3.5.2 Inestabilidad de la muestra. El tipo de recipientes y contenedores que se utilicen para el muestreo puede afectar la estabilidad del analito entre el muestreo y el análisis, debido a la inestabilidad inherente de la muestra misma y a las condiciones en las cuales se almacenan y transportan las muestras.

3.5.3 Preservación incorrecta. La selección de recipientes y contenedores de muestreo afecta la integridad del analito además se debe seleccionar entre las opciones disponibles la mejor forma de preservación.

3.5.4 Muestreo incorrecto. La desviación respecto al procedimiento de muestreo, o el procedimiento mismo, puede ser una fuente de error.

3.5.5 Muestreo de cuerpos de agua no homogeneizados.

3.5.6 El transporte de la muestra.

#### **4. ASPECTOS DE SALUD Y SEGURIDAD LABORAL**

**4.1** La amplia diversidad de condiciones que se encuentran al efectuar el muestreo de aguas puede someter al personal a una variedad de riesgos para la seguridad y la salud. Aparte del peligro de lesiones físicas, se deben tomar precauciones para evitar la inhalación de gases tóxicos y la contaminación de materiales tóxicos por la boca y a través de la piel.

El personal responsable de diseñar programas de muestreo y de efectuar operaciones de muestreo debe asegurarse que se tengan en cuenta los requisitos de las

reglamentaciones de seguridad pertinentes y que el personal de muestreo esté informado de las precauciones necesarias que se deben tener en dichas operaciones.

NOTA: Es posible que en cierto tipo de situaciones se necesite considerar un seguro contra accidentes.

#### **4.2** A continuación se describen situaciones más específicas.

4.2.1 Para garantizar la seguridad del personal y del equipo, se deben considerar las condiciones climáticas. Al tomar muestras en grandes masas de agua se deben usar chalecos salvavidas y cuerdas salvavidas.

4.2.2 La estabilidad del bote utilizado para propósitos de muestreo en aguas superficiales es una propiedad importante. En todas las aguas se deben tomar precauciones en relación con los barcos comerciales y las embarcaciones de pesca; por ejemplo, se deben agitar banderas de señales adecuadas o reglamentarias para indicar la naturaleza del trabajo que se está haciendo.

4.2.3 Si es posible, se debe evitar el muestreo en sitios inseguros, tales como bancos de tierra inestables. Si esto no se puede evitar, la operación no la debe efectuar una sola persona sino un equipo de varias personas, con las precauciones adecuadas. Cuando se considere apropiado, se debe recurrir al muestreo desde puentes.

4.2.4 Se debe garantizar un acceso razonable en climas y terrenos difíciles durante el muestreo. En algunas situaciones, se deben considerar peligros naturales adicionales tales como follaje, animales y reptiles venenosos.

4.2.5 Si se instalan instrumentos u otros elementos de equipo en la ribera de un río, se deben evitar las situaciones susceptibles de inundación o vandalismo, tomando las precauciones adecuadas.

4.2.6 Durante el muestreo de agua surgen muchas otras situaciones, en las cuales se deben tomar precauciones especiales para evitar accidentes. Por ejemplo, algunos efluentes industriales pueden ser corrosivos o pueden contener materiales tóxicos o inflamables. Tampoco se deben pasar por alto los peligros relacionados con los desechos: éstos pueden ser gaseosos, microbiológicos, virológicos o zoológicos, tales como los procedentes de amibas o helmintos.

4.2.7 Cuando el personal deba entrar en atmósferas peligrosas, debe disponer de equipo de protección contra gases, aparatos de respiración, aparatos de resucitación y demás equipo de seguridad adecuado a las circunstancias. Además, antes de que el personal entre en espacios cerrados, se debe medir la concentración de oxígeno y de cualquier vapor o gas tóxico que pueda estar presente.

4.2.8 En el muestreo de vapor y descargas calientes es necesario tener especial cuidado; se debe recurrir y aplicar técnicas o normas reconocidas para tal efecto.

4.2.9 El manejo de muestras radiactivas requiere cuidado especial; se deben aplicar las técnicas especiales que se requieran.

4.2.10 El uso de equipo de muestreo operado eléctricamente y cerca de fuentes de agua puede presentar peligros especiales como el caso de electrocución o iniciar la combustión de gases inflamables. Se deben planificar los procedimientos de trabajo, el diseño del sitio y el mantenimiento del equipo, de tal forma que se minimicen los riesgos.

### **4.3 Recomendaciones para estuarios, aguas costeras, mares y océanos**

#### **4.3.1 Grado y profundidad**

Las fronteras del área bajo investigación se deben definir claramente y se debe considerar la relación del área con las áreas de agua adyacentes. La selección de los sitios y de las posiciones de muestreo debe tener en cuenta el hecho de que las corrientes de las mareas y su modificación por el viento, la densidad, la aspereza del fondo, la proximidad de la línea costera y las embarcaciones pueden, todos, producir perturbaciones considerables dentro del agua, y variación en la calidad del agua en el sitio designado para el muestreo. Además, se debe considerar cuidadosamente el efecto sobre el muestreo que pueda causar cualquier descarga local

#### **4.3.2 Uso de botes**

Los botes, cuando se utilicen, deben tener capacidad de alcanzar todas las posiciones de muestreo dentro de los límites de tiempo de la investigación bajo condiciones climáticas adecuadas.

#### **4.3.3 Capas de hielo**

En agua debajo de hielo, se desarrolla una estratificación térmica invertida con una capa delgada (de aproximadamente 5 mm) de agua helada de 0 °C a 3 °C en la parte superior de la masa principal de agua a 4 °C.

Los gradientes de concentración térmica altos pueden estar relacionados con la estratificación térmica, y las comunidades biológicas también pueden estar estratificadas.

#### **4.4.4 Depósitos y lagos de almacenamiento**

El muestreo se debe efectuar en múltiples puntos y a varias profundidades del desagüe, además se deben muestrear las entradas. El cuerpo de agua puede ser térmicamente estratificado, y entre las diferentes profundidades se pueden desarrollar diferencias de calidad muy significativas. Las investigaciones ecológicas pueden requerir un programa de muestreo más detallado; es posible que se requieran datos de flujo y datos meteorológicos.

En masas grandes de agua, es necesario, generalmente, efectuar el muestreo desde un bote.

## 5. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

Antes de salir a campo verifique el funcionamiento y efectúe la calibración preliminar (en campo se hará una nueva calibración) de equipos portátiles para mediciones de temperatura, pH y conductividad eléctrica. A continuación se lista una variedad de reactivos y materiales que a menudo son necesarios en muestreos en campo.

- 5.1 Un balde de muestreo con lazo o manila de longitud suficiente para el muestreo.
- 5.2 Un balde de plástico con llave en la parte inferior. La capacidad de este balde debe ser de unos 10L o más y se usa para la integración de muestras. (Para el caso de variables que pueden ser tomadas en balde, excepto, grasas y aceites, compuestos orgánicos como PCB, variables microbiológicas, oxígeno disuelto, etc.)
- 5.3 Tubo de PVC de unos 60 cm de largo para agitar la muestra.
- 5.4 Neveras de icopor con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 5°C.
- 5.5 Frasco lavador.
- 5.6 Toalla de papel absorbente.
- 5.7 Cinta pegante y de enmascarar.
- 5.8 Bolsa pequeña para basura.
- 5.9 Esfero (bolígrafo) y marcador de tinta indeleble.
- 5.10 Tabla portapapeles.
- 5.11 Guantes.
- 5.12 Agua desionizada o destilada. En su defecto utilizar agua lluvia previamente colectada en vasijas plásticas limpias, o en último caso agua del acueducto local.
- 5.13 Preservantes para muestras: ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4(C)$ ), Ácido nítrico ( $HNO_3(C)$ ).
- 5.14 Botellas de plástico y de vidrio. Varía según requerimientos de análisis para cada estación. Tenga en cuenta que para algunas estaciones se hacen réplicas, muestras enriquecidas y testigos. (Para el caso de compuestos orgánicos como PCB se deben emplear botellas de vidrio ámbar con sello de aluminio y/o tapa de teflón)
- 5.15 Formato de captura de datos en campo para cada estación.
- 5.16 Bolsa plástica para muestreo de sedimentos y para guardar los formatos.
- 5.17 Instructivos de calibración del pHmetro y conductímetro, instructivo de muestreo de aguas superficiales.
- 5.18 Documentos de identificación personal (carnet de la empresa, de EPS y ARP).
- 5.19 Formato de Notificación de presunto accidente de trabajo suministrado por la ARP.

