



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

INSTRUCTIVO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

1. PROPÓSITO

En el presente documento se describen los requerimientos, instrucciones y cuidados que se deben tener en cuenta para la toma de muestras de aguas residuales industriales (ARI) o domésticas (ARD) para análisis en el Laboratorio.

2. APLICABILIDAD

El presente instructivo aplica para muestreo de aguas residuales provenientes de efluentes industriales, plantas de tratamiento, alcantarillados, entre otras; como parte de la prestación de servicios, convenios, contratos y solicitudes en general.

3. REQUERIMIENTOS

3.1. PERSONAL

Las actividades descritas a continuación deben ser realizadas por un profesional y/o técnico debidamente capacitado y avalado por el Laboratorio de Calidad Ambiental en la toma de muestras de agua, en la operación de sensores de campo y con conocimientos básicos en química.

3.2. EQUIPOS Y MATERIALES

La siguiente es una lista general de los implementos requeridos en el momento del muestreo:

- ✓ Geoposicionador (si se tiene).
- ✓ Altimetro (si se tiene).
- ✓ Equipos portátiles para mediciones de temperatura, pH y conductividad eléctrica.
- ✓ Muestreador (botella Van Dorn, Kemmerer o balde).
- ✓ Baldes plásticos de 10 L de capacidad, con llave, para la composición de muestras y medición de caudal cuando se requiera.
- ✓ Tubo plástico para homogenización de la muestra compuesta.
- ✓ Probeta plástica graduada de 1000 mL.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Neveras de icopor o poliuretano con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C.
- ✓ Frasco lavador.

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

- ✓ Toalla de papel absorbente.
- ✓ Cinta pegante y de enmascarar.
- ✓ Bolsa pequeña para basura.
- ✓ Esfero (bolígrafo) y marcador de tinta indeleble.
- ✓ Tabla portapapeles.
- ✓ Guantes.
- ✓ Papel aluminio (cuando se requiera).
- ✓ Cono imhoff para análisis de sólidos sedimentables (cuando se requiera).
- ✓ Agua destilada. En su defecto utilizar agua embotellada o de bolsa.
- ✓ Preservantes para muestras: Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), Ácido nítrico (HNO_3), Hidróxido de sodio (NaOH) 6N, Acetato de Zinc 6N, Ácido clorhídrico concentrado (HCl) u otro cuando se requiera.
- ✓ Recipientes plásticos y de vidrio. Varía según requerimientos de análisis.
- ✓ Formato de captura de datos en campo TF0188 y TF0195 (si la visita resulta no efectiva)
- ✓ Bolsa plástica para guardar los formatos.
- ✓ Instructivos de calibración del pHmetro (TI0363) y conductímetro (TI0362), instructivo de muestreo de aguas superficiales (TI0207).
- ✓ Cuerda de nylon de 0.5 a 1 cm de diámetro de longitud suficiente para manipular los baldes en las cajas de inspección.
- ✓ Papel indicador universal, para verificación de pH de preservación.
- ✓ Barretón de hierro para levantar tapas de cajas de inspección.
- ✓ Documentos de identificación personal (carnet del IDEAM, de EPS y ARP).
- ✓ Formato de Notificación de presunto accidente de trabajo suministrado por la ARP.
- ✓ Overol o ropa de trabajo cómoda y que le brinde protección adecuada
- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Máscara respiradora con filtros para ácidos y vapores orgánicos
- ✓ Impermeable
- ✓ Botas de caucho

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

4. PROCEDIMIENTO

Cuando vaya a realizar muestreo de calidad de aguas residuales siga las instrucciones descritas a continuación:

- 4.1. Organice las botellas rotuladas, los reactivos, formatos e insumos listados en el numeral 3. para las unidades productivas que va a visitar.
- 4.2. Cuando llegue al punto de muestreo, identifíquese y solicite la colaboración necesaria para efectuar el muestreo y saque todo el material correspondiente al sitio.
Diligencie el formato TF0188 de captura de datos con la información de ubicación temporo–espacial (nombre de la empresa, fecha, hora), observaciones de los contadores de agua y energía (si aplica), suministro de servicios, etc.
NOTA: Cuando el muestreo es realizado por la empresa o una entidad diferente de IDEAM NO se diligencia el formato TF0188 sino se acepta la remisión de muestras del cliente siempre que tenga toda la información básica requerida para la radicación de la muestra.
Con ayuda del geoposicionador y del altímetro determine la latitud, longitud y altitud del sitio exacto de vertimiento y regístrelos en el formato de captura de datos, en el numeral correspondiente. Si la unidad productiva tiene más de dos puntos de vertimiento, deberá georreferenciar cada uno de ellos.
- 4.3. Escriba con letra legible y con esfero el nombre del responsable del muestreo (pg 5 del formato).
- 4.4. Calibre el pHmetro y conductímetro siguiendo los procedimientos descritos en los documentos TI0363 y TI0362, respectivamente. Diligencie los resultados de calibración de los equipos portátiles en el formato TF0020 disponible para cada equipo.
- 4.5. Mida el caudal del efluente preferiblemente por el método volumétrico manual, empleando el cronómetro y uno de los baldes aforados. Purgue el balde.
- 4.6. Coloque el balde bajo la descarga de tal manera que reciba todo el flujo; simultáneamente active el cronómetro. Tome un volumen de muestra entre 1 y 10 L, dependiendo de la velocidad de llenado, y mida el tiempo transcurrido desde el inicio hasta la finalización de la recolección de la descarga; siendo Q el caudal (en litros por segundo, L/s), V el volumen (en litros, L), y t el tiempo (en

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

- segundos, s), el caudal se calcula como $Q = V / t$, para ese instante de tiempo. Otros métodos de aforo aplicables se describen en el Anexo 1.
- 4.7. Repita el proceso cuantas veces sea necesario para obtener una muestra compuesta en el periodo de tiempo establecido.
- 4.8. Para cada alícuota recogida mida los sólidos sedimentables. Llene el cono Imhoff a la marca de 1 L con una muestra bien mezclada. Deje sedimentar durante 45 minutos, agitar suavemente la muestra cerca de las paredes del cono con un varilla o por agitación, dejar reposar durante 15 minutos, leer y registrar el volumen de sólidos sedimentables en el formato como mililitros por litro. Si el material sedimentado contiene bolsas de líquido contenido entre las partículas grandes sedimentadas, estimar el volumen de éstas y restarlo del volumen de sólidos sedimentables. El límite práctico inferior de medición depende de la composición de la muestra y generalmente se encuentra en el rango de 0,1 a 1,0 mL/L. Donde exista una separación entre el material sedimentable y el flotante, no estimar el material flotante como materia sedimentable. Usualmente no se requiere de réplicas.
- 4.9. Mida los parámetros de campo, Introduzca los electrodos del pHmetro y conductímetro. Oprima la tecla MODE. Espere a que los valores en las pantallas de los equipos se estabilicen (el valor deja de titilar). Oprima la tecla READ. Cuando se estabilice la medición, registre los datos de pH, temperatura y conductividad eléctrica en la pagina 4 del formato TF0188.
- 4.10. Lave los electrodos con abundante agua ya que los valores extremos que pueden presentar los efluentes industriales los deterioran mas rápidamente.
- 4.11. Componga una muestra desde 1 a 24 horas, según se haya establecido en el plan de muestreo.
- 4.12. Obtenga la muestra compuesta mezclando en un balde con llave los volúmenes de cada porción necesarios según la siguiente fórmula:

$$V_i = \frac{V \times Q_i}{n \times Q_p} \quad \text{donde:}$$

V_i = volumen de cada alícuota o porción de muestra,
 V = volumen total a componer (pueden ser 10 L),
 Q_i = caudal instantáneo de cada muestra,
 Q_p = caudal promedio durante el muestreo
 n = número de muestras tomadas

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

- 4.13. Una vez mezclados los volúmenes, homogenice el contenido del balde por agitación con un tubo plástico limpio y proceda al llenado de los recipientes.
- 4.14. Registre en el formato de captura de datos en campo todas las observaciones a que haya lugar durante el muestreo y la integración de la muestra. Otras alternativas para la toma de muestras se detallan en el Anexo 2.
- 4.15. Etiquete las botellas antes del llenado. Los rótulos cuentan con la información de los analitos y la preservación respectiva. Diligencie el nombre de la empresa o punto de vertimiento, fecha y responsable del muestreo.
- 4.16. Cubra el rotulo con una cinta adhesiva transparente para evitar su deterioro.
- 4.17. Tan pronto se ejecuta el muestreo, purgue todas las botellas con muestra y proceda a llenarlas, mientras homogeniza el contenido del balde por agitación constante con el tubo plástico (NO agite directamente con la mano ni por rotación del balde).
- 4.18. Evite la inclusión de objetos flotantes y/o sumergidos. Extraiga la muestra del balde a través de la llave, nunca sumerja las botellas.
- 4.19. Tome la muestra para análisis de coliformes, aceites y grasas (cuando aplique) ubicando directamente la botella bajo el flujo del efluente, hasta completar el volumen necesario sin dejarla rebosar. Si se trata de un canal abierto, sumerja la botella y sáquela rápidamente, sin dejarla rebosar. Si es evidente una capa de grasa flotante, deje constancia de tal situación en el formato de captura de datos.
- 4.20. Tome la muestra para análisis de sulfuros adicionando a la botella purgada el preservante (acetato de Zinc) y después de llenarla hasta cerca de la boca del recipiente, adicione el NaOH a $\text{pH} > 13$ y continúe hasta llenado total sin dejar espacio de cabeza entre el nivel de líquido y la tapa.
- 4.21. Preserve las muestras dependiendo del parámetro a analizar, según se relaciona en la tabla 1. Use un frasco gotero y añada cerca de 1 mL = 20 gotas del preservante adecuado por cada 500 mL de muestra.
- 4.22. NOTA: en caso de muestras de lixiviados agregue el preservante a las botellas antes de llenarlas con muestra.
- 4.23. Tape cada botella y agítela.
- 4.24. Coloque las botellas dentro de la nevera y agregue hielo suficiente para refrigerar.
- 4.25. Enjuague con agua destilada los baldes y todos los elementos utilizados en el muestreo.
- 4.26. Coloque las botellas de un mismo sitio de muestreo dentro de la nevera en posición vertical y agregue hielo suficiente para refrigerar.
- 4.27. Termine de diligenciar el formato TF0188 y envíelo junto con las muestras al laboratorio, preferiblemente el mismo día del muestreo.

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

Tabla 1. Requerimientos para conservación y almacenamiento de muestras de agua

Parámetro a analizar	Conservación	Máximo almacenamiento Recomendado/ Regulatorio
Alcalinidad total	Refrigeración	24h/14d
Cloruros	No requiere	28d
Color	Refrigeración	48h/48h
Cianuro total	Adicionar NaOH a pH >12, refrigerar en oscuridad	24h/14 d; 24 h si hay sulfuro presente
Dureza	Adicionar HNO ₃ a pH < 2	6 meses/6 meses
Aceites y grasas	Adicionar HCl a pH < 2.0, refrigerar	28d/28d
DBO	Refrigeración	6h/48h
DQO	Analizar tan pronto sea posible, o adicionar H ₂ SO ₄ a pH < 2.0, refrigerar	7d/28d
Conductividad eléctrica	Refrigeración	28 d/28 d
Metales en general	Para metales disueltos filtrar inmediatamente, adicionar HNO ₃ a pH<2	6 meses/6 meses
Cromo VI	Refrigerar	24h/24h
Mercurio	Adicionar HNO ₃ a pH<2, refrigerar	28 d/28 d
Amonio	Analizar tan pronto como sea posible o adicionar H ₂ SO ₄ a pH<2, refrigerar	7 d/28 d
Nitrato	Analizar tan pronto como sea posible ó refrigerar	48 h/48 h
Nitrato + Nitrito	Adicionar H ₂ SO ₄ a pH < 2.0, refrigerar	1-2d/28d
Nitrito	Analizar tan pronto como sea posible ó refrigerar	Ninguno/48 h
Nitrógeno orgánico, Kjeldahl	Adicionar H ₂ SO ₄ a pH < 2.0, refrigerar	7 d/28 d
Fenoles	Refrigerar, adicionar H ₂ SO ₄ a pH< 2.0	Preferiblemente refrigerar durante el almacenamiento y analizar tan pronto sea posible /28 d después de la extracción.
Grasas y aceites	Adicionar HCl ó H ₂ SO ₄ a pH < 2.0, refrigerar	28 d/28 d
Oxígeno disuelto, electrodo	Analizar inmediatamente	0.25 h/ 0.25 h
Oxígeno disuelto, winkler	Analizar inmediatamente, puede retrasarse la titulación después de la acidificación	8 h/8h

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

Continuación Tabla 1. Requerimientos para conservación y almacenamiento de muestras de agua

Parámetro a analizar	Conservación	Máximo almacenamiento Recomendado/ Regulatorio
pH	Analizar inmediatamente	0.25 h/0.25 h
PO4	Para fósforo disuelto filtrar inmediatamente; refrigerar	48 h/
Fósforo total	Adicionar H2SO4 a pH < 2.0, refrigerar	28 d
Salinidad	Analizar inmediatamente	6 meses
Sólidos	Refrigeración	7 d/ 2-7 d
Sulfatos	Refrigeración	28 d /28 d
Sulfuros	Refrigerar, adicionar 4 gotas de acetato de zinc 2N/100 mL muestra; adicionar NaOH a pH > 9.0	28d/7d
Temperatura	Analizar inmediatamente	0.25 h/ 0.25 h
Turbidez	Analizar el mismo día, guardar en oscuridad hasta 24 horas; refrigerar	24 h/48 h

ANEXO 1. AFORO DE CAUDALES

Una vez inspeccionado el sitio donde se realizará el monitoreo, se determina el método para realizar el aforo, que depende de si el vertimiento se presenta a través de una tubería o de un canal abierto. Entre las posibilidades para realizar el aforo están: método volumétrico, vertedero, flotadores, molinete o micromolinete.

1. Método volumétrico mediante balde o caneca

Este método se aplica para tubería o canal abierto, cuando el vertimiento presenta una caída de agua en la cual se pueda interponer un recipiente; se requiere un cronómetro y un recipiente aforado (balde de 10 o 20 litros con graduaciones de 1 L, o caneca de 55 galones con graduaciones de 1 a 5 galones). Se utiliza un balde para caudales bajos o una caneca cuando se deban manejar grandes caudales.

El recipiente se purga dos o tres veces con porciones de aproximadamente 1 L (para el balde) o 10 L (para la caneca) del efluente, que se desechan. Luego se coloca el recipiente bajo la descarga de tal manera que reciba todo el flujo; de manera simultánea se activa el cronómetro. Se debe tener un especial cuidado en el momento de la toma de muestra y la medición del tiempo, ya que es un proceso simultáneo donde el tiempo comienza a tomarse en el preciso instante que el recipiente se introduce a la descarga y se detiene en el momento en que se retira de ella.

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

Se toma un volumen de muestra cualquiera dependiendo de la velocidad de llenado y se mide el tiempo transcurrido desde que se introduce a la descarga hasta que se retira de ella; siendo Q el caudal (en litros por segundo, L/s), V el volumen (en litros, L), y t el tiempo (en segundos, s), el caudal se calcula como $Q = V / t$, para ese instante de tiempo.

Este método tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que sale por la descarga; se debe evitar la pérdida de muestra en el momento de aforar, así como represamientos que permitan la acumulación de sólidos y grasas. Este método es de fácil utilización en el caso que el suelo donde se disponga la caneca sea firme y no permite que esta se hunda o se mueva. Dentro de los principales problemas que se pueden presentar es la manipulación de las canecas por su peso exagerado.

Este proceso completo se repite cuantas veces sea necesario para obtener una muestra compuesta en un periodo de tiempo establecido, como se describe más adelante. Cada porción de muestra tomada en el aforo se almacena en su respectivo recipiente hasta completar las porciones necesarias para la integración.

2. Método del vertedero

Este método aplica para plantas de tratamiento, grandes industrias etc., según las características físicas (geometría) de la salida del efluente, y en el caso que el método volumétrico sea inoperante, se puede aplicar el método del vertedero, que consiste en una obstrucción hecha en el canal para que el líquido retroceda un poco atrás de ella y fluya sobre o a través de ella. Si se mide la altura de la superficie líquida corriente arriba es posible determinar el flujo. La posibilidad de utilizar este método dependerá de las características del efluente y de las instalaciones que este posea.

En caso de tomar la decisión de utilizar un vertedero de geometría conocida implica necesariamente que el flujo del vertimiento se dirija sobre un canal abierto, en el cual se pueda conocer la carga o cabeza (H) de la corriente sobre el vertedero. Con este valor se podrá determinar el caudal en el canal. Este método no es muy aplicable por dos razones: a) la mayoría de descargas se realizan por medio de tuberías y b) el lograr coincidir un vertedero de geometría conocida (rectangular con o sin contracción, triangular o trapezoidal) y graduado con el ancho del canal es bastante improbable.

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

Tabla 1. Ecuaciones según el tipo de vertedero

TIPO DE VERTEDERO	DIAGRAMA	ECUACIÓN
Rectangular con contracción		$Q = 1,83 * L * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /seg L = longitud de cresta, m H = cabeza en m
Rectangular sin contracción (cuando cae por una pared)		$Q = 3,3 * L * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /seg L = longitud de cresta, m H = cabeza en m
Triangular		$\phi = 90^\circ$ $Q = 1,4 * H^{5/2}$ Q = caudal en m ³ /seg H = cabeza en m $\phi = 60^\circ$ $Q = 0,775 * H^{2,47}$ Q = caudal en m ³ /seg H = cabeza en m
Trapezoidal		Si la pendiente de los lados tiene una relación 4 _(vertical) / 1 _(horizontal) , se aplica: $Q = 1,859 * L * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /seg L = longitud de cresta, m H = cabeza en m
Cresta gruesa		$Q = 1,67 * L * H^{1,5}$ Q = caudal en m ³ /seg L = longitud de cresta, m H = cabeza en m

En caso de encontrar instalado en el efluente un vertedero con una geometría diferente a las consignadas en el cuadro, se debe contar con su ecuación de calibración para calcular el caudal, de lo contrario no puede determinarse este valor en campo.

Si se instala el vertedero en el momento del aforo, se debe tener cuidado de cubrir la totalidad del ancho del canal de manera que todo el flujo se vea represado por el vertedero, adicionalmente se deben tener las siguientes precauciones:

Elaborado por: Fecha:	Revisado por: Fecha:	Autorizado por: Fecha:
--------------------------	-------------------------	---------------------------



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

- ✓ Se recomienda utilizar vertederos triangulares para descargas pequeñas, en dónde se debe cuidar que la cabeza (H) mínima sea de 6 cm y la máxima de 60 cm.
- ✓ La placa del vertedor debe ser una hoja metálica o de otro material con poca aspereza, ya que al aumentar la aspereza del lado corriente arriba de la placa del vertedor el coeficiente de la ecuación de calibración aumenta, al incrementarse el espesor de la capa límite.

3. Canales abiertos

Aplica para efluentes como canales, quebradas, ríos, sanjas etc. En algunas ocasiones se podrá observar la presencia de instalaciones que permiten la salida fácil del vertimiento y con dimensiones conocidas o fácilmente medibles (aplicar tabla 1); una vez se conozca el área de la sección transversal de la salida del vertimiento se determina la velocidad de salida. Esta velocidad se puede obtener mediante la utilización de un elemento que flote a lo largo del canal o tubería (método flotador), de manera que pueda determinarse la velocidad superficial del vertimiento o mediante la utilización de un molinete para hallar la velocidad media de la corriente.

4. Molinete

4.1. Implementos

- ✓ Molinete, con hélice del tamaño apropiado para el intervalo de caudales que se va a aforar. Se coloca el número de secciones del eje del molinete necesarias para la profundidad del canal. Según la frecuencia de uso, debe calibrarse regularmente y verificar el nivel de aceite interno. Una vez terminado el aforo se guarda completamente seco.
- ✓ Cinta métrica, de un material polimérico que resista a las condiciones de trabajo de campo.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Tacómetro, para la determinación de las revoluciones de la hélice. Comúnmente funciona con baterías, por lo que se debe verificar su estado.
- ✓ Varillas, para la medición de profundidades del canal; se utilizan por lo general, las que trae el molinete para su instalación en la sección transversal de control del canal a aforar.

4.2. Aforo

Se establece la sección transversal de control en la que se realizará el aforo. Para seleccionar la sección transversal del canal que se tomará para el aforo, se debe de tener en cuenta las siguientes condiciones:

Elaborado por: Fecha:	Revisado por: Fecha:	Autorizado por: Fecha:
--------------------------	-------------------------	---------------------------



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

- ✓ No deben existir obstáculos sobre la corriente que alteren el paso del agua.
- ✓ Seleccionar una sección en la que las orillas del canal sean paralelas.
- ✓ Evitar secciones con presencia de excesiva turbulencia.

Se tiende una cuerda sobre el canal, que señale la sección transversal de control seleccionada. Esta cuerda debe permanecer amarrada firmemente a las orillas del canal, de manera que se evite cualquier desplazamiento de la misma. Para facilitar la determinación de los puntos de medición de velocidad de la corriente, esta cuerda puede tener marcaciones cada metro o medio metro. Si no es posible tender esta cuerda, se debe tomar como referencia algún objeto ubicado en las orillas del canal, para verificar en el desarrollo del aforo la localización de la misma.

Tomando como referencia la cuerda tendida sobre el canal, se mide con la cinta métrica el ancho del mismo (W). Se establece el número y espaciamiento entre los puntos en los que se medirá la velocidad del agua con el molinete, según:

- ✓ Para un canal de fondo plano sin diferencia de profundidades a lo largo de la sección transversal, se toma la velocidad de la corriente con el molinete sobre una misma posición en el canal.
- ✓ Para un canal de fondo irregular o con diferencias de profundidad, se toman entre tres y seis datos de velocidad de la corriente con el molinete, según el ancho del canal (entre más ancho, tomar mayor número de mediciones). Para esto dividir el ancho de la sección transversal entre cuatro a siete partes (denominadas verticales) y tomar mediciones de velocidad y profundidad (H) del canal en cada una de estas.

Para medir la velocidad de la corriente con el molinete se selecciona el molinete a utilizar según el intervalo de caudal a aforar. Se inserta el molinete en el número de varas necesarias para que la base de la primera de ellas descansa sobre el fondo del canal. Se coloca la punta del molinete en dirección aguas arriba de la corriente, a una altura equivalente al 20% y 80% de la profundidad del canal en ese punto (tirante). Se verifica el libre movimiento de la hélice. Se coloca en ceros el tacómetro del molinete y el cronómetro y se comienza el conteo simultáneamente en los dos dispositivos.

Al minuto de iniciado el conteo del tacómetro, se determina la cantidad de revoluciones de la hélice. Se repite la medición de velocidad para verificar la precisión de los datos. Se determina la profundidad del nivel de agua en el mismo lugar en el que se tomó la medida de velocidad de la corriente.

Repetir los anteriores pasos para los demás puntos en los que se determinará la velocidad de la corriente.

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

4.3. Cálculos

Para los cálculos se emplean las siguientes siglas:

- A = área de la sección transversal, m²,
- H = profundidad en cada vertical, m,
- n = número de puntos de medición o verticales,
- Q = caudal de la descarga, m³/s,
- f = revoluciones por minuto del molinete, rpm,
- V_i = velocidad de la corriente en cada vertical, m/s
- V = velocidad promedio de la corriente, m/s, y
- W = ancho de la corriente, m.

Las fórmulas son:

- A = W × (ΣH_i)/n, (ancho del canal por el promedio de las profundidades)
- V_i = a + b × f, (a y b son datos reportados por el fabricante del molinete)
- V = (ΣV_i) / n, (promedio de las velocidades en cada vertical)
- Q = V × A, o de manera condensada:

$$Q = \frac{\sum (a + b \times f_i) \times \sum h_i}{n} \times W$$

5. Flotadores

Obtener el área transversal midiendo el ancho del efluente, luego dividir en secciones y medir la profundidad en cada una de ellas para obtener el área transversal promedio. Medir y demarcar una distancia conocida a lo largo del canal; colocar suavemente sobre la superficie del agua un elemento flotante en el canal y simultáneamente activar el cronómetro; medir el tiempo transcurrido hasta que el objeto termine de recorrer la distancia asignada. Repetir este proceso varias veces y calcular el promedio. El objeto flotante no se debe dejar caer ni arrojar sobre la corriente, por cuanto esto le imprimiría una velocidad que afecta la medición. La velocidad se calcula como:

V = X / t, donde

- V = velocidad superficial, m/s
- X = longitud recorrida por el elemento flotante, m
- t = tiempo de recorrido del elemento flotante, s

El caudal se calcula como:

Q = V × A, donde

- Q = caudal, m³/s
- V = velocidad superficial, m/s
- A = área transversal promedio, m² (dependiendo de la geometría del sitio)
 - A = W × (ΣH_i)/n, (ancho del canal por el promedio de las profundidades)

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

ANEXO 2. CAJAS DE INSPECCIÓN DE EFLUENTES Y VARIACIONES DEL AFORO

A continuación se describe el procedimiento a seguir cuando no es posible aplicar el método volumétrico para aforo y toma de muestra del caudal de efluentes, o cuando los puntos de vertimiento no presentan un diseño adecuado.

1. Tapas de Cajas de Inspección

En algunas empresas se puede encontrar que las tapas de las cajas de inspección tienen un peso muy grande, motivo por el cual se requiere contar con un elemento que permita el movimiento de la misma. En ciertos casos se puede presentar un problema tal que los ingenieros no cuentan que el material para realizar dicho movimiento; incluso se puede presentar una tapa de tal magnitud que se requiera de un montacargas, haciendo indispensable la ayuda de la propia empresa.

Es importante verificar el estado de las cajas de inspección, ya que estas pueden estar rotas y pueden ser un peligro para la persona encargada del muestreo y específicamente del aforo; en tal caso se debe pedir la colaboración de los trabajadores de la empresa por medio de la persona que este atendiendo la visita, para evitar la responsabilidad de los funcionarios en la manipulación de este tipo de tapas o elementos. Este hecho se debe colocar dentro de las observaciones en el formato de captura de datos.

2. Cajas de Inspección Rebosantes

En algunas ocasiones se puede encontrar que las cajas de inspección están rebosando por algunos de sus lados y la determinación del caudal se hace imposible, razón por la cual se debe solicitar como primera medida hacer una limpieza a la caja y mientras tanto se verifica el proceso productivo. Es importante que uno de los integrantes de la comisión de muestreo permanezca cerca de la caja para revisar como se realiza la limpieza, ya que muchas veces el problema hace referencia a presiones hidrostáticas con el alcantarillado, haciendo que las aguas residuales de la alcantarilla se regresen y tomando unas muestras no representativas del proceso industrial. Si el problema no llegase a solucionarse por medio de esta limpieza debe medirse el caudal por medio de la observación y mediante cálculos de un vertedero horizontal, teniendo en cuenta el ancho del lado por donde esta saliendo el vertimiento y calcular la altura del vertimiento, de igual manera se debe estimar la velocidad del vertimiento para así poder calcular el caudal.

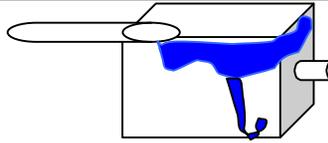
Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha:

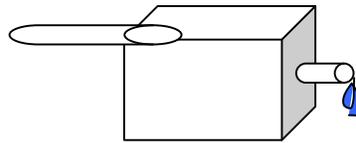


TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES



3. Caudal Insignificante

Las pequeñas empresas generan un caudal que en muchas ocasiones es difícilmente observado y mucho menos medido. Este vertimiento se desplazará sobre la pared de la caja de inspección, tanque de equalización u otra unidad que realice la función de homogenizar los vertimientos y se deberá utilizar un tomamuestras. Este implemento permite medir un volumen con mayor facilidad que un balde, ya que es cuadrado o rectangular permitiendo que se puede recostar contra la pared, igualmente este implemento ha sido previamente graduado a unos volúmenes conocidos. Generalmente estos tomamuestras son de carácter casero.



4. Cajas de Inspección con Afluyente y Efluente al mismo Nivel o en el Fondo

Cuando se encuentre una caja de inspección en la cual las tuberías o conductos del afluyente y el efluente de la caja se encuentren al mismo nivel o que estén a ras del fondo de la caja de tal manera que hagan imposible la colocación del balde de aforo, se puede aplicar alguna de las siguientes dos soluciones:

La primera, en el caso de presentarse una caja o unidad con dimensiones conocidas, la comisión deberá sellar el efluente y determinar el incremento de la lamina de agua, de tal manera que se pueda realizar una curva de crecimiento con el tiempo; si las dimensiones de la caja son conocidas se puede determinar un volumen y mediante un cronometro se ha determinado el incremento de la lamina de agua. Es importante verificar que la salida del tubo ha sido perfectamente sellada, para evitar fugas del vertimiento que puedan alterar la lectura del aforo y posterior muestreo.

La segunda posibilidad hace referencia a que la caja no cuente con una forma uniforme y por consiguiente la toma de medidas sea imprecisa, siendo necesario tapar o sellar el afluyente de la caja y desocuparla. Paso posterior se deberá llenar la caja de una cantidad conocida de agua y aforar la caja, (20 litros y 30 litros, o según las características del caudal de la empresa lo permitan) una vez aforada la caja se libera el tapón del afluyente y se observa el crecimiento de la lamina de agua con respecto al tiempo y se toma el valor de caudal.

5. Empresas sin Caja de Inspección

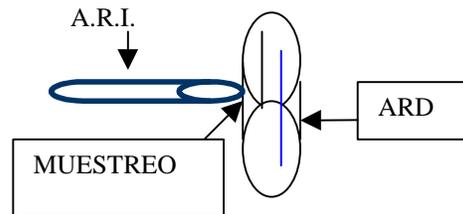
Elaborado por: Fecha:	Revisado por: Fecha:	Autorizado por: Fecha:
--------------------------	-------------------------	---------------------------



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

Debido a las características de las pequeñas y medianas empresas, algunas no cuentan con caja de inspección y los vertimientos salen por un canal o simplemente por el piso de la empresa. En caso que el vertimiento salga por el piso de la empresa se pueden aplicar las siguientes soluciones:

- ✓ Si la empresa no cuenta con un piso adecuado, es decir, este está sobre suelo (tierra) se puede llegar a excavar un pequeño hueco con el cual se logra introducir el balde o elemento para realizar el aforo.
- ✓ En el caso que la empresa cuente con un piso en concreto u otro material que permita la circulación del vertimiento, se debe verificar el sitio donde el vertimiento cae o se mezcla con el alcantarillado y en ese lugar realizar el aforo; es muy posible que dicho sitio corresponda a un sector fuera de la industria.
- ✓ En algunas ocasiones las empresas no cuentan con cajas de inspección y mezclan los vertimientos de aguas residuales industriales con los de aguas domesticas; este percance
- ✓ debe ser anotado dentro del formulario de captura de datos, en lo correspondiente a Observaciones. En el caso de presentarse esta problemática se debe medir el caudal antes de que se realice la combinación de los dos alcantarillados.



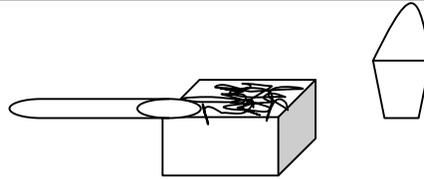
6. Trampas de Grasas

Como su nombre lo indica la trampa de grasas busca retener las grasas presentes en el efluente, de tal manera que funciona como un sistema de pretratamiento. El ingeniero de muestreo, con ayuda del auxiliar, deberá determinar si después de la trampa de grasas existe otra unidad de pretratamiento, caso en el cual la muestra deberá ser tomada en esta ultima unidad. En el caso que no se encuentre la caja de inspección y el efluente de la misma se dirija hacia el alcantarillado, el muestreo y aforo deberá ser tomado antes del alcantarillado; si las circunstancias no lo permiten se buscará la manera de realizar el aforo y muestreo a la salida de la trampa de grasas, con un cuidado tal que no se modifiquen los análisis por la presencia excesiva de grasas en el momento del mismo. Como sugerencia la comisión deberá solicitar a la empresa la remoción de las grasas presentes en la trampa y luego realizar el proceso de muestreo y aforo. Igualmente un mecanismo importante y que puede ser aplicado, es preguntar como han sido realizados los muestreos en ocasiones anteriores, con el fin de basarse en la experiencia anterior.

Elaborado por: Fecha:	Revisado por: Fecha:	Autorizado por: Fecha:
--------------------------	-------------------------	---------------------------



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

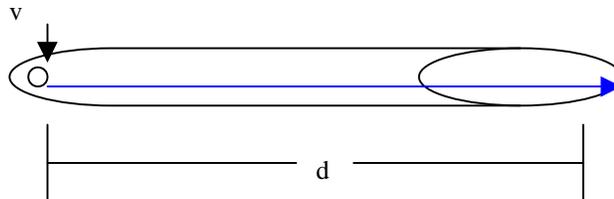


7. Grandes Descargas de Agua Residual

Existe la posibilidad que algunas industrias realicen un vertimiento de gran volumen, trayendo como consecuencia que la medición por el método volumétrico con el balde sea inoperante, de tal manera que se deberán utilizar otras herramientas de mayor volumen, como por ejemplo canecas de 55 galones. La toma del tiempo de llenado de la caneca se convierta en un factor muy importante; por tal motivo se deben implementar mecanismos para determinar el tiempo exacto de llenado. Estos mecanismos pueden ser, entre otros, retirar de la caneca del sitio de vertimiento por arrastre con cuerdas, montar previamente la caneca sobre una plataforma con rodachines de tal manera que se pueda halar fácilmente, o tapar la caneca una vez llena.

8. Tuberías

En el caso que el vertimiento siempre se desplace por una tubería y no realice un salto donde se pueda aforar, es necesario implementar otro sistema de aforo el cual puede ser determinar el diámetro interno del alcantarillado por donde se desplaza el vertimiento, verificar la altura que alcanza el vertimiento dentro de esta tubería y estimar la velocidad del mismo dentro de la tubería. Así, con los datos de área y velocidad se determina el caudal del vertimiento.



Elaborado por: Fecha:	Revisado por: Fecha:	Autorizado por: Fecha:
--------------------------	-------------------------	---------------------------



TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

9. Muestreo con Bomba Peristáltica

Para casos en que sea imposible o inadecuado hacer la toma de muestras con el balde de aforo, se empleará una bomba peristáltica. Se programa la bomba para tomar porciones del efluente en los intervalos de tiempo definidos (según el tiempo total de composición) y en las cantidades requeridas para la composición de la muestra. Antes de iniciar la toma de muestra se purgan las conducciones o mangueras durante 1 a 4 minutos. Las porciones de muestra obtenidas se almacenan en cada uno de los recipientes (baldes) para la posterior composición de la muestra. Al final del proceso se hace pasar un flujo abundante de agua limpia para lavar las conducciones de la bomba.

Elaborado por:
Fecha:

Revisado por:
Fecha:

Autorizado por:
Fecha: