

	PROTOCOLO DE MUESTREO	
	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá	
	Código: D-7.3-01	Versión: 20
	Revisó: Sub. Administrativo y Financiero	Aprobó: Director General (E)
	Fecha: 07 de Noviembre de 2025	Fecha: 07 de Noviembre de 2025
	Resolución: 100-03-10-23-2291-2025	Páginas: 1 de 22

1. OBJETIVO

Establecer los lineamientos que se deben tener en cuenta para el desarrollo de muestreos de aguas con el fin de obtener una muestra e ítems de ensayo representativo para su análisis en el laboratorio.

2. ALCANCE

Aplica para la toma de muestra en campo, muestreo simple, compuesto e integrado, de aguas residuales, superficiales (cuerpos loticos y/o lenticos), subterráneas y potable.

3. DEFINICIONES

- NTC ISO/IEC 17025:2017. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- ISO 5667-1:2023. Calidad del agua. Muestreo. Parte 1: Directrices para el diseño de programas y técnicas de muestreo.
- NTC ISO 5667-10:2022. Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Muestro de aguas residuales.
- IDEAM. Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua 2021.

4. DIRECTRICES

El objetivo de la toma de muestra es recoger una porción de material suficientemente representativa de la matriz de estudio y que pueda ser fácilmente transportada al laboratorio para su subsiguiente ensayo. La muestra debe ser homogénea y representativa de las características medias del total del material muestreado. Esto supone que la concentración de cualquier componente en la muestra será idéntica (o razonablemente idéntica) a la existente en la masa global.

La responsabilidad de mantener las condiciones adecuadas de las muestras depende del personal encargado del muestreo (antes de llegar al laboratorio y de los analistas, mientras se encuentren dentro del laboratorio), puesto que la validez de los resultados de los diferentes análisis depende de un buen muestreo, una

correcta preservación, un adecuado transporte y de un correcto análisis. El programa de muestreo debe planificarse de acuerdo con los análisis a efectuar.

Los formatos de captura de datos se deben entregar totalmente diligenciados al momento de entregar las muestras e ítems de ensayo en el laboratorio. No se deben corregir los registros de campo con tinta, borrador u otro material que pueda alterar los resultados reales o dificulte su lectura.

4.1. MEDICIÓN DE PARÁMETROS EN CAMPO

La medición de parámetros en campo (pH, Oxígeno disuelto, Conductividad, Temperatura, Salinidad, etc.) se realizan generalmente mediante equipos portátiles, tales como sondas multiparamétricas, pHmetros y conductímetros. Los equipos de medición deben ser inspeccionados y verificados diariamente antes de salir del laboratorio, para descartar anomalías o daños. Las verificaciones de estándares deben ser llevadas a las cartas de control para comprobar el cumplimiento de los criterios de aceptación. Deben ser registrados en los formatos R-7.3-01 "Muestreo simple", ó formato R-7.3-02 "Muestreo compuesto", ó formato R-7.3-07 " Muestreo integrado", ó formato R-7.3-06 "Monitoreo del servicio de acueducto", según corresponda el tipo de muestreo. Para la captura de los datos de campo es necesario seguir las indicaciones de revisión y calibración de los equipos (Ver Instructivos Técnicos de los equipos utilizados) y diligenciar completamente la información requerida en los respectivos formatos de acuerdo con "P-7.3-01: INSTRUCTIVO DE MUESTREO". Todos los parámetros medidos en campo deberán quedar consignados en el formato de captura de datos inmediatamente se realicen las correspondientes mediciones.

Los parámetros in-situ deberán ser realizados en un tiempo máximo de 15 minutos a las muestras puntuales, dado que la representatividad de éstos se pierde si se realizan a muestras compuestas o integradas. Además, a los datos obtenidos se les llevará control mediante cartas de precisión según el procedimiento P-7.7-02: ELABORACIÓN DE GRÁFICOS O CARTAS DE CONTROL donde se evaluará estadísticamente las tendencias para la toma oportuna de decisiones.

Los duplicados de los parámetros in situ se deben tomar al menos para muestreos compuestos cada cierto intervalo de tiempo, ya sea bien, para muestreos de 2 y 4 horas, dos veces. Mayor a este tiempo, proporcional al tiempo de este.

4.2. MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES

Los muestreos de aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD) se pueden llevar a cabo en varios tipos de lugares, por ejemplo:

- Al interior de plantas industriales (es decir, entre corrientes de aguas residuales no tratadas).
- Puntos de descarga de plantas industriales (aguas residuales combinadas, no tratadas).
- En sistemas urbanos de aguas residuales, incluyendo conductos presurizados y sistemas de gravedad.
- Al interior de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- En desagües de plantas de tratamiento de aguas residuales.

En todos los casos, es esencial que el lugar seleccionado sea representativo de la corriente de agua que se va a examinar.

4.2.1. Muestreo en alcantarillado, canales y pozos de inspección

Antes de realizar el muestreo, se debe definir con el cliente el sitio donde se va a llevar a cabo, el punto de muestreo debe ser limpiado con el fin de retirar de las paredes el óxido, el lodo y película bacteriana.

Se recomienda escoger un sitio en el que el vertimiento tenga un flujo bastante turbulento, para asegurar un buen mezclado. A menudo el acceso y la falta de seguridad en el sitio pueden impedir el uso de mejores sitios. En ausencia de un sitio con condiciones de flujo turbulento, estas condiciones se pueden inducir restringiendo el flujo mediante un deflector o esclusa. El punto de la toma de muestra siempre debe estar localizado aguas abajo de la restricción, como regla general, se debe tener cuidado de no tomar muestras con sedimentos.

Antes de realizar el muestreo de descargas no domésticas, se deben observar y registrar las condiciones interiores de la planta o empresa (por ejemplo: procesos y tasas de producción).

4.2.2. Plantas de tratamiento de aguas residuales

Cuando se escoge el sitio (previamente definido con el cliente) para la toma de muestras de las plantas de tratamiento de aguas residuales, es importante tener en

cuenta el objetivo del monitoreo (por ejemplo, controlar el funcionamiento global de una planta de tratamiento o evaluar la eficiencia de esta), del cual el muestreo es una parte.

Es posible que en algunas situaciones sea necesario realizar el muestreo de las aguas residuales sin tratar o de las aguas mezcladas en el proceso de recirculación en el tratamiento (por ejemplo, en la evaluación de las cargas contaminantes de tanques de sedimentación y eficiencia).

Cuando se realiza muestreo a los efluentes provenientes de más de una unidad de tratamiento individual (por ejemplo, varios tanques de sedimentación), es necesario asegurarse de que la muestra es representativa de toda la corriente del efluente y no de una unidad de tratamiento específica (a menos que la unidad forme la base de un estudio específico).

4.2.3. Tipos de muestreo

Las muestras de aguas residuales se pueden tomar de forma puntual o compuesta:

Muestreo puntual o simple: Se toma de una vez todo el volumen de la muestra de agua residual en un momento determinado y esta puede ser representativa de la composición durante un periodo de tiempo mayor.

Muestreo compuesto: Se obtienen mezclando dos o más muestras puntuales (también llamadas alícuotas), donde las proporciones de composición de cada una de las alícuotas se determina por medidas de tiempo o por medidas de flujo.

- Los muestreos compuestos son medidos por tiempo están conformados por alícuotas de igual volumen, tomadas a intervalos de tiempo iguales cuando el flujo de agua es constante durante el periodo de muestreo.
- Los muestreos compuestos son medidas por flujo también están conformados por alícuotas mezcladas de tal manera que el volumen de cada una de ellas es proporcional al caudal del vertimiento o efluente.

4.2.4. Aforo volumétrico

La medición de caudal (Q) se realiza de forma manual utilizando un cronómetro y un recipiente aforado. El procedimiento por seguir consiste en tomar un volumen de muestra cualquiera y medir el tiempo transcurrido desde que se introduce el volumen (vertimiento) al recipiente hasta que se retira de él, la relación de estos dos

valores permite conocer el caudal en un instante de tiempo. Es de recordar que este método aplica a vertimientos que presentan una caída de agua en la cual se puede interponer el recipiente aforado. Esta medición es ideal para vertimientos con caudales pequeños. El caudal se determina de acuerdo con la siguiente formula:

$$Q = V/t$$

Generalmente un muestreo compuesto se realiza en intervalos de tiempo definidos y puede durar desde unas pocas horas (duración de una jornada laboral en una empresa, fabrica o según sea requerido por el cliente) hasta 24 horas en el que se hace seguimiento a las aguas residuales vertidas. Un muestreo compuesto se podría extender a una duración mayor de 24 horas, sin embargo, no sería practico ya que se deterioraría la composición de la muestra que se estudia. Para determinar el volumen de cada alícuota necesaria y obtener la muestra compuesta, se aplica la siguiente ecuación:

$$V_i = \frac{q_i * V_c}{\sum q_i}$$

Donde:

V_i = Volumen necesario de cada alícuota (mL)

q_i = Caudal de la alícuota (mL/s)

V_c = Volumen total de la muestra compuesta (mL)

$\sum q_i$ = Sumatoria de todos los caudales (mL/s)

Generalmente un muestreo compuesto se realiza en intervalos de tiempo definidos y puede durar desde unas pocas horas (duración de una jornada laboral en una empresa, fabrica o según sea requerido por el cliente) hasta 24 horas en el que se hace seguimiento a las aguas residuales vertidas. Un muestreo compuesto se podría extender a una duración mayor de 24 horas, sin embargo, no sería practico ya que se deterioraría la composición de la muestra que se estudia. Cuando en un muestreo compuesto se presente algún caudal mucho mayor que los otros, es conveniente tomar más muestra puntual de dicho momento, de manera que alcance para la alícuota requerida al hacer la composición de muestra final.

Dentro del muestreo compuesto, se deben recolectar muestras puntuales para la determinación de parámetros sujetos a cambios significativos e inevitables durante el almacenamiento aun cuando el muestreo sea compuesto o integrado, algunos de

estos parámetros son, por ejemplo: cloro residual libre, alcalinidad, grasas y aceites, coliformes totales y fecales, etc.

Estos parámetros puntuales, no se purgar debido a los cambios significativos a la perdida de analito o falsos positivos dentro de los análisis. Por lo que se procede a llenar con muestra al recipiente en el que se toman las muestras para los ensayos sin dejarlo rebosar.

4.3. MUESTREO DE AGUAS SUPERFICIALES

4.3.1. Aguas de ríos y corrientes (cuerpos loticos)

Al momento de seleccionar los puntos de muestreo sobre un cuerpo lotico es importante identificar la existencia de vertimientos o descarga de afluentes (tributarios) sobre el cuerpo de agua con el fin de evitar la toma de muestras cercanas a estos, a menos que el objetivo del muestreo sea estudiar la influencia de descargas de aguas sobre el cuerpo lotico en cuestión.

En la selección de puntos de muestreos sobre un cuerpo lotico, generalmente hay involucrados dos aspectos a tener en cuenta: (1) Cuando se desea conocer las características de un rio o corriente en una sección específica o (2) cuando se desea conocer los efectos de un vertimiento o afluente sobre la calidad en un tramo particular de un río o corriente.

4.3.1.1. Las muestras de agua de ríos y corrientes han de extraerse en el punto donde fue previamente acordado con el cliente o de preferencia de una zona del río donde fluya el agua, pero sin turbulencia. Se debe evitar tomar agua de las márgenes del río ya que allí el agua no está perfectamente mezclada y puede haber sufrido efectos de estancamiento o de contaminación.

Para los casos donde se presentan heterogeneidades considerables se debe realizar muestreo integrado (aplicable a ríos con más de 5 metros de ancho), a menos que se quiera tomar una muestra en un punto específico. Se usa el método del incremento-de-ancho-igual (EWI) para obtener una serie de alícuotas, cada alícuota representa un volumen de agua tomado a anchos iguales.

Para emplear este método, se usa una cinta métrica para medir el ancho de orilla a orilla de la corriente; el ancho se divide en cuatro incrementos iguales, de manera que se obtengan 3 verticales para la toma de la muestra, esto es a 25%, 50% y 75%

de la sección transversal del río. Para determinar el volumen que se debe tomar en cada vertical, el volumen total de muestra requerida se divide en tres partes iguales.

Para grandes ríos, se recomienda realizar muestreo integrado por el método de incremento-ancho-igual, aumentando el número de verticales.

4.3.1.2. Cuando los efectos de un vertimiento o afluente sobre la calidad de un tramo particular de la corriente principal son de interés, al menos dos sitios son necesarios, uno aguas arriba de la confluencia y otras aguas abajo de la confluencia.

Los puntos de toma de muestra en el cuerpo receptor lotico se definen previamente en acuerdo con el cliente, pero preferiblemente estos se ubican fuera de la zona de mezcla: un punto aguas arriba del vertimiento o afluente y un punto aguas abajo fuera de la zona de mezcla. Asimismo, cuando exista otro tributario sobre el cuerpo receptor aguas arriba del vertimiento o afluente de interés, el punto de toma de muestras será ubicado aguas abajo de este.

Sin embargo, para los siguientes casos los puntos de muestreo serán ubicados con base a las siguientes consideraciones:

- I. Cuando los puntos determinados según los criterios anteriores son no representativos (por presencia de zonas de embalse o turbulencia) o no accesibles en condiciones seguras, los puntos aguas arriba y aguas abajo serán ubicados en los sitios de acceso seguro más cercanos a aquellos. Para el caso de los puntos de muestreo aguas abajo, serán ubicados preferentemente fuera de la zona de mezcla.
- II. Cuando en un mismo proyecto se realicen varios vertimientos al mismo cuerpo receptor, se podrán establecer dos puntos de muestreo, uno aguas arriba y otro aguas debajo de los vertimientos, los cuales constituyen los puntos de control de todos los vertimientos.
- III. Si aguas abajo del vertimiento o afluente existieran usos del agua u otros tributarios, el punto de muestreo en todos los casos deberá ser ubicado aguas arriba de estos.
- IV. Cuando la metodología simplificada descrita anteriormente para seleccionar el punto de muestreo aguas abajo no es conveniente para

garantizar homogeneidad de mezclado, esta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$L = \frac{a^2 v}{f \pi c p \sqrt{g p m}}$$

Donde:

L = extensión de la zona de mezcla aguas abajo (m)

a = ancho promedio del cuerpo lotico (m)

v = velocidad de flujo promedio del río sobre el tributario (m/s)

f = factor que considera la ubicación del vertimiento: $f = 2$ para un vertimiento en la orilla; $f = 8$ para un vertimiento en el centro del río o corriente

c = factor de irregularidad del cauce observado en campo:

$c = 0,1$ para ríos o corrientes rectas con cauce rectangular

$c = 0,3$ para ríos o corrientes canalizadas

$c = 0,6$ para cauces naturales en forma de zigzag moderado

$c = 1,0$ para cauces naturales en forma de zigzag significativo

$c = 1,3$ para ríos con cambios de dirección de 90° o mayor

p = profundidad media del río o corriente aguas abajo del tributario (m)

g = aceleración de la gravedad (9.8 m/s^2)

m = pendiente del cauce aguas debajo del tributario, determinada con base a mediciones en campo con Geoposicionador ($m = \Delta h / d$, Δh : diferencia de altura entre el punto de vertimiento y el punto de toma de la muestra, d : distancia entre el punto de vertimiento y el punto de toma de la muestra)

4.3.2. Aforo Área – Velocidad

Dado que el caudal es función del área de la sección ocupada por el agua A (m^2) y la velocidad media del flujo V (m/s), el procedimiento se basa en la determinación de dichas variables. Este sistema de aforo es el de mayor uso y requiere que las líneas de flujo sean normales a la sección transversal de aforo.

El caudal en una corriente de agua es función del área de la sección de aforos y de la velocidad media del flujo, se obtiene mediante el producto de estas dos variables, como se muestra en la siguiente ecuación

$$Q = V \times A$$

La medición de caudales por este método, se establece a través de la selección de número de vértices, determinación del ancho, profundidad, cálculo del área, caudal y medición de la velocidad en ciertos puntos representativos de la sección (Figura 1).

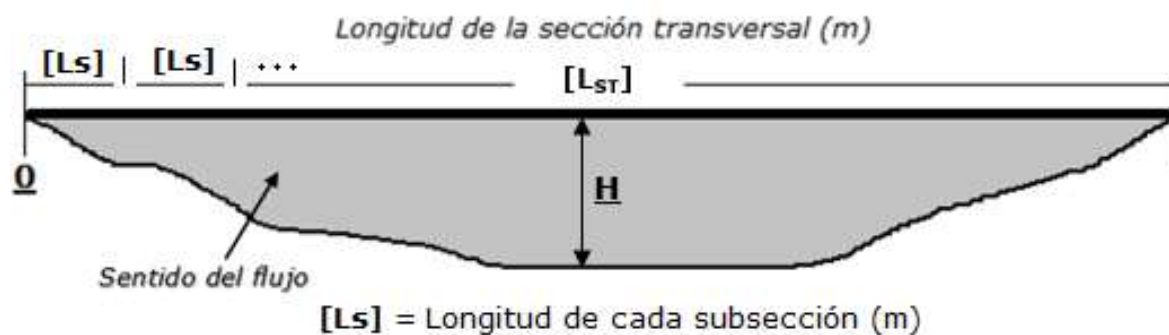


Figura 1. Sección transversal de una corriente o río.

Para realizar este tipo de medición se deben seguir los siguientes pasos:

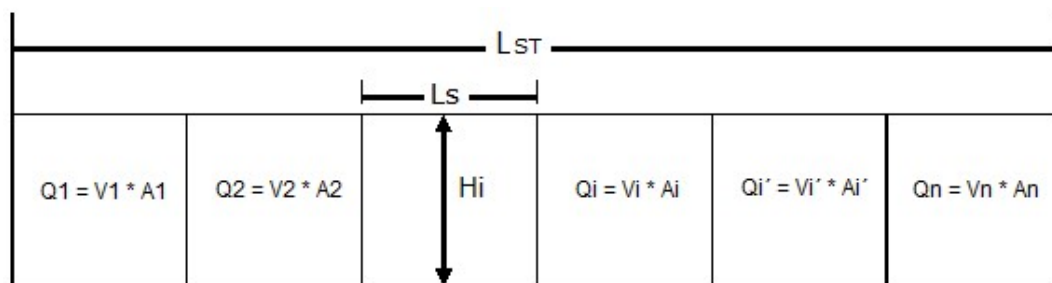
- Ubicar el sitio del muestreo de acuerdo al plan establecido, teniendo en cuenta evitar tortuosidades, curvas o bifurcación de la corriente a medir.
- Realizar las mediciones del caudal en la sección transversal del cuerpo, teniendo en cuenta que:
 - I. Medir la longitud de la sección transversal $[L_{ST}]$ de la corriente (m).
 - II. Si $[L_{ST}]$ es menor a un (1) metro de ancho, se realiza la medición de velocidad del flujo sobre una vertical ubicada a la mitad del cuerpo.
 - III. Si $[L_{ST}]$ mide desde un (1) metro hasta 10 metros, se establecen subsecciones $[L_{ST}]$ de un (1) metro de ancho y la velocidad de flujo es medida en una vertical ubicada a la mitad de $[L_S]$.
 - IV. Si $[L_{ST}]$ es mayor a 10 metros, la longitud de la subsección $[L_S]$ se calcula como:

$$L_S(m) = \frac{L_{ST}(m)}{10}$$

NOTA: La longitud de cada subsección L_S no puede ser superior a 5 metros, por lo tanto, solo se puede medir caudal a ríos o canales con una sección transversal L_{ST} de máximo 50 metros.

- Medir la velocidad de flujo en cada vertical establecida bajo las siguientes consideraciones:

- I. Si la profundidad del cuerpo de agua es menor de 20 cm en las verticales establecidas, realizar la medición de la velocidad a una profundidad de $0.6 H_i$ a partir de la superficie.
- II. Para profundidades entre 20 y 60 cm, realizar dos mediciones de velocidad a una profundidad de $0.2 H_i$ y $0.6 H_i$ a partir de la superficie.
- III. Para profundidades del agua superiores a 60 cm en la subsección, se llevan a cabo tres mediciones de velocidad: una a $0.2 H_i$, otra a $0.6 H_i$ y una más a $0.8 H_i$ a partir de la superficie.
- IV. Seguidamente promediar las lecturas para obtener la velocidad media de flujo en cada subsección $[L_{ST}]$.
- V. Finalmente, y de acuerdo al siguiente esquema calcular los caudales en cada subsección.



Dónde:

$A_i(m^2) = L_s(m) \times H_i(m)$ y $V_i(m/s)$ es la velocidad media de flujo de cada subsección.

Así, el caudal total del cuerpo de agua queda determina así:

$$Q_{TOTAL} = \sum Q_i = \sum V_i \times A_i$$

Siendo Q_i el caudal a través de la subsección "i" y Q_{TOTAL} el caudal total estimado del cuerpo de agua.

4.4. MUESTREO DE AGUA SUBTERRÁNEA

Tradicionalmente, se emplean dos métodos comunes de muestreo, conocidos como muestreo por bombeo y muestreo de profundidad; ambos tienen sus usos y

limitaciones, los cuales se deben considerar plenamente cuando se identifica el alcance para su uso.

4.4.1. Muestreo por bombeo

El método por bombeo se recomienda cuando la calidad del agua subterránea es verticalmente uniforme, o donde todo lo que se requiere es una muestra vertical compuesta, de una composición promedio, como puede ser el caso de muestras extraídas de un pozo para consumo potable. La muestra se debe recoger lo más cerca posible a la boca del pozo, para evitar problemas de estabilidad.

Las muestras no se deben recoger de pozos de bombeo hasta que haya pasado el tiempo suficiente para retirar la columna de agua remanente del pozo y garantizar que el agua se esté sacando directamente del acuífero. El tiempo de bombeo requerido se puede calcular aproximadamente con base en la longitud del pozo y la velocidad del bombeo, pero se debe confirmar con mayor precisión mediante el monitoreo de cualquier cambio en el oxígeno disuelto, el pH, la temperatura o la conductividad eléctrica del agua bombeada. En estos casos, las muestras no se deben tomar hasta que dejen de observarse variaciones significativas. En estos casos las muestras no se deben tomar hasta que dejen de observarse variaciones significativas [$< \pm 10\%$ en términos de calidad (masa/unidad de volumen) o $\pm 0.4^\circ\text{C}$ en términos de temperatura].

4.4.2. Muestreo a profundidad

Consiste en hacer bajar un dispositivo de muestreo por el interior del pozo, dejando que se llene con agua a una profundidad conocida, y recuperando la muestra para transferirla a un recipiente apropiado. Este método normalmente es adecuado sólo para uso en pozos de monitoreo que no se bombean (pozos de monitoreo como piezómetros), aunque las muestras de profundidad se pueden recoger de los pozos durante el bombeo, si hay acceso libre por la bomba, con un tubo instalado para este propósito.

4.5. MUESTREO DE AGUA POTABLE

4.5.1. Agua que se bombea para el suministro

El punto de muestreo se debe seleccionar de tal modo que se puedan controlar los agentes desinfectantes residuales antes de que ocurra cualquier pérdida, pero después de que se terminen todas las reacciones; por ejemplo, el control del cloro residual después de que se termina la reacción del dióxido de azufre con exceso de cloro. También se requiere el muestreo para el examen bacteriológico de rutina, y se deben observar las precauciones adecuadas, incluyendo cualquier regulación nacional de seguridad.

Preparación del Punto de Muestreo

Alistamiento del Material:

- Preparar todos los materiales necesarios: envases, etiquetas, acta de toma de muestra, equipos para análisis in situ (pH, cloro, conductividad, etc.), desinfectantes y elementos de protección personal.

Limpieza y Desinfección del Punto de Muestreo:

- Limpiar el dispositivo de muestreo (por ejemplo, el grifo) usando una torunda de algodón o gasa empapada en solución de hipoclorito de sodio o desinfectante adecuado. Para puntos metálicos, puede aplicarse una llama y luego limpiar con alcohol.
- Purgar el sistema dejando correr el agua por al menos 1-2 minutos para eliminar cualquier agua estancada en las tuberías y asegurarse de que el agua que fluye sea representativa.

Toma de Muestra para Análisis Fisicoquímicos

Recipientes y Volumen de Muestra:

- Utilizar frascos de vidrio o plástico con una capacidad mínima de un litro. Es importante que estos frascos no tengan preservantes si no es necesario para el análisis.
- Llenar completamente el frasco, sin dejar espacio para aire, ya que este podría alterar las características del agua durante el transporte y almacenamiento.

Procedimiento:

- Enjuagar el frasco con el agua que se va a muestrear, especialmente si no contiene preservantes, para evitar residuos y asegurar una muestra representativa.

- Llenar el frasco hasta el tope, evitando la formación de burbujas y asegurando que esté completamente lleno para minimizar cambios durante el transporte.

Toma de Muestra para Análisis Microbiológicos

Preparación del Frasco:

- El frasco debe ser estéril y contener un agente desactivador de cloro, como tiosulfato de sodio, si el agua contiene cloro residual. No se debe enjuagar el frasco antes de llenarlo para evitar la pérdida del preservante.
- Utilizar frascos de aproximadamente 250 ml, dejando un espacio de aire para permitir el mezclado y evitar presión dentro del frasco.

Procedimiento:

- Abrir el frasco sin soltar la tapa para evitar su contaminación, y llenar el recipiente directamente desde el flujo del agua sin detenerlo.
- Cerrar el frasco rápidamente después de llenarlo, asegurándose de que no se contamine la tapa ni el borde del frasco.

Análisis de Parámetros In Situ

- Realizar los análisis de parámetros como pH, cloro residual, temperatura y conductividad en el sitio, registrando inmediatamente los resultados en el acta de muestreo.

Preservación y Transporte de las Muestras

Refrigeración:

- Una vez recolectadas, almacenar las muestras en una nevera portátil con refrigerantes (idealmente con ice packs) para mantenerlas a una temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 2$. No utilizar hielo seco ya que podría afectar las características de la muestra.
- Para muestras microbiológicas, el tiempo máximo para el análisis es de 12 horas, y 24 horas para muestras refrigeradas de análisis fisicoquímico.

Documentación de la Cadena de Custodia:

- Registrar en el acta de toma de muestra todos los detalles: fecha, hora, ubicación exacta, condiciones del ambiente, y observaciones relevantes.

- Identificar cada frasco con etiquetas resistentes, especificando el tipo de análisis y un número de código para asegurar la trazabilidad durante todo el proceso.

Entrega y Registro en el Laboratorio

- Entregar las muestras al laboratorio con el acta de toma de muestra, y registrar la hora de entrega para mantener la cadena de custodia.
- Verificar que el laboratorio reciba las muestras en condiciones adecuadas y que firme el acta de recepción.

Este procedimiento garantiza la representatividad y la calidad de las muestras de agua potable para análisis microbiológico y fisicoquímico, en cumplimiento de las recomendaciones y estándares establecidos.

Limpieza y Desinfección del Punto de Muestreo

La limpieza y desinfección del punto de muestreo es un paso crucial para asegurar que no haya contaminación que afecte la representatividad de la muestra. A continuación, se detallan los pasos específicos para garantizar una desinfección adecuada:

Selección del Punto de Muestreo:

- Verificar que el punto de muestreo sea adecuado y representativo del sistema de distribución del agua potable, como un grifo o válvula que no esté en contacto con posibles fuentes de contaminación externa (e.g., grasa, polvo o sustancias químicas).
- En puntos de acceso que no se utilizan frecuentemente, realizar una inspección visual para asegurar que el dispositivo de salida (grifo, llave, válvula) esté en buen estado y que no presente signos de corrosión o acumulación de sedimentos.

Preparación de Materiales para la Limpieza:

- **Desinfectantes:** Preparar una solución de hipoclorito de sodio al 1% o alcohol al 70%, asegurándose de que estén en envases limpios y fáciles de aplicar.
- **Torundas o gasas estériles:** Disponer de algodón o gasa estéril empapados en la solución desinfectante.
- **Encendedor o lámpara de alcohol (si se realiza flameo):** Para una desinfección adicional, especialmente en puntos metálicos.

Procedimiento de Limpieza y Desinfección:

Paso 1: Limpieza inicial:

En primer lugar, eliminar cualquier suciedad visible en la superficie del grifo o válvula con una gasa limpia. Si el grifo tiene alguna acumulación de sedimentos o polvo, limpiar de manera mecánica antes de aplicar el desinfectante.

Paso 2: Aplicación del Desinfectante:

- Aplicar el desinfectante (solución de hipoclorito de sodio al 1% o alcohol al 70%) usando una torunda o gasa empapada en la solución. Frotar toda la superficie del dispositivo de muestreo, incluyendo la boquilla y áreas circundantes.
- Asegurarse de cubrir la boquilla de salida completamente, ya que es la parte por la que fluirá el agua que se recolectará para el análisis. Mantener el desinfectante en contacto con la superficie durante al menos 1-2 minutos para asegurar la eliminación de microorganismos y otras posibles contaminaciones superficiales.

Paso 3: Flameo (si aplica):

- Para una desinfección adicional en grifos o válvulas metálicas, puede utilizarse una llama (por ejemplo, un encendedor o lámpara de alcohol) para aplicar calor a la boquilla del grifo.
- Encender la fuente de fuego y pasar la llama alrededor de la boquilla, asegurándose de no sobrecalentar para evitar daños en el material. Este método es particularmente efectivo para eliminar restos de bacterias que puedan haberse adherido a la superficie metálica.

Nota: Si se utiliza este método, no tocar la boquilla con ninguna superficie ni la boquilla con la llama directamente, para evitar distorsión en el material metálico.

Paso 4: Enjuague final:

- Después de la desinfección, abrir el grifo y dejar correr el agua durante al menos 2-3 minutos. Este paso sirve para purgar la tubería, eliminando el desinfectante y cualquier agua estancada que pueda haber absorbido contaminantes. Además, permite estabilizar la temperatura del agua y otros parámetros que se analizarán.
- En el caso de que el análisis requiera información de cloro residual, se recomienda medirlo antes de aplicar desinfectantes, ya que estos podrían alterar su concentración en el agua recolectada.

Verificación de la Limpieza y Desinfección:

- Antes de proceder a la toma de muestra, realizar una inspección visual para asegurarse de que la boquilla esté completamente libre de restos del desinfectante.
- Es importante mantener el área circundante del grifo limpia y sin objetos que puedan desprender partículas o polvo durante la toma de muestra.
- Este proceso de limpieza y desinfección del punto de muestreo minimiza las posibilidades de que la muestra se contamine, asegurando que cualquier análisis refleje de manera precisa la calidad del agua del sistema de distribución.

4.5.2. Depósitos de servicio

Las muestras se deben tomar de un grifo ajustado a la tubería principal, tan cerca como sea posible del depósito. Muchos depósitos de servicio se diseñan de tal modo que se llenen y se vacíen a través de la misma tubería, y por lo tanto se necesita cuidado para garantizar que el depósito se esté vaciando al momento de tomar la muestra.

4.5.3. Agua en el sistema de distribución

Los grifos en las instalaciones de los consumidores constituyen los medios más satisfactorios para tomar muestras de agua del sistema de distribución general. Los dispositivos contra salpicaduras o similares se deben retirar antes de efectuar el muestreo; los grifos mezcladores no se recomiendan para efectuar el muestreo. Las muestras de extensiones del sistema de distribución principal generalmente se obtienen de hidrantes y aluviones (escorrentías superficiales). Una vez más, se requieren precauciones especiales en el muestreo para examen bacteriológico.

4.6. CONTROLES DE CALIDAD EN CAMPO

4.6.1. Blancos de recipientes: Antes de realizar una visita a campo, se debe tomar al azar uno de cada diez recipientes por usar en el muestreo, se llena con agua destilada ultra pura, se preserva de igual forma que las muestras de campo y se separa para su posterior envío con las otras muestras para su análisis químico como

“blancos de recipientes”; de esta forma se podrá detectar cualquier contaminación generalizada que se haya producido durante el lavado.

4.6.2. Blancos de filtros: Si las muestras de agua son filtradas en el campo para determinar el componente disuelto de ciertos elementos de la calidad del agua, los filtros por utilizar deben encontrarse limpios o estériles, de ser necesario lavarse previamente en el laboratorio con una solución que pueda eliminar cualquier contaminante que afecte la precisión de la medición de la variable de interés. Justo después del lavado, los filtros deben ubicarse en cajas Petri de plástico para su transporte a campo. Los equipos de filtración, como los embudos, deben lavarse previamente en el laboratorio utilizando el mismo procedimiento y luego transportarse en lo posible con bolsas de polietileno selladas. Se debe preparar diariamente un blanco de filtros, pasar una muestra de agua destilada ultrapura a través de uno de los filtros previamente lavados en el equipo de filtración y conservarlo igual que las muestras de agua para su posterior envío al laboratorio para analizar la(s) variable(s) de interés.

Al momento de filtrar las muestras destinadas a ensayos de metales disueltos, enjuagar siempre el filtro con agua desionizada antes de comenzar la filtración, y luego purgar el Erlenmeyer con una porción de muestra filtrada y descartar esta porción antes de empezar la filtración de la muestra a envasar

4.6.3. Blancos de campo: Se deben preparar blancos de campo (se sugiere un blanco por cada diez muestras de agua) al concluir cada punto de muestreo; se llenan los recipientes de blanco para muestra con agua destilada o ultra pura, se les agrega el preservante de la misma forma que a las muestras de agua, se cierran los recipientes herméticamente y, por último, se transportan luego al laboratorio de igual forma que las muestras de agua.

4.6.4. Réplicas de muestras (alícuotas): Las réplicas de muestras se obtienen al dividir una muestra en dos o más submuestras colectadas en condiciones lo más similares posibles. Esto se debe realizar periódicamente a fin de obtener la magnitud de los errores provocados por contaminación, errores casuales y sistemáticos y cualquier otra variación que se haya producido desde el momento en que se toman las muestras hasta que llegan al laboratorio.

4.6.5. Adicionados de campo: Son usados para determinar la pérdida del analito de interés durante el muestreo y transporte hasta el laboratorio. Dado que el adicionado de campo a veces se prepara en el campo, esto puede conducir en

errores por pérdida o por contaminación. Para eliminar este problema es aconsejable preparar en el laboratorio estos adicionados a blancos o a muestras similares, y luego transportarlos a lo largo del muestreo en los mismos recipientes que contienen las muestras.

4.6.6. Duplicados de campo: Se emplean para documentar la precisión. El valor de la precisión es función de la variación en la composición de la muestra, la variación en la técnica de muestreo y variación de la técnica analítica. Los duplicados de campo, se realizan tomando dos muestras bajo las mismas condiciones, se agrega el preservante adecuado de acuerdo con el analito de interés por evaluar y se transporta con las demás muestras.

4.6.7. En muestras con adiciones de concentración conocida de la(s) variable(s) de interés (adición estándar): Al menos una vez en cada punto de muestreo se deben preparar muestras de control para cada variable medida. Es necesario agregar a cuatro alícuotas de una sola muestra, tres concentraciones diferentes conocidas de la variable de interés, dentro del rango de concentración que el método analítico utilizado sea capaz de medir o detectar. La información obtenida a través de estas muestras de control se utiliza para detectar cualquier error sistemático o sesgo en la metodología analítica, lo cual es muy importante para la interpretación de los datos

4.7. PRECAUCIONES GENERALES

Uno de los requerimientos básicos en el programa de muestreo, es una manipulación ausente de procesos de deterioro o de contaminación antes de iniciar los análisis en el laboratorio; en el muestreo de aguas, antes de coleccionar la muestra es necesario purgar el recipiente dos o tres veces, a menos que se esté encuentre limpio y seco o contenga agentes preservantes. Dependiendo del tipo de determinación, el recipiente se llena completamente (esto para la mayoría de las determinaciones de compuestos orgánicos), o se deja un espacio para aireación o mezcla (por ejemplo, en análisis microbiológicos; si el recipiente contiene preservantes este no puede ser rebosado, lo cual ocasionaría una pérdida por dilución.

Excepto cuando el muestreo tiene como objetivo el análisis de compuestos orgánicos, se debe dejar un espacio de aire equivalente a aproximadamente 5% del volumen del recipiente para permitir la expansión térmica durante su transporte. Cuando las muestras colectadas contienen compuestos orgánicos o metales traza,

se requieren precauciones especiales debido a que muchos constituyentes están presentes en concentraciones de unos pocos microgramos por litro y se puede correr el riesgo de una pérdida total o parcial si el muestreo no se ejecuta con los procedimientos precisos y la adecuada preservación.

Las muestras representativas se pueden obtener sólo colectando muestras compuestas o integradas a partir de varias alícuotas simples. Cuando se requiera un muestreo sobre un sitio específico solo basta con tomar muestras simples. La recolección de muestras varía según los sitios escogidos y no existen recomendaciones específicas que puedan ser aplicadas en forma general. En términos generales, la muestra colectada debe asegurar que los resultados analíticos obtenidos representan la composición actual de la misma.

Los siguientes factores afectan la validez de los resultados:

- Presencia de material suspendido o turbidez
- El método seleccionado para remoción de material suspendido
- Los cambios fisicoquímicos ocurridos en el almacenamiento
- Aireación excesiva de la muestra

Por consiguiente, es necesario disponer de procedimientos detallados (como preservación, filtración, sedimentación, etc.) de cómo tratar las muestras antes de sus ensayos, especialmente si se trata de metales o compuestos orgánicos en concentraciones trazas. En algunas determinaciones como los análisis para Plomo (Pb), estos pueden ser invalidados por la contaminación que se puede presentar en tales procesos. Cada muestra debe ser tratada en forma individual, teniendo en cuenta las sustancias que se van a determinar, la cantidad, naturaleza de la turbidez presente y cualquier otra condición que pueda influenciar los resultados.

La selección de la técnica para recolectar una muestra homogénea debe ser definida en el plan de muestreo. Generalmente, se separa cualquier cantidad significativa de material suspendido por decantación, centrifugación o un procedimiento de filtración adecuado. Para el análisis de metales la muestra puede ser filtrada o no, o ambas, si se requiere diferenciar el total de metales y los disueltos presentes en la matriz.

4.8. CONTROL Y VIGILANCIA DEL MUESTREO, PRESERVACIÓN Y ANÁLISIS

El proceso de control y vigilancia del muestreo, preservación y análisis es esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados; incluye la actividad de seguir o monitorear las condiciones de toma de muestra, preservación, codificación, transporte y su posterior análisis. **Se considera que una muestra está bajo la custodia de una persona si está bajo su posesión física individual, a su vista, y en un sitio seguro.**

Para realizar conocer la preservación, almacenamiento y tiempo máximo de análisis desde la toma de muestra, ver el documento “D-7.3-02: ALMACENAMIENTO Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS”

5. CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Resolución	Versión	Detalle
26/12/2006	03-01-02-002115	01	Aprobación inicial con código y nombre “D-5.7-01: TOMA, TRANSPORTE Y REMISIÓN DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS”.
17/11/2009	300-03-10-23-1527	02	Ajustes en el horario de recepción de muestras.
12/10/2010	300-03-10-23-1426	03	Se modifica el logo de La Corporación, se incluye el ítem control de cambios y se cambia el nombre del documento pasando de ser “TOMA, TRANSPORTE Y REMISIÓN DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS” a “TOMA, TRANSPORTE Y REMISIÓN EN MUESTREOS SIMPLES”.
08/08/2013	300-03-10-23-1363	04	Se incluye los ítems “Preservación de Muestras por Acidificación”, “Criterio para la Cancelación o Suspensión de Muestreo” y “Criterios de Rechazo de la Muestra”.
11/10/2013	300-03-10-23-1727	05	Se incluye en el alcance la nota: “Toda medición de pH, conductividad y temperatura realizada con electrodo se debe hacer en un recipiente diferente al de la muestra, para evitar contaminación cruzada”.
20/06/2014	300-03-10-23-0842	06	Se organizó la secuencia para la realización del muestreo.
24/06/2015	300-03-10-23-0789	07	En el punto cinco <i>Criterios para la Cancelación o Suspensión de Muestreo</i> , se incluye las siguientes anotaciones: - Igualmente, en caso de que se evidencie la realización de aspersión aérea o terrestre en el sitio donde se efectúa el muestreo, el funcionario suspenderá la actividad, por lo menos dos horas; no obstante, podrá ser suspendida hasta que se cumpla con las condiciones dadas para el muestreo. - Sí el muestreo es suspendido por lo expuesto anteriormente, el usuario deberá pagar nuevamente el servicio. En el punto cuatro <i>Transporte y Remisión de Muestras</i> , Se precisa el horario de recepción de muestras, quedando así: lunes a jueves en un horario de 7:30 A.M. a 12:00 P.M. y de 2:00 P.M. a 4:30 P.M y los viernes de 7:30 A.M. a 12:00 P.M. y de 2:00 P.M. a 3:30 P.M.
05/10/2016	300-03-10-23-1303	08	Se actualiza el logo corporativo. Se especifica en las diferentes matrices la condición de verificación de pH en campo: “Medir en lo posible in situ el pH y la Temperatura. Antes de la lectura del pH se debe verificar el instrumento de medición con la buffer 7 y si presenta una diferencia de más del 5% de recalibra de inmediato, si se leen pHs mayores a 7 se debe realizar la verificación también con la buffer 10 con el mismo criterio”. Se incluyen criterios de rechazo por tipo de

			muestreo y la tabla 1060:I del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22 ed. 2012.
25/05/2017	300-03-10-23-0590	09	Se corrige el intervalo de refrigeración en el almacenamiento: entr 2 y 6°C; se incluye: Para las aguas potables que se demoren 2 horas o más entre la toma y el ingreso al laboratorio, la temperatura de transporte puede llegar a 8°C si es microbiológico y 10°C para el fisicoquímico.
06/10/2017	300-03-10-23-1270	10	Se documenta las condiciones de determinación de la conductividad.
10-11-2017	300-03-10-23-1429	11	Se condiciona que para las mediciones, verificaciones y correcciones in situ deben realizarse estrictamente en la misma alícuota seleccionada para esta determinación siguiendo los lineamientos de tiempos límite y de “puntual (g)” y “compuesto (c)” establecidos en la tabla SM 1060:I del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22 ed. 2012. Se referenció la tabla SM 1060:I del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. 22 ed 2012, con el objeto de direccionar de manera específica la preservación de las muestras.
19/11/2019	300-03-10-23-1429	12	Se cambia la codificación del documento pasando de D-5.7-01 a D-7.3-01 de acuerdo a la nueva versión de la Norma – ISO/IEC 17025:2017, así como también se modifican los formatos referenciados en éste, y se actualiza la versión del Standard Methods referenciada a su edición 23 de 2017. Además, se traduce al español la tabla de referencia SM 1060:I.
18/07/2020	300-03-10-23-0792	13	Se reduce el criterio de verificación de las buffer de pH, de 5% de error a 1%.
06/10/2020	300-03-10-23-1125	14	En el ítem 2 (Toma de muestra) se deja claro que las muestras son tomadas en el lugar que el cliente lo especifique. Se corrige que la medición de la conductividad se hace sobre una muestra compuesta. Se ingresan las aguas residuales en el alcance. Se reduce el criterio de verificación de los estándares de conductividad de 5% a 1%.
17/03/2021	300-03-10-23-0364	15	Se especifica que para las muestras subterráneas se espera hasta que haya pasado el tiempo suficiente para retirar la columna de agua remanente del pozo y garantizar que el agua se esté sacando directamente del acuífero. Se documentan 2 notas: Nota: si se requiere medir pH, Oxígeno disuelto y/o Conductividad, al menos una medición de cada veinte mediciones o menos, debe hacerse por duplicado. Nota: para la medición de temperatura se debe tener en cuenta que periódicamente se tiene que comprobar el sesgo del dispositivo con el que se esté haciendo la medición y tiene que hacerse dentro del rango de temperatura de uso (calibración). Se debe usar el termómetro calibrado con su correspondiente certificado y cuadro de corrección y realizar el ajuste de la medición. Se documenta: Para minimizar el potencial de volatilización o biodegradación entre el muestreo y el análisis, durante el transporte mantener las muestras a una temperatura de refrigeración < 6°C para muestras fisicoquímicas y < 10 para muestras microbiológicas; evitando la congelación; sin que transcurran más de 24 horas para su análisis. Evite usar hielo seco ya que puede provocar un cambio de pH en las muestras. Se Documenta: Algunos componentes físicos o químicos pueden estabilizarse cuando se les agrega una sustancia química (preservante), ya sea sobre la muestra después de la toma, o antes cuando el recipiente aún está desocupado. La selección del

			preservante debe hacerse de tal manera que no sea interferencia para el análisis.
14/04/2021	300-03-10-23-0451	16	Se aclara que en la medición de las variables pH y conductividad en campo no se tendrá en cuenta el error o corrección derivado de la calibración de la sonda o equipo utilizado.
24/11/2023	300-03-10-23-2554	17	Se describen los lineamientos para realizar la toma de muestras en diferentes matrices: residuales, superficiales, subterránea y potable.
31/10/2024	300-03-10-23-2200	18	Cambio del nombre. Se describe de forma más detallada el ítem 4.5 Muestreo de agua potable.
29/05/2025	100-03-10-23-0926	19	Se cambió la versión de la ISO 5667-1, se corrigió el año de la versión del protocolo de monitoreo de IDEAM a 2022, se anexó al ítem 4.1 “Medición de parámetros en campo”, la verificación inicial de los equipos de campo.
07/11/2025	100-03-10-23-2291	20	-Se anexa en el punto 4.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS EN CAMPO, los criterios de los duplicados de los parámetros in situ. - Se detalla en el punto 4.2.4 Aforo volumétrico, el cálculo de los caudales en cada alícuota y el criterio de la purga ed los recipientes. - Se anexa en el punto 4.6.2 Blanco de filtro el criterio de la toma de metales disueltos.

Última línea-----última línea-----última línea