## 6. CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA

Las aguas, en particular las aguas de superficie, son susceptibles de cambio como resultado de reacciones físicas, químicas o biológicas que pueden ocurrir entre el tiempo del muestreo y el análisis. La naturaleza y velocidad de estas reacciones son tales que, si no se toman las precauciones necesarias durante el muestreo, el transporte y el

almacenamiento de analitos y matrices específicas, las concentraciones determinadas serán diferentes de las que existían en el momento del muestreo.

La extensión de estos cambios depende de la naturaleza química y biológica de la muestra, su temperatura, exposición a la luz, la naturaleza del recipiente en el que se encuentra, el tiempo entre el muestreo y el análisis, las condiciones a las cuales se ha sometido, por ejemplo, la agitación durante el transporte. Algunas causas más específicas de las variaciones son:

**6.1** Las bacterias, algas y otros organismos pueden consumir algunos componentes presentes en las muestras; también pueden modificar la naturaleza de los componentes para producir otros nuevos. Esta actividad biológica incide, por ejemplo, en el contenido de oxígeno disuelto, dióxido de carbono disuelto, compuestos de nitrógeno, fósforo y algunas veces silicio.

**6.2** Los compuestos metálicos, disueltos o en estado coloidal, así como algunos compuestos orgánicos, pueden ser adsorbidos o absorbidos irreversiblemente sobre la superficie de los recipientes o los materiales sólidos contenidos en las muestras.

Dado que las variaciones que ocurren en las muestras de agua se deben en gran medida a procesos biológicos, generalmente es necesario seleccionar entre varios métodos posibles de preservación, un método que no introduzca contaminación.

Las aguas superficiales y las aguas subterráneas se pueden almacenar más eficazmente. En el caso de aguas potables, el problema del almacenamiento se puede resolver más fácilmente, porque estas aguas son menos susceptibles a las reacciones biológicas y químicas.

En general, si las muestras se analizan en un lapso de 24 horas, es suficiente la técnica de preservación con enfriamiento de 1 a 5 °C. Las muestras de agua de las plantas de alcantarillado municipal e industrial siempre se deben preservar después del muestreo, debido a la actividad biológica en ellas.

### **6.3** Pasos para la toma de la muestra:

6.3.1 Cuando llegue a la estación o sitio de muestreo, organice las botellas rotuladas, para dicha estación.

6.3.2 Diligencie el formato de captura de datos con la información de ubicación temporal-espacial (corriente, estación, fecha, hora, coordenadas), nivel de la corriente, observaciones del entorno y de las condiciones ambientales. Escriba con letra legible y con lapicero el nombre del responsable del muestreo, quien además debe firmar.

6.3.3 Si la estación cuenta con controles y adicionados, coloque el icopor con los frascos en un lugar estable y destape aquellos rotulados como **TESTIGOS** (son cuatro frascos).

6.3.4 Calibre el pHmetro y el conductímetro, en el primer sitio de muestreo del día. Registre los datos en los cuadros “Calibración” del formato.

Los equipos pueden apagarse o dejarse prendidos hasta el momento de hacer las mediciones de la muestra pero cuidando que no se contaminen los electrodos. El electrodo del pHmetro debe quedar siempre protegido dentro de la solución de mantenimiento.

6.3.5 Si la corriente tiene un ancho de hasta 3 m efectúe un muestreo SIMPLE, es decir, en un solo punto de la corriente; si la corriente es mayor a 3 m, efectúe un muestreo “INTEGRADO”, tomando muestras a  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  del ancho de la corriente. En cualquiera de los casos sumerja el muestreador o balde, púrguelo (enjuague y deseche la primera toma) y luego proceda a la toma de la muestra o de las tres muestras, según corresponda.

6.3.6 Trasvase cada muestra, del balde de muestreo al balde con llave, de manera CUIDADOSA, tratando de no airear el agua (el agua se desliza por las paredes del balde para evitar oxigenarla). Purgue el tubo de PVC con agua del río y sumérjalo en el balde para que no se contamine.

**NOTA:** Las muestras para variables como oxígeno disuelto, grasas y aceites, variables microbiológicas, compuestos orgánicos como PCB, entre otros, deben ser tomadas puntualmente, directamente en los recipientes de almacenamiento previamente determinados para las variables a analizar en el laboratorio.

#### **6.4 Consideraciones en el llenado de botellas**

Durante el llenado de las botellas no deje de agitar la muestra, para garantizar la homogeneidad. Purgue cada botella antes de tomar la muestra.

6.4.1 Las botellas de muestras y réplicas se llenan hasta el cuello. Si se indica en la etiqueta de la botella, adicione el preservante indicado (20 gotas), en cualquier momento del llenado de la botella, inclusive puede ser al final. Tape firmemente cada botella.

6.4.2 Las botellas para muestras enriquecidas se llenan inicialmente con un poco de muestra (aproximadamente la tercera parte de la capacidad).

Se adiciona en su totalidad el contenido del frasco identificado como adicionado, teniendo en cuenta que corresponda a los análisis indicados en la etiqueta. Enjuague, con muestra del balde, tres (3) veces el frasco, adicionando las aguas de enjuague a la botella.

Termine de llenar con muestra cada botella hasta el nivel del cuello. Si se indica en la etiqueta de la botella, adicione el preservante indicado (20 gotas), tape firmemente cada botella.

Acomode las botellas dentro de la nevera separando las botellas de vidrio entre sí para evitar el rompimiento de las mismas. Ponga hielo suficiente para refrigerar.

## **7. LIMPIEZA DE MATERIAL**

Los recipientes usados para tomar muestras para la determinación de PCB deben ser de vidrio o de teflón y tener septas o tapas de teflón. En situaciones donde no se dispone de teflón se puede usar recubrimiento de aluminio. Sin embargo debe tenerse en cuenta que las muestras ácidas o básicas pueden reaccionar con el aluminio, causando eventualmente contaminación.

**NO SE DEBEN USAR RECIPIENTES PLÁSTICOS** para almacenar las muestras debido a la contaminación por ésteres de ftalatos y otros hidrocarburos dentro del plástico. Los recipientes de las muestras deben ser llenados con cuidado para evitar que alguna porción de la muestra entre en contacto con los guantes, ya que esto causa contaminación. Las muestras no deben ser colectadas en presencia de efluentes de humos o vapores. Si las muestras se ponen en contacto con equipos auto-muestreadores corra un blanco de agua libre de orgánicos al auto-muestreador y úselo como blanco de campo.

Toda la preparación de procedimientos debe validarse para asegurar que no ocurran interferencias negativas y positivas. Como mínimo, esto debe incluir el análisis de:

### **7.1 Blancos**

**7.2** Muestras adicionadas con niveles conocidos de analitos o muestras de control de concentración conocida.

Si no es posible garantizar una disponibilidad de recipientes desechables, es preferible reservar una serie de recipientes para un analito en particular, y de ese modo minimizar los riesgos de contaminación cruzada. Se debe tener cuidado para prevenir que un recipiente, que normalmente mantiene una muestra con una concentración alta de un analito, contamine una muestra posterior que vaya a contener del mismo analito de concentración más baja.

Puede ser necesario lavar los recipientes nuevos con agua que contenga detergente, para remover el polvo y los residuos de los materiales de empaque, seguido por un enjuague completo con agua de una calidad apropiada. El uso de reactivos de limpieza y de solventes puede causar interferencias, por ejemplo, contaminación residual por detergentes que contengan fosfatos cuando se trata de analizar nutrientes. En caso del uso de reactivos y solventes deberían ser de calidad apropiada.

### **7.3 Detergentes para el lavado de recipientes de vidrio**

El procedimiento deberá ser el siguiente:

- 7.3.1 Lavar el recipiente y la tapa con solución diluida de detergente y de agua.
- 7.3.2 Enjuagar la tapa completamente con agua.
- 7.3.3 Enjuagar sucesivamente, dos veces, con agua de calidad apropiada.

7.3.4 Drenar completamente y volver a poner la tapa.

Se pueden usar las máquinas automáticas de lavado para este procedimiento.

**7.4** Recipientes de vidrio lavados con solvente (para el caso de compuestos orgánicos como PCB se debe utilizar recipientes de vidrio ámbar con sello de aluminio y/o tapa de teflón previamente enjuagados con Hexano).

**ADVERTENCIA:** los solventes orgánicos son peligrosos. Se deben suministrar instrucciones para un uso adecuado y manejarlos con cuidado.

El procedimiento debe ser como sigue:

7.4.1 Lavar el recipiente y la tapa con una solución diluida de detergente y agua corriente.

7.4.2 Enjuagar completamente con agua corriente.

7.4.3 Enjuagar sucesivamente, dos veces, con agua de una calidad apropiada y secar.

7.4.4 Enjuagar con acetona de una calidad apropiada y drenar.

7.4.5 Enjuagar con un solvente de calidad adecuada, secar e inmediatamente poner la tapa.

7.4.6 El solvente debe ser compatible con el analito de interés y el método analítico que se use.

**7.5** Secado del material de vidrio

El secado y almacenamiento de la vidriería es de especial importancia para prevenir que los efectos de la limpieza exhaustiva sean anulados. Es recomendado el secado de todo el material de vidrio no volumétrico a 100 °C.

Bajo ninguna circunstancia los materiales se deben dejar abiertos sin protección. El polvo puede re-contaminar la vidriería.

**7.6** Procedimiento Alterno de Limpieza

Como alternativa del lavado con solvente el material de vidrio puede ser calentado a 300 °C para vaporizar orgánicos. No use alta temperatura para el tratamiento de vidriería volumétrica, esmerilada o sintética.

## **8. CADENA DE CUSTODIA**

### **8.1 Identificación de la muestra y registros**

Todos los puntos de muestreo se deben describir. Cuando se trata de programas a largo plazo, no es necesario volver a declarar las condiciones acordadas que permanezcan sin cambios. En este caso, sólo se debe registrar una declaración de las mediciones en el sitio y variables como condiciones climáticas y observaciones de cualquier cosa poco usual.

Cuando se hace un muestreo por razones especiales se debe dar información detallada, incluyendo las razones para el muestreo y los pasos que se hayan dado en la preservación.

Los recipientes para las muestras deben estar marcados en forma clara y sin la menor ambigüedad, de forma que los resultados analíticos subsecuentes se puedan interpretar apropiadamente. Todos los detalles pertinentes para el análisis de las muestras se deben anotar en una etiqueta adherida al recipiente, junto con cualquier otra información importante registrada en un informe de muestreo. Cuando se necesitan muchos recipientes para un solo muestreo, usualmente es conveniente identificarlos con un único número de referencia y registrar todos los detalles pertinentes en un informe de muestreo.

Los rótulos y formularios siempre se deben llenar al momento de recoger la muestra. Los detalles que se dan sobre cualquier combinación de rótulos e informes de muestreo, dependerán de los objetivos particulares del muestreo, pero deben incluir toda la información necesaria que permita repetir el muestreo en condiciones idénticas. La información básica que se debe incluir es la siguiente:

- 8.1.1 Nombre y ubicación del punto de muestreo
- 8.1.2 Fecha y hora en que se recogió la muestra
- 8.1.3 Naturaleza de los estratos en los que están el acuífero y el agua
- 8.1.4 Tipo de punto de muestreo
- 8.1.5 Cualquier información descriptiva pertinente
- 8.1.6 Método de recolección de la muestra
- 8.1.7 Profundidad de muestreo
- 8.1.8 Apariencia de la muestra en el momento de la recolección (por ejemplo, color, claridad y olor)
- 8.1.9 Resultados del análisis en el sitio (por ejemplo, pH)
- 8.1.10 Detalle de cualquier técnica de preservación empleada
- 8.1.11 Detalles de cualquier filtro que se haya utilizado en el sitio (por ejemplo, tamaño de los poros del filtro)
- 8.1.12 Detalles de cualquier método de almacenamiento de las muestras que se haya empleado o requerido
- 8.1.13 Nombre (o iniciales) de la persona que recogió la muestra.

En el Anexo A se da un ejemplo de un informe que se podría usar en situaciones en que se haya recogido toda esta información sobre el muestreo de aguas superficiales.

**Anexo A. (Normativo)**

**Informe. Muestreo de aguas superficiales**

Objetivo: -----

Ubicación: ----- Profundidad: -----

Formación: -----

Fecha del muestreo: -----

                    Día                    Mes                    Año

Medida del nivel de agua: ----- Volumen: -----

Hora: Comienzo: ----- Fin: ----- del muestreo

Método de muestreo: -----

Estado de bombeo/profundidad de la estación de bombeo:-----

Profundidad del muestreo: -----

Apariencia de la muestra:-----

Detalle de las técnicas de preservación empleadas:-----

Detalle del método de almacenamiento empleado/requerido:-----

Nombre/iniciales de la persona que recogió la muestra: -----

Otras observaciones:-----

**MEDICIONES EN EL CAMPO**

**TEMPERATURA**

**pH**

**CONDUCTIVIDAD**

-----

-----

-----

## 8.2 Transporte, estabilización y almacenamiento de las muestras

Es esencial tener especial cuidado de asegurar que cualquier preservante utilizado se prepare y suministre con exactitud. La temperatura de la muestra se mide y se registra en el sitio. Los parámetros físicos (por ejemplo, pH, conductividad) se deberían determinar en el sitio o lo más pronto posible.

Se debe asegurar que los contenedores de las muestras se entreguen al laboratorio como muestras de rutina. Se recomienda que los contenedores estén sellados herméticamente y protegidos de los efectos de la luz y el calor excesivo, porque las características de la muestra se pueden deteriorar rápidamente debido al intercambio de gas, a las reacciones químicas y al metabolismo de los organismos que pueden estar presentes. Se debe asegurar que las muestras que no se puedan analizar rápidamente sean estabilizadas. Para ello se puede aplicar un enfriamiento a 4 °C; para períodos más largos, se recomienda congelar a -20 °C. En este último caso, se asegura que la muestra esté descongelada completamente antes de su uso, ya que el proceso de congelación puede tener el efecto de concentrar algunos componentes en la parte interna de la muestra, que es la última en congelarse. Las muestras se pueden preservar mediante la adición de químicos de calidad adecuada. Se debe asegurar que el método de preservación elegido no interfiera con el posterior examen o influya en los resultados. En el informe de ensayo se deben registrar todos los pasos de la preservación.

**Nota.** Las muestras para aseguramiento de la calidad empleadas para transporte, estabilización y almacenamiento se deberían someter a los mismos procesos a los que se someten las muestras de ensayo.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto constituyen la integridad del mismo.

9.1 **NTC-ISO 5667-Parte 1:1995.** Calidad del agua. Muestreo. Directrices para el diseño de programas de muestreo.

9.2 **NTC-ISO 5667-Parte 2:** Gestión ambiental. Calidad de agua. Técnicas generales de muestreo.

9.3 **NTC-ISO 5667-Parte 3: 2004,** Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo

9.4 **NTC-ISO 5667-Parte 14:1995.** Calidad del agua. Guía para el control en la calidad del muestreo y el manejo ambiental del agua superficial.

9.5 **NTC 3650-Parte 2.** Gestión ambiental. Calidad del agua. Vocabulario